

# 861 Program for miljøovervåking Tjeldbergodden

Overvåking av jord, vegetasjon og epifytter 2011

Bård Pedersen og Per Arild Aarrestad (red.)

NINA Rapport



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en 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.

# Program for miljøovervåking Tjeldbergodden

Overvåking av jord, vegetasjon og epifytter 2011

Bård Pedersen og Per Arild Aarrestad (red.)



Pedersen, B. & Aarrestad, P.A. 2012. Program for miljøovervåking  
Tjeldbergodden. Overvåking av jord, vegetasjon og epifytter 2011.  
- NINA Rapport 861. 113 s.

Trondheim, mai 2012

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2456-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Bård Pedersen

Per Arild Aarrestad

KVALITETSSIKRET AV

Dagmar Hagen

ANSVARLIG SIGNATUR

Assisterende forskningssjef Signe Nybø (sign.)

OPPDRAAGSGIVER

Statoil Petroleum AS

KONTAKTPERSON HOS OPPDRAGSGIVER

Unni Sandbakken, Statoil Tjeldbergodden

FORSIDEBILDE

Industrianlegget på Tjeldbergodden

Foto: © Statoil Tjeldbergodden

Gjengitt med tillatelse fra Statoil Tjeldbergodden

NØKKEWORD

Industriutbygging, forurensing, overvåking, jord, næringsstoff,  
nitrogen, markvegetasjon, epifytter, karplanter, bladmoser,  
levermoser, lav, alger, sopp, artssammensetning, gradientanalyser,  
klimaendring, beitepåvirkning.

KEY WORDS

Industrial development, pollution, monitoring, soil, nutrients,  
nitrogen, vegetation, epiphytes, vascular plants, mosses,  
liverworts, lichens, algae, fungi, species composition, gradient  
analyses, climate change, herbivory.

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen

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**

Framsenteret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

**NINA Lillehammer**

Fakkeldgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Pedersen, B. & Aarrestad, P.A. (red.) 2012. Program for miljøovervåking Tjeldbergodden. Overvåking av jord, vegetasjon og epifytter 2011 – NINA Rapport 861. 113 s.

I forbindelse med etableringen av metanolfabrikken på Tjeldbergodden i Aure kommune i Møre og Romsdal ble det i 1993 satt i gang grunnlagsundersøkelser for miljø-overvåking. Hensikten med overvåkingen er å kunne oppdage eventuelle negative konsekvenser av utslipp fra bedriften på terrestriske og akvatiske naturmiljøer. Det er siden 1993 utført to gjenanalyser av de terrestriske undersøkelsene. Her rapporteres endringer fra 1993 til siste gjenanalyse i 2011 for overvåking av jord, markvegetasjon og epifyttvegetasjon. Gjenanalysenes omfang og metodikk er utført som ved tidligere analyser, med unntak av undersøkelse av jordvann som er tatt ut av overvåkingsprogrammet fra 2011.

Overvåkingsområdet ligger på hard og sur berggrunn som gir næringsfattig jordsmonn og lite næringskrevende vegetasjon. Nedbøren i den viktigste delen av vekstsesongen har vært relativt høy og konstant, mens middeltemperaturen har økt noe. Overvåkingsområdet var før oppstart av fabrikken lite påvirket av luftforurensninger. Årlige utslipp av NO<sub>x</sub> fra bedriften er redusert siden oppstart i 1997, og målte verdier av våtavsetning av NO<sub>x</sub> har avtatt i perioden fra 1993 til 2011, mens det totale nitrogennedfallet, basert på målinger fra statlige målestasjoner, har vist en svak økning. Dagens avsetning ligger imidlertid fortsatt under nitrogentålegrensen for de undersøkte naturtypene. Utslipp av svovelgasser fra metanolfabrikken har avtatt de siste årene, og bakgrunnsnivået for svovel er så lavt at det ikke forventes forurensningseffekter på økosystemene. Utslipp av tungmetaller er små, men det har skjedd en økning i avsetningen av Zn fra 2003 til 2010.

Jordprøver ble samlet inn på et 25 m x 30 m stort felt, tre km øst for industriområdet på Tjeldbergodden. Prøvene ble tatt fra ulike organiske- og mineraljordsjikt. Resultatene fra undersøkelsene var som forventet for dette området med fuktig klima og harde, næringsfattige bergarter. Innholdet av utbyttable kationer som Ca, Mg, K og Na var størst i de organiske sjiktene og avtok nedover i jorda. pH i jorda lå mellom 4,1 og 4,8, lavest verdi ble målt i 2011. Innholdet av total nitrogen i jorda var lavere enn for andre områder i Norge med større konsentrasjoner av nitrogen i nedbøren. Avsetningen av nitrogen fra metanolanlegget tas sannsynligvis opp av trær og markvegetasjon og benyttes til økt plantevekst. Dermed vil ikke den nåværende deponisjon og opptak av nitrogen føre til økt behov for andre næringsstoffer som Ca, Mg og K. For Ca og Mg er tilgangen uansett god i forhold til eksisterende vegetasjon og skogproduksjon, mens tilgangen av K kan synes noe begrenset.

Markvegetasjonen ble kartlagt i 12 overvåkingsfelter, seks på Tjeldbergodden og seks på Terningvatn, som dekker en vegetasjonsgradient fra fattig til middels rik furuskog. To felter på Tjeldbergodden var ødelagt av skogshogst og ble erstattet med to nye felter i 2011. Vegetasjon ble analysert i fem ruter á 1m<sup>2</sup> i hvert felt ved frekvensmetodikk og prosent dekning av alle arter. Jordprøver av humuslaget ble samlet utenfor hver analyserute for kjemisk analyse av pH, ammoniumnitratekstraherbare elementer og total nitrogen.

Det har skjedd en endring i markvegetasjonen fra 1993 til 2011. De næringsfattige skogstypene har fått økt dominans av røsslyng (*Calluna vulgaris*) på bekostning av lave vekster som krekling (*Empetrum nigrum*), kvitlyng (*Andromeda polifolia*) og skrubbær (*Chamaepericlymenum suecicum*), og moser og lav som ribbesigd (*Dicranum scoparium*), heiflette (*Hypnum jutlandicum*), kystkransmose (*Rhytidiadelphus loreus*) og begerlav (*Cladonia* spp.). Blåbær (*Vaccinium myrtillus*) har økt i de mer næringsrike typene på bekostning av smyle (*Avenella flexuosa*), fugletelg (*Gymnocarpium dryopteris*), skrubbær (*Chamaepericlymenum suecicum*) og gjøkesyre (*Oxalis acetosella*). Små planter som småtveblad (*Listera cordata*), perlevintergrønn (*Pyrola minor*) og gråstarr (*Carex canescens*) har forsvunnet fra analyserutene. De observerte endringene er trolig et resultat av en

langsiktig, naturlig endring der skogen blir eldre og er i ferd med å fortettes på bekostning av arter som er mindre skyggetolerante. En nedgang i beitettrykket fra husdyr kan forklare denne endringen. Analyser av øvre humuslag viste en generell nedgang i næringsinnhold. Dette skyldes delvis en feil i innsamlingsmetodikken, men det er likevel en svak nedgang i det reelle næringsinnholdet for plantene i de rikere vegetasjonstypene, noe som kan forklares ved økt tilgang på surere strø fra økning av lyngvekster. Resultatene fra overvåkingen av markvegetasjon viser ingen indikasjon på at utslipp fra metanolanlegget har medført forsuring eller eutrofiering av vegetasjonen i furuskogene i nedslagsfeltet fra fabrikk.

Epifyttvegetasjonen ble kartlagt i seks overvåkingssletter Buslette, Kjørsvik II, Tuvik I og II, Taftøy og Røstøya. Siden 1999 har ett prøvefelt blitt ødelagt. Dette ble erstattet av et nytt felt i nærheten av det opprinnelige feltet i 2011. Forekomst av alle arter som vokser på stammen av undersøkelsestrærne, ble registrert etter målebåndmetoden. Antall individer av hengende arter ("skjeggglav") ble registrert og målt for vekst. Synlige morfologiske skader ble registrert. Svovel- og nitrogeninnhold i vanlig kvistlav (*Hypogymnia physodes*) ble analysert fra hvert felt, sammen med pH-analyser av bjørkenever. Den gjennomsnittlige dekningsgraden av epifytter har økt fra 74 % i 1999 til 93 % i 2011. Størst økning hadde gruppene bladlav og moser. Dekningen av bladlav gikk fram i alle feltene, men var fortsatt lav i to felter (Tuvik I og II). Det var ingen økning i dekning av alger, men dekningsgraden av busklav hadde økt, spesielt på Røstøya. De vanligste artene i 2011 var vanlig kvistlav (*Hypogymnia physodes*), bristlav (*Parmelia sulcata*), vanlig papirlav (*Platismatia glauca*) og skorpelaven *Lecanora expallens*. Med unntak av bristlav viste disse artene økt dekning. Vanlig kvistlav økte fra 11 % i 1999 til 21 % i 2011. Det ble registrert synlig skade på fem lavarter i 2011, men det totale skadeområdet på bladlav var uendret mellom 1999 og 2011. Det ble registrert mest skade på bristlav, der 42 % av individene var skadd.

Målingene av pH av bjørkenever viste ingen endringer fra 1993 til 2011. Innholdet av nitrogen i vanlig kvistlav har avtatt i samme periode, mens tilførselen av nitrogen til området har økt svakt. Imidlertid viste den målte våtavsetning av nitrogen relativt lave mengder i 2009/2010 og det er kjent at høy vekstrate i vanlig kvistlav kan ha en fortynnende effekt på konsentrasjonen av nitrogen i laven. Svovelverdiene i vanlig kvistlav var høyere i 2011 enn i 1999, på tross av lavere tilførsel av svovel. Dette kan skyldes sjøsaltepisoder. Den økte dekningsgraden av epifytter i overvåkingområdet i Tjeldbergodden i perioden fra 1994 til 2011, kan først og fremst knyttes til klimatrender, der økte middeltemperaturer og lengre vekstsesong er gunstig for vekst av lav, spesielt i nedbørsrike områder som Tjeldbergodden. Nitrogentilførsel kan også virke fremmende på veksten av lav. Redusert nedfall av svovel og økt alder på undersøkelsestrærne virker også i samme retning. Det er ingen målbare effekter på epifyttvegetasjonen som kan knyttes til utslipp fra metanolfabrikken, med unntak av en økning i algedekning i de første årene etter at anlegget ble satt i drift. Den stabile dekningsgraden av alger siden 1999 tyder imidlertid på at det fremdeles er en gjødslingseffekt av nitrogen.

Samlet gir disse ulike undersøkelsene i 2011 ingen indikasjon på at utslipp av forurensende stoffer fra metanolfabrikken har påvirket jordsmonn, mark- og epifyttvegetasjon i skogsystemene innen nedslagsfeltet fra fabrikk.

Bård Pedersen ([bard.pedersen@nina.no](mailto:bard.pedersen@nina.no)) og Per Arild Aarrestad ([per.a.aarrestad@nina.no](mailto:per.a.aarrestad@nina.no)),  
Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim.

## Abstract

Pedersen, B. & Aarrestad, P.A. (eds.) 2012. Program for environmental monitoring Tjeldbergodden. Monitoring of soil, vegetation and epiphytes 2011 – NINA Report 861. 113 pp.

An environmental monitoring program was initiated in 1993 in relation to the establishment of the methanol factory at Tjeldbergodden in Aure municipality, Møre og Romsdal county, with the aim to detect possible negative effects on terrestrial and aquatic ecosystems, caused by emissions from the factory. Since the baseline study in 1993/1994 the terrestrial investigations have been repeated two times using the same sampling methods. In this report changes in the ecosystem from 1993 to 2011 are described in relation to the monitoring of soil, ground vegetation and epiphytes.

The monitoring area is situated in hard, acid bedrock generating nutrient poor soil and less nutrient demanding vegetation. The precipitation in the main growing season has been relatively high and constant during the monitoring period, and the average monthly temperature has increased. In front of the startup of the factory in 1997 the area was only moderately affected by air pollution. Yearly emission of NO<sub>x</sub> from the factory has decreased since 1997. The measured wet-deposition of NO<sub>x</sub> at Tjeldbergodden has decreased from 1993 to 2011, while the background total nitrogen deposition, estimated from Norwegian air pollution metering stations, has slightly increased. However, the present total nitrogen deposition in the investigated area is below the empirical critical load for the habitat types monitored. The emission of sulphurous gasses from the factory has also decreased the last years and the background level of total sulphur is so low that acidification of ecosystems is negligible. The emissions of heavy metals are low. However there has been an increase in the deposition of Zn from 2003 to 2010.

Soil samples from different organic and mineral layers were collected from a 25 m x 30 m site in pine forest, three km from the factory at Tjeldbergodden. The chemical composition of soil was as expected from an area with high precipitation, hard and acid bedrock and nutrient poor vegetation. The content of exchangeable base cations, such as Ca, Mg, K and Na, were highest in the organic layers and decreased with increasing soil depth. The content of total nitrogen in the soil was lower than in soils from other areas in southern Norway with higher deposition of nitrogen. The deposition of nitrogen emissions from the methanol factory is probably taken up by the vegetation and used in the growth process of plants.

Species composition of ground vegetation in Scots pine woodland was monitored in 6 macroplots in each of two monitoring sites, Tjeldbergodden and Terningvatn. The macroplots cover a gradient from nutrient-poor rock ledge woodland to medium rich bilberry woodland. Two macroplots at Tjeldbergodden had been destroyed by logging since the previous investigation in 2001 and were replaced by two new macroplots in 2011. In each macroplot five 1 m<sup>2</sup> permanently marked sample plots were analyzed for both frequency of occurrence in 16 subplots of each species and their percentage cover. Samples from the humus layer in the soil surface were collected from each sample plot for soil nutrient analyses.

*Calluna vulgaris* had increased in cover in nutrient poor vegetation types from 1993 to 2011 at the expense of the abundance of other dwarf shrubs (*Empetrum nigrum*, *Andromeda polifolia*), some herbs (e.g. *Chamaepericlymenum suecicum*), mosses (e.g. *Dicranum scoparium*, *Hypnum jutlandicum*, *Rhytidiadelphus loreus*) and lichens (*Cladonia* spp.). In a similar way *Vaccinium myrtillus* had increased in cover in medium rich vegetation at the expense of the grass *Avenella flexuosa*, the fern *Gymnocarpium dryopteris*, and herbs (e.g. *C. suecicum* and *Oxalis acetosella*). Small plants like *Listera cordata*, *Pyrola minor* and *Carex canescens* had disappeared from the sample plots. The observed turnover in species composition is likely the result of a reduced grazing pressure from livestock in the area allowing the vegetation to grow denser at the expense of more light demanding species. The humus layer in the medium rich



plots was slightly more acidic and less nutrient rich than in 1993 and 1994. Thus it seems that the increasing dominance of dwarf shrubs that produce more acidic litter is reflected in the soil chemistry of these plots. The investigations in 2011 did not reveal measurable effects on the ground vegetation that would indicate that emissions from the methanol factory cause acidification or eutrophication of the surrounding pine forest.

Epiphytes on trunks of birch (*Betula pubescens*) were investigated at six sites Buslette, Kjørsvik II, Tuvik I and II, Taftøy and Røstøya. Since 1999 one of the monitoring sites was lost and was replaced in 2011 by a new site nearby. Lichen species composition and abundance were registered by means of measuring tape lines along the trunk circumference, the same method as the baseline study in 1994 and the reinvestigation in 1999. Pendent lichens on the trunks were also counted and measured. Thalli with visible signs of morphological damage were specifically noted. In addition, bark pH and sulphur and nitrogen concentrations in *Hypogymnia physodes* from each plot were analyzed. The mean epiphyte cover on birch had increased from 74% in 1999 to 93% in 2011. Foliose lichens and bryophytes increased most in terms of actual cover. The cover of foliose lichens increased in all plots, but was still low at the sites Tuvik I and II. There was no increase in the cover of algae, but the cover of fruticose lichens had increased, particularly at Røstøya. The most abundant species were *H. physodes*, *Parmelia sulcata*, *Platismatia glauca* and the crustose lichen *Lecanora expallens*. With the exception of *P. sulcata*, all these species had increased in abundance since 1999, *H. physodes* from 11% to 21% in 2011. Morphological damage was registered on five foliose species, and the proportion of damaged thalli was on the same level as in 1999.

Measurements of bark pH showed similar values in 2011 as in 1999. Concentrations of nitrogen in *H. physodes* were lower in 1999 than in 2011. The deposition rates of nitrogen have been increasing, although wet deposition was relatively low in the two preceding years. Additionally, high growth rate of *H. physodes* may have a diluting effect on nitrogen concentrations. Concentrations of sulphur were higher in 2011 than in 1999, despite lower deposition rates of sulphur. This may be due to sea salt episodes, that is, episodes with high content of sea salt in the precipitation.

The increased cover of epiphytes in the Tjeldbergodden monitoring site from 1994 to 2011 could be related primarily to trends in climate, with increased mean temperatures and prolonged growing season being favorable for lichen growth, particularly in precipitation rich areas such as Tjeldbergodden. Nitrogen deposition can also have a positive effect on lichen growth. Reduced sulphur deposition as well as increased age of the birch trees, may contribute in the same direction.

There are no measurable effects on the epiphyte vegetation that can be related to the methanol factory, except an increase in the cover of algae in the first year after the factory was put into operation. The stable cover of algae since 1999 suggests that there is still a fertilizing effect of nitrogen in the area.

Bård Pedersen ([bard.pedersen@nina.no](mailto:bard.pedersen@nina.no)) and Per Arild Aarrestad ([per.a.aarrestad@nina.no](mailto:per.a.aarrestad@nina.no))  
Norwegian Institute for Nature Research (NINA), NO-7485 Trondheim, Norway.



# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>5</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>7</b>
<b>Forord</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>10</b>
<b>2 Områdebeskrivelse</b> .....	<b>11</b>
2.1 Naturgrunnlag .....	11
2.1.1 Geologi .....	11
2.1.2 Klima .....	12
2.1.3 Vegetasjon .....	16
<b>3 Forurensings situasjonen rundt Tjeldbergodden</b> .....	<b>17</b>
3.1 Situasjonen før oppstart av metanolfabrikken .....	17
3.2 Utslipp fra metanolfabrikken og andre forurensningskilder .....	17
3.3 Dagens luftkvalitet og avsetninger av forurensende stoffer .....	17
3.3.1 Luftkvalitet .....	17
3.3.2 Nitrogenavsetning .....	20
3.3.3 Svovelavsetning .....	20
3.3.4 Tungmetaller .....	20
<b>4 Overvåking av jord</b> .....	<b>24</b>
4.1 Feltbeskrivelse .....	24
4.2 Metode .....	24
4.3 Resultat .....	25
4.3.1 Jordprofilen .....	25
4.3.2 Tidsvariasjon .....	29
4.4 Diskusjon .....	31
4.5 Konklusjon .....	32
<b>5 Overvåking av markvegetasjon</b> .....	<b>33</b>
5.1 Innledning .....	33
5.2 Overvåkingsområder og analysefelter .....	34
5.2.1 Tjeldbergodden .....	34
5.2.2 Terningvatn .....	35
5.3 Materiale og metoder .....	36
5.3.1 Vegetasjonsøkologisk feltdesign og analysemetodikk .....	36
5.3.2 Miljøparametere .....	37
5.3.3 Behandling av vegetasjons- og jorddata .....	38
5.4 Resultat .....	39
5.4.1 Vegetasjon .....	39
5.4.1.1 Vegetasjonstyper og gradienter i grunnlagsundersøkelsen .....	39
5.4.1.2 Endringer i artssammensetning fra 1993/1994 til 2011 .....	42
5.4.1.3 Endringer i enkeltarters mengde fra 1993/1994 til 2011 .....	45
5.4.2 Jordkjemi i øvre humuslag .....	50
5.5 Diskusjon .....	53
5.6 Konklusjon .....	55

<b>6 Epifyttvegetasjon .....</b>	<b>56</b>
6.1 Innledning .....	56
6.2 Materiale og metoder .....	57
6.2.1 Overvåkingsområdet .....	57
6.2.2 Feltmetodikk .....	57
6.2.3 Databearbeiding .....	60
6.3 Resultat .....	60
6.3.1 Undersøkelsestrærne .....	60
6.3.2 Epifyttvegetasjonen på bjørk .....	62
6.3.3 Kjemiske analyser .....	69
6.4 Diskusjon .....	69
6.5 Konklusjon .....	72
<b>7 Referanser .....</b>	<b>73</b>
<b>Vedlegg 1 – Jordprøver, utbyttbare element .....</b>	<b>77</b>
<b>Vedlegg 2 – Jordprøver, totalt elementinnhold .....</b>	<b>80</b>
<b>Vedlegg 3 – Artsliste vegetasjon .....</b>	<b>81</b>
<b>Vedlegg 4 – Ruteanalyser vegetasjon, dekning .....</b>	<b>83</b>
<b>Vedlegg 5 – Ruteanalyser vegetasjon, smårutefrekvens .....</b>	<b>89</b>
<b>Vedlegg 6 – Humusprøver .....</b>	<b>95</b>
<b>Vedlegg 7 – Nye analysefelt, vegetasjon .....</b>	<b>99</b>
<b>Vedlegg 8 – Prøvefelt, epifytter .....</b>	<b>101</b>
<b>Vedlegg 9 – Undersøkelsestrær, epifytter .....</b>	<b>102</b>
<b>Vedlegg 10 – Forekomst av epifytter .....</b>	<b>104</b>
<b>Vedlegg 11 – Prosentvis dekning av epifytter .....</b>	<b>108</b>

## Forord

Statoils Program for miljøovervåking Tjeldbergodden i 2011 og 2012 er en fortsettelse av tidligere overvåking av utvalgte jordkjemiske- og biologiske miljøvariabler som ble igangsatt i 1993 og 1994 i forbindelse med Statoils etablering av en metanolfabrikk på Tjeldbergodden i Aure kommune, Møre og Romsdal.

Overvåkingsprosjektet for 2011/2012 ble etablert i mai 2011 ved kontraktsinngåelse mellom Statoil Petroleum AS og Norsk institutt for naturforskning (NINA) og er gjennomført som et samarbeid mellom Norsk institutt for skog og landskap og NINA. Prosjektet består av fire deler der delprosjekt 1 – Jord er gjennomført av Skog og landskap, seksjon for Skogøkologi og delene 2 - Vegetasjon, 3 - Metallinnhold i fauna og næringskjeder og 4 - Epifyttvegetasjon gjennomføres av NINA. Her rapporteres resultatene fra delene 1, 2 og 4. Undersøkelsene av metallinnhold i fauna og næringskjeder vil fortsette i 2012 og vil bli rapportert separat.

Prosjektet er koordinert av Bård Pedersen (NINA). Delprosjekt 1 er administrert av Dan Aamlid (Skog og landskap), delprosjekt 2 av Bård Pedersen og delprosjekt 4 av Inga Elise Bruteig (NINA).

Jordprøver fra delprosjekt 1 og 2 er analysert ved Skog og landskaps Kjemiske analyselaboratorium av Jan-Erik Jacobsen og Monica Fongen. Kjemiske analyser av svovel og nitrogen i delprosjekt 4 er utført ved Laboratoriet for fortløpende miljøanalyse ved Sveriges landbruksuniversitet.

Tor Ivar Hansen (Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU) bidro under vegetasjonsanalysene i felt, og Torbjørg Bjelland (Rådgivende Biologer AS) deltok i epifyttkartleggingen. Artsbestemmelse av innsamlet lavmateriale er gjort av Håkon Holien (Høgskolen i Nord-Trøndelag).

En spesiell takk til grunneierne Øyvind Christensen, Ingrid Seternes, Harald Seternes, Rune Cato Taftø, Eiler Wessel, Magne Wessel, Thorleif Wessel og Marit Oddlaug Wågbø for deres tillatelse til å plassere våre overvåkingsfelt på deres eiendommer. En takk også til Institutt for biologi, NTNU, for lån av barkkvern og grovlab og takk til Jostein Torseth fra Kjørsvikbugen for båtskyss til og fra Røstøya.

Vi takker Statoil Petroleum AS ved Unni Sandbakken for et godt samarbeid under prosjektperioden.

Trondheim, april 2012  
Bård Pedersen og Per Arild Aarrestad

# 1 Innledning

I forbindelse med at Statoil etablerte en metanolfabrikk på Tjeldbergodden i Aure kommune i Møre og Romsdal ble det i 1993 satt i gang grunnlagsundersøkelser for et program for miljøovervåking (4 Ni-program 1993, Thomassen 1995). Hensikten med miljøovervåkingen var å kunne oppdage eventuelle negative konsekvenser av utslipp fra bedriften på terrestriske og akvatiske naturmiljøer. Måleprogram ble utarbeidet for luftkvalitet og nedbørskvalitet (NILU), kjemi og biologi i ferskvann (NIVA), vegetasjon, jord og jordvann (NINA og Skog og landskap), epifyttvegetasjon (tidligere ALLFORSK, nå NINA) og fauna og næringskjeder (NINA).

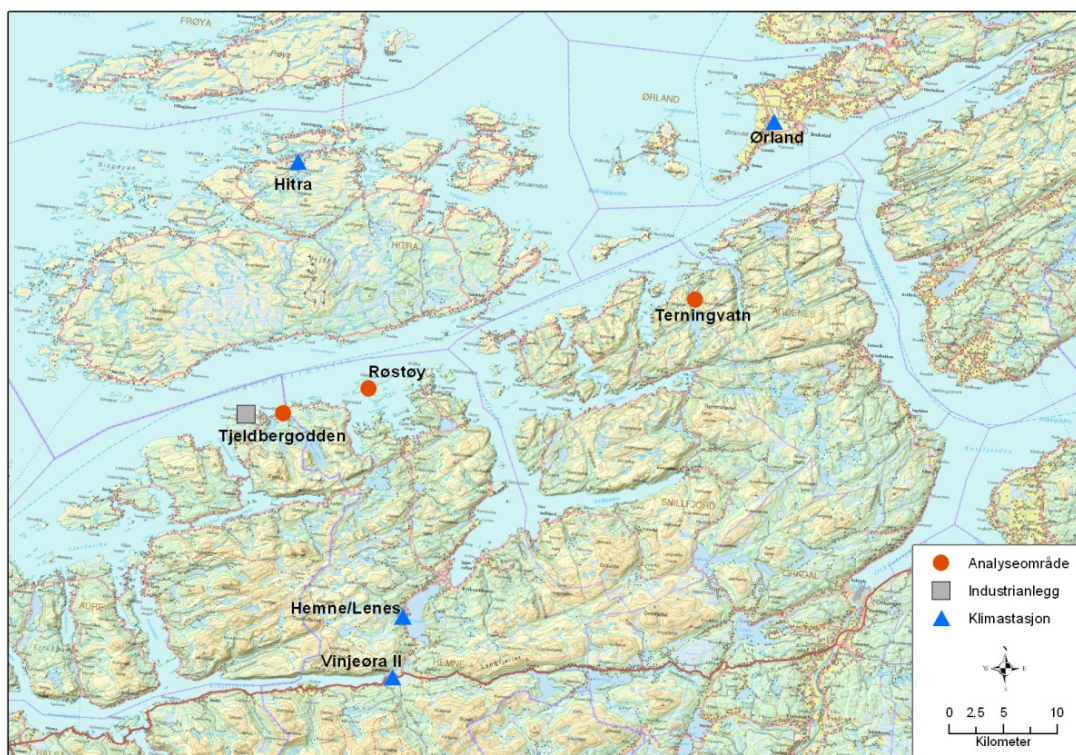
Grunnlagsundersøkelsene for vegetasjon, jord og jordvann ble utført i 1993 på Tjeldbergodden og i 1994 på Terningvatn, i en gradient fra bedriften med tanke på avsetninger av luftforurensinger (Eilertsen & Fremstad 1994, 1995, Berg 1995). For epifytter ble grunnlagsundersøkelsen utført i 1994 på Tjeldbergodden og Røstøya (Bruteig & Wang 1995) og for fauna og næringskjeder i 1993/1994 på Tjeldbergodden (Kålås & Jordhøy 1995). Det er utført gjenanalyser for epifytter i 1999 (Bruteig 2002), for vegetasjon, jord, jordvann i 2001 (Aarrestad & Wilmann 2002, Røsberg & Aamlid 2002) og for fauna i 2001/2002 (Kålås 2003). Her presenteres andre gangs gjenanalyser i 2011 for de ulike deltema, med unntak av fauna og næringskjeder, som vil bli rapportert separat.

Formålet med gjenanalysene for alle deltemaene i 2011 var å beskrive eventuelle endringer som har skjedd fra oppstart av overvåkingsprogrammet i 1993/1994 og prøve å tolke årsakene til eventuelle endringer. Det er lagt vekt på å kunne skille mellom hvilke endringer som skyldes naturlig variasjon og suksesjon, menneskeskapte miljøendringer i kulturlandskapet og eventuell påvirkning av utslipp fra Metanolfabrikken. Gjenanalysenes omfang og metodikk er utført som ved tidligere analyser, bortsett fra undersøkelsen av jordvann som etter Statoils pålegg er tatt ut av overvåkingsprogrammet.

Rapporten gir et felles sammendrag av resultatene, en felles områdebeskrivelse og vurdering av dagens forurensningssituasjon på Tjeldbergodden. Metodikk og resultater for hvert deltema presenteres i egne kapitler, og alle vedlegg fra de ulike deltema samles til slutt i rapporten.

## 2 Områdebeskrivelse

Overvåkingsområdene Tjeldbergodden, Røstøya og Terningvatn ligger på sørsiden av Trondheimsleia i Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag fylker. Avstandene mellom Tjeldbergodden og Terningvatn er ca. 40 km i luftlinje (**Figur 1**). Overvåking av markvegetasjon foregår på Tjeldbergodden og Terningvatn, mens overvåking av jord, epifytter og metallinnhold i terrestriske næringskjeder er lagt til nærområdet til metanolfabrikken på Tjeldbergodden. Epifyttovervåkingen har i tillegg en lokalitet på Røstøya.



**Figur 1.** Overvåkingsområdene Tjeldbergodden, Røstøya og Terningvatn med lokalisering av metanolfabrikken, samt værstasjonene, Hemne, Lenes, Vinjeøra II, Hitra og Ørland. Grafikk: Svein-Erik Sloreid, NINA.

### 2.1 Naturgrunnlag

#### 2.1.1 Geologi

##### Tjeldbergodden og Røstøya

Området på fastlandet rundt Tjeldbergodden består av lave bergrygger atskilt av myrer. Berggrunnen består av næringsfattig, foliert kvartsdioritt som tilhører det nordvest-norske grunnfjellsområdet (Sigmond et al. 1984, Askvik & Rokoengen 1985). Bergryggene har tynt dekke med råhumus og torv og partier med nakent berg, mens liene har et dypere jordsmonn delvis av morenemateriale og stedvis rasmateriale. Nordre deler av Røstøya består av foliert kvartsdioritt og søre deler av migmatittisk gneis. Begge disse bergartene er fattige med tanke på næringstilgang til vegetasjon. Midt på øya i området for epifyttovervåkingen går det en stripe av kalkspatmarmor og migmatittisk amfibolitt med glimmerskifer. De rike bergartene er

imidlertid dekt av fattige, dype løsmasser, noe som bidrar til lite næringstilgang for plantelivet også her.

### **Terningvatn**

Overvåkingsfeltene ved Terningvatn ligger i et område av migmatittisk gneis som er en del av det nordvestnorske grunnfjellsområdet (Sigmond et al. 1984). Det innebærer en hard, tungt forvitrende berggrunn som gir lite næring for plantevekst. Landskapet karakteriseres som storkupert hei (Klemsdal & Sjulsen 1992), med sprekkedaler som går i sør-vestlig/nord-østlig retning. Åsene har steile og glatte sider, og landskapet ellers er karakterisert av et tynt eller usammenhengende løsmassedekke (Thoresen 1990).

## **2.1.2 Klima**

### **Tjeldbergodden og Røstøya**

Tjeldbergodden og Røstøya har et utpreget oseaensk klima der vintrene er forholdsvis milde og somrene er kjølige og fuktige. Midlere årsnedbør for perioden 1961 - 1990 er 1609 mm, 1550 mm og 1170 mm på henholdsvis Hemne, Lenes og Hitra klimastasjoner (**Figur 1**) ([www.eklima.met.no](http://www.eklima.met.no)). Høstmånedene og tidlig vinter er den fuktigste perioden.

Klimadata for overvåkingsperioden 1993 til 2011 er vist separat for månedene april til september, som er vekstsesongen for markvegetasjon, og for periodene oktober til desember og januar til mars, som også er vekstsesonger for epifytter (**Figur 2-7**).

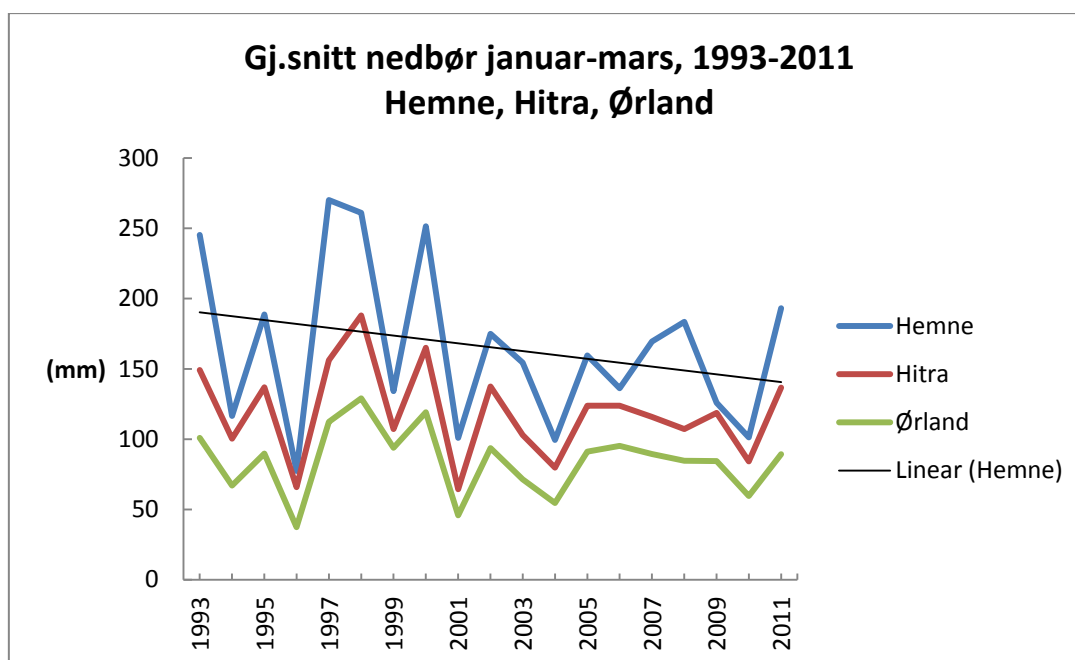
I overvåkingsperioden har den gjennomsnittlige månedsnedbøren avtatt noe for perioden januar til mars, i snitt tilsvarende en nedgang på 2,8 mm pr. år (**Figur 2**), mens den gjennomsnittlige månedsnedbøren for april til september og for perioden oktober til desember viser ingen tydelige endringer fra 1993 til 2011 (**Figur 3-4**).

Årsmiddeltemperatur for normalperioden 1961-1990 er 5,8 °C for Hitra og 5,3 °C for Vinjeøra II i Hemne kommune, med høyeste middeltemperaturer i juli/august på ca. 13 °C. Det er ingen representative klimastasjoner for Tjeldbergodden/Røstøya som har temperaturmålinger for perioden 1993 til 2011. Den nærmeste klimastasjonen ligger på Ørlandet (se under Terningvatn).

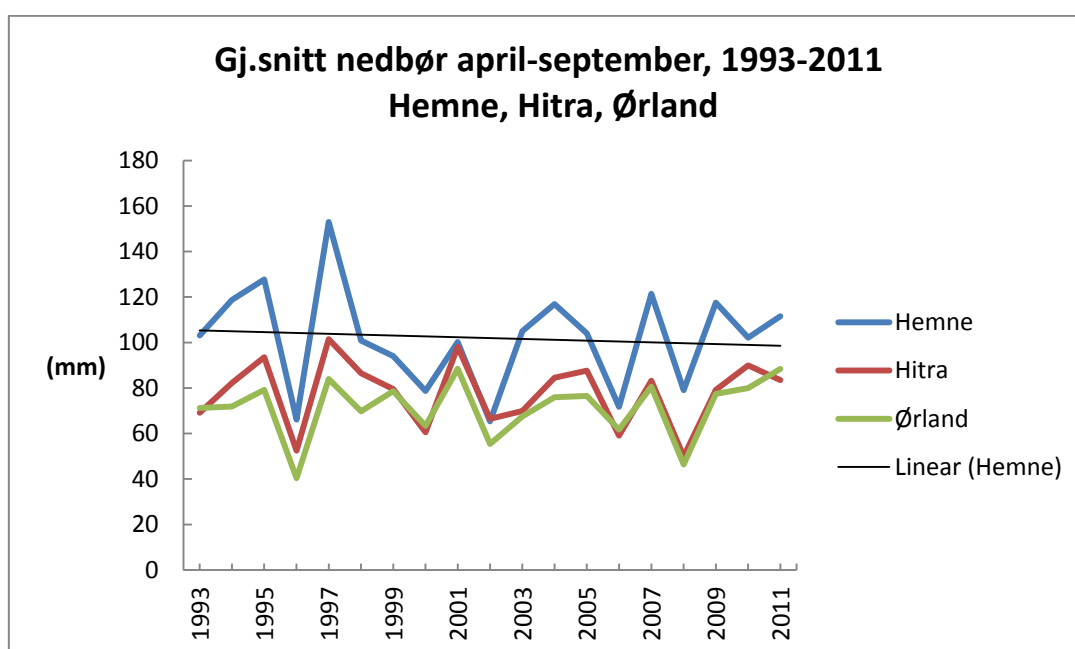
### **Terningvatn**

Midlere årsnedbør på nærmeste værstasjon Ørland er 1048 mm (normalperioden 1961-1990), altså noe lavere enn for klimastasjonene Hemne og Hitra, som er mer representative for Tjeldbergodden. Variasjonen gjennom året for perioden 1993 til 2011 viser imidlertid samme utviklingstrend (**Figur 1-4**). Nedbøren er trolig høyere ved Terningvatn enn på Ørlandet, da området ligger lengre mot øst og er omgitt av åser og fjell som når opp i 250-450 m o.h. Dette medfører at nedbøren lokalt kan bli minst like høy som på Tjeldbergodden (Førland 1993).

Årlig middeltemperatur for normalperioden 1961-1990 for Ørlandet er 5,8 °C med høyeste gjennomsnittstemperatur på ca. 12,8 °C. Den gjennomsnittlige månedstemperaturen for vekstsesongen april til september og fra oktober til desember har økt gjennom analyseperioden fra 1993 til 2011, henholdsvis 0,12 °C og 0,11 °C pr. år. For perioden januar til mars er det ingen utviklingstrend (**Figur 5-7**). Temperaturdataene fra Ørlandet er mest representative for overvåkingsområdet på Terningvatn, men trolig kan dataene også benyttes for overvåkingsområdene på Tjeldbergodden og Røstøya.

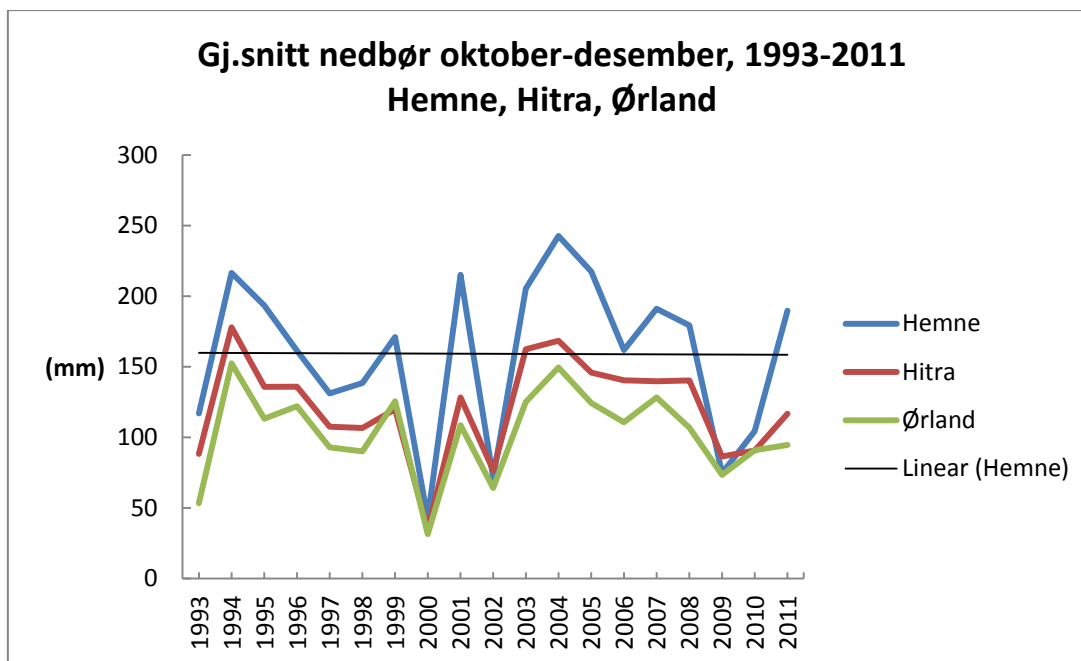


**Figur 2.** Gjennomsnittsnedbør for månedene januar til mars fra 1993 til 2011, basert på målinger fra værstasjonene Hemne og Lenes (Hemne), Hitra og Ørland med trendlinje for Hemne. (Kilde: [www.eklima.met.no](http://www.eklima.met.no)).

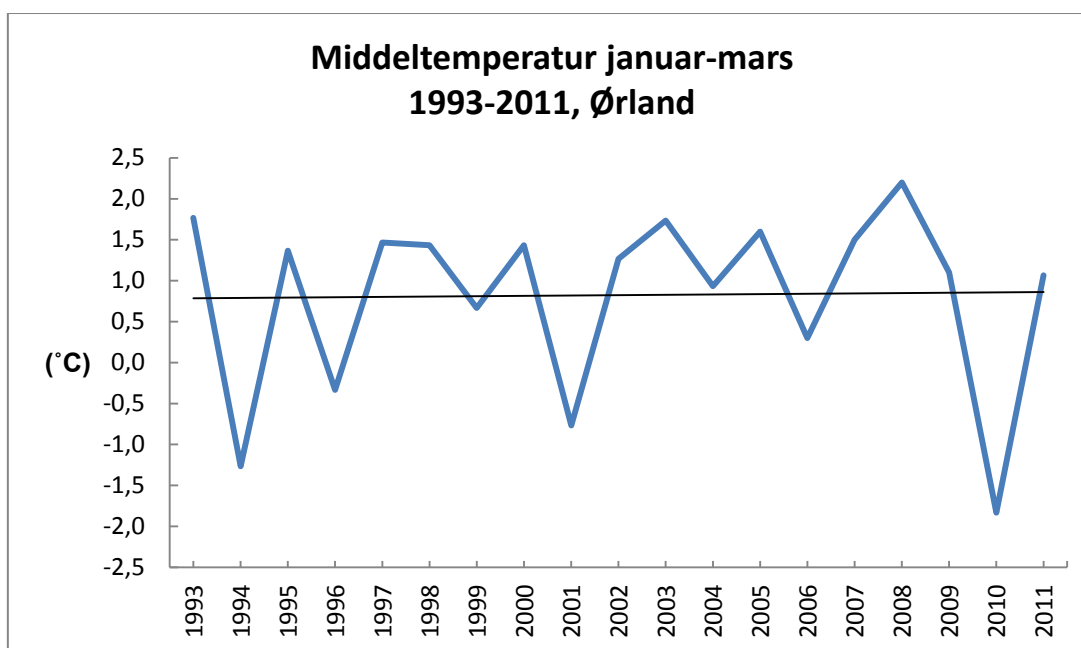


**Figur 3.** Gjennomsnittsnedbør for månedene april til september fra 1993 til 2011, basert på målinger fra værstasjonene Hemne og Lenes (Hemne), Hitra og Ørland med trendlinje for Hemne. (Kilde: [www.eklima.met.no](http://www.eklima.met.no)).

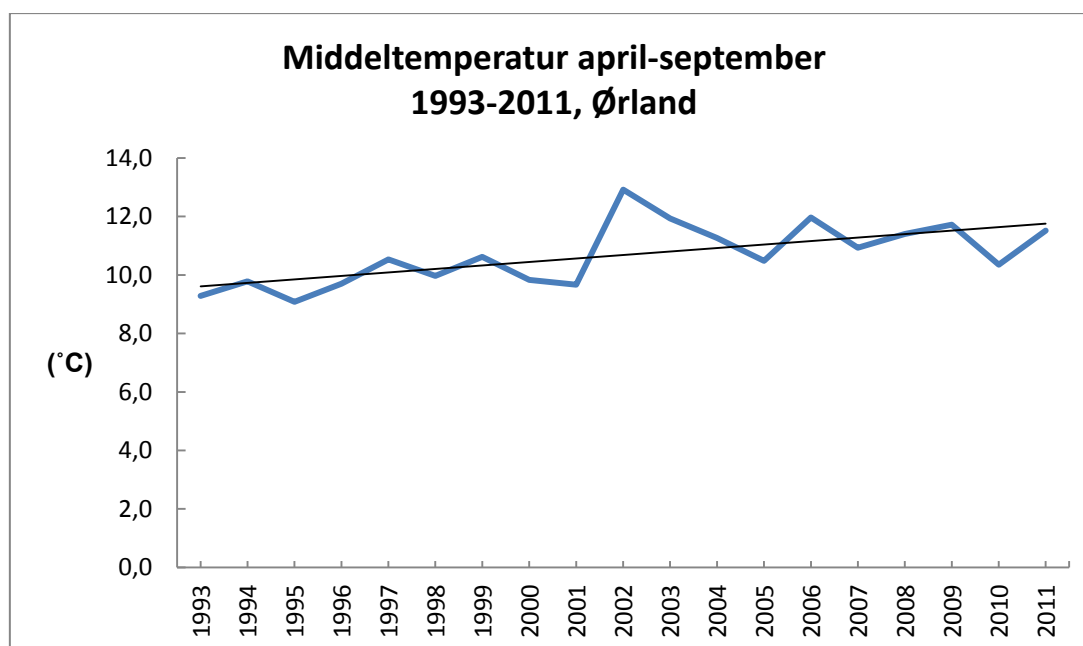




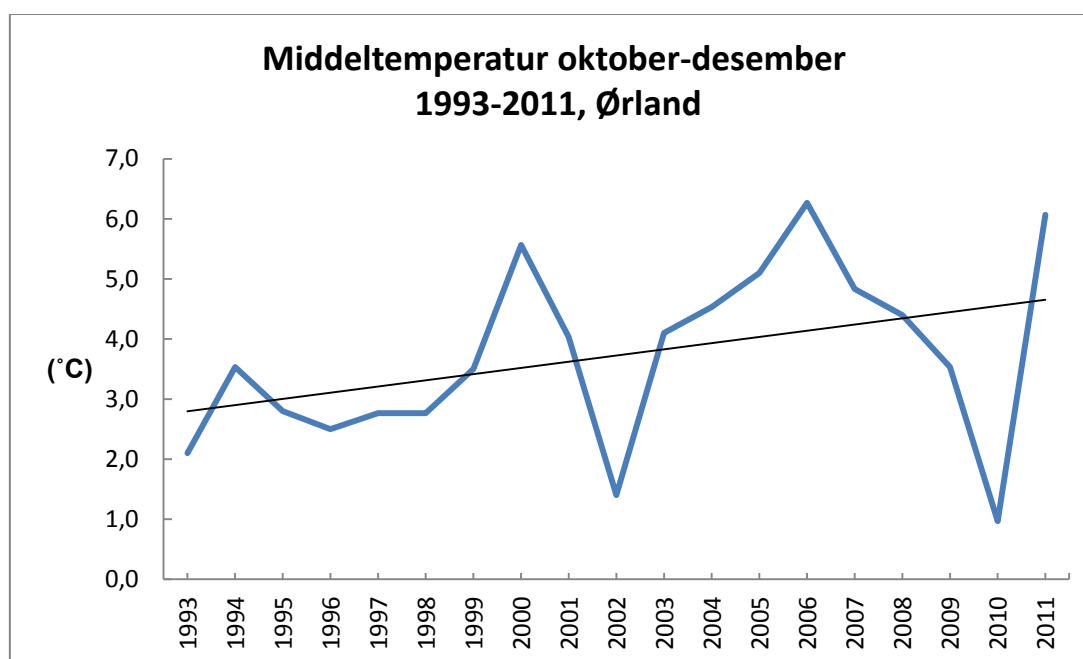
**Figur 4.** Gjennomsnittsnedbør for månedene oktober til desember fra 1993 til 2011, basert på målinger fra værstasjonene Hemne og Lenes (Hemne), Hitra og Ørland med trendlinje for Hemne. (Kilde: [www.eklima.met.no](http://www.eklima.met.no)).



**Figur 5.** Gjennomsnittsverdier av middeltemperaturer for månedene januar til mars fra 1993 til 2011 med trendlinje, basert på målinger fra Ørland værstasjon. (Kilde: [www.eklima.met.no](http://www.eklima.met.no)).



**Figur 6.** Gjennomsnittsverdier av middeltemperaturer for månedene april til september fra 1993 til 2011 med trendlinje, basert på målinger fra Ørland værstasjon. (Kilde: [www.eklima.met.no](http://www.eklima.met.no)).



**Figur 7.** Gjennomsnittsverdier av middeltemperaturer for månedene oktober til desember fra 1993 til 2011 med trendlinje, basert på målinger fra Ørland værstasjon. (Kilde: [www.eklima.met.no](http://www.eklima.met.no)).

### 2.1.3 Vegetasjon

#### Tjeldbergodden og Røstøya

Området rundt Tjeldbergodden tilhører sørboreal vegetasjonssone (sørlig barskogsone) i sterkt oseenisk seksjon (Moen 1998). Denne sonen domineres av barskoger, kystlyngheier og myrer og har store innslag av oseaniske arter med krav til høy fuktighet og relativt høye sommertemperaturer, som f.eks. storfrytle (*Luzula sylvatica*), bjørneskjegg (*Trichophorum cespitosum*), bjørnnkam (*Blechnum spicant*) og rome (*Narthecium ossifragum*).

Vegetasjonen i nærområdet til metanolfabrikken er kartlagt av Fremstad (1994) og på Røstøya av Aune (1976). Dominerende vegetasjonstype på bergrygger er heigråmose-furuknauser og tørr røsslyngfuruskog, mens noe fuktigere røsslyng-blokkebærskoger utgjør små areal på sidene av ryggene. I godt eksponerte skråninger finnes svakt rikere blåbærskoger med furu eller bjørk og innslag av småbregner og lågurter. Bjørkedominerte bestander er mest vanlig i kulturpåvirkede områder og har gjerne innslag av rogn, selje og osp. Mer næringsrike og varmekrevende lågurtskoger finnes i overvåkingsområdet Røstøya, med et tresjikt av bjørk og hassel. Områder mellom koller og åsrygger er hovedsakelig dekt av næringsfattige nedbørsmyrer.

#### Terningvatn

Området tilhører samme vegetasjonssone som Tjeldbergodden. Skogene rundt Terningvatn er dominert av furu. Lavproduktiv furuskog på skrinne mark preger størstedelen av området, men noen furubestander er av middels bonitet. På litt rikere mark er det innslag av bjørk og osp. Løvdominerte bestander i området er unge og har grodd opp etter som beitetrykket i utmarka er blitt svakere. De viktigste vegetasjonstypene i skog er blåbærfuruskog, røsslyng-blokkebærskog og heimose/lav dominert skrinne furuskog på koller. Fastmattemyr finnes i søkk og smådaler, og rundt vatnet er det glatte bergsider med sparsomt eller spredt plantedekke.

## 3 Forurensingsituasjonen rundt Tjeldbergodden

### 3.1 Situasjonen før oppstart av metanolfabrikken

Det ble utført undersøkelser av hovedkomponenter og sporelementer i luft og nedbør fra mai 1994 til juni 1997, før oppstart av metanolfabrikken (Knudsen & Johnsrud 1996 og Haugsbakk 1997). Disse undersøkelsene viste at konsentrasjonene av nitrogen-, svovelforbindelser og ozon i luft var som forventet for Nord-Vestlandet, og at den dominerende kilden til forurensing av nedbøren i området var langtransportert luftforurensing fra Europa. Den totale avsetningen av nitrogen på Tjeldbergodden var 400 mg N/m<sup>2</sup> pr. år og avsetningen av svovelforbindelser var 200 mg S/m<sup>2</sup> pr. år (Hole & Tørseth 2002). Konsentrasjonene av ozon i vårmånedene lå over Klima og forurensingsdirektoratets (Klifs) anbefalte luftkvalitetskriterium for timemiddelverdi (100 µg/m<sup>3</sup>) i 244 timer, dvs. i 0,4 % av tiden.

Konsentrasjoner av tungmetaller i nedbøren skilte seg ikke ut fra andre bakgrunns-stasjoner i nærområdet hvor det ble målt tungmetaller i nedbør. Konsentrasjoner av sporelementer i nedbøren kunne imidlertid indikere at Tjeldbergodden var påvirket av lokale kilder.

### 3.2 Utslipp fra metanolfabrikken og andre forurensningskilder

Ved produksjon av metanol forbrennes det naturgass. Dette gir utslipp av nitrogenoksider (NO<sub>x</sub>), svoveldioksid (SO<sub>2</sub>), karbondioksid (CO<sub>2</sub>), karbonmonoksid (CO) og minimalt med støv og partikler. Utslipp av tungmetaller og sporstoffer er også svært små. På Tjeldbergodden finnes det også et reservekraftverk som ved testkjøringer og drift slipper ut avgasser fra brenning naturgass med de samme utslippskomponentene som fra metanolfabrikken. Reservekraftverket har imidlertid ikke vært i daglig drift siden oppstarten i 2008.

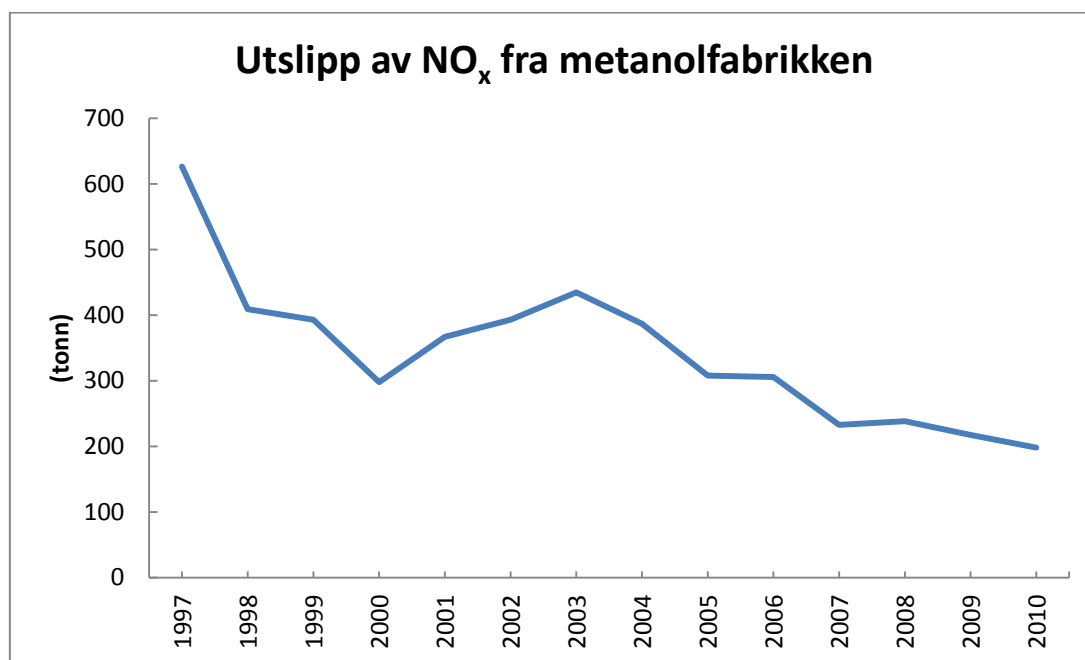
Data fra Klif ([www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no)) viser en reduksjon av NO<sub>x</sub> utslipp fra metanolfabrikken fra ca. 626 tonn i 1997 til 198 tonn i 2010 (**Figur 8**). Reservekraftverket hadde et utslipp på 24 tonn i 2008 med relativt lave utslipp i 2009 og 2010 (**Figur 9**). Utslippene av SO<sub>2</sub> fra metanolfabrikken er relativt små og ligger under ett tonn per år (**Figur 10**). Det samme gjelder for utslipp av tungmetaller som kvikksølv (Hg) med utslipp på mindre enn 20 mg per år (**Figur 11**).

### 3.3 Dagens luftkvalitet og avsetninger av forurensende stoffer

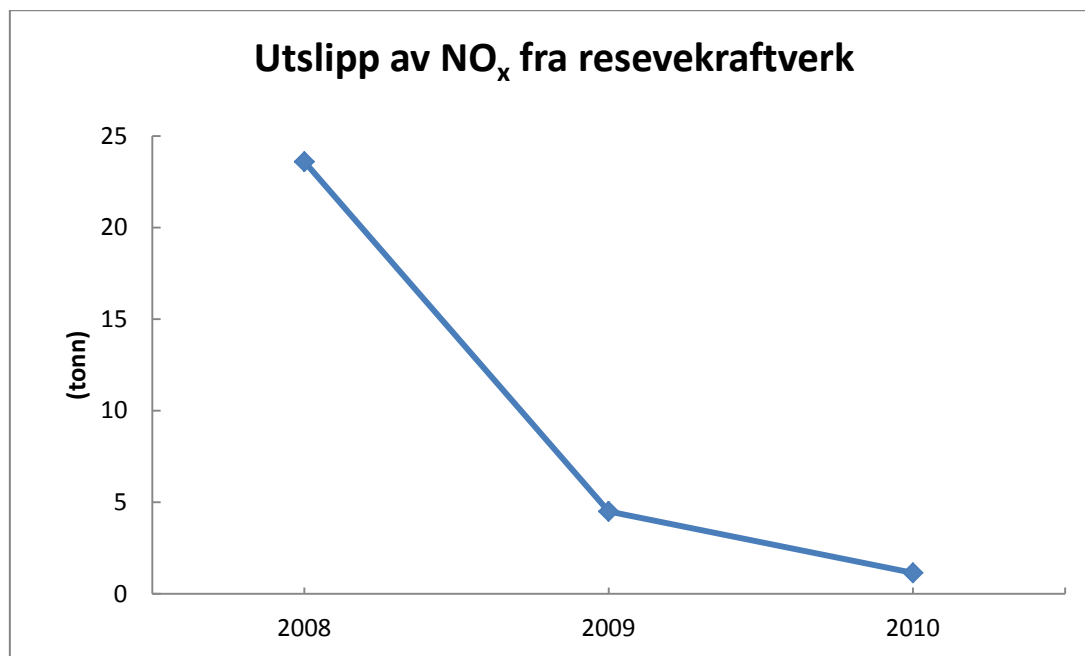
#### 3.3.1 Luftkvalitet

Dagens målinger fra norske bakgrunnsstasjoner (Aas et al. 2011) viser at middelkonsentrasjoner av forurensing i luft og nedbør i Norge ikke avviker særlig fra middelkonsentrasjoner fra tidligere tidsserier. Nyere målinger rundt Tjeldbergodden av luftkvalitet og forurensende nedbør fra 2009-2010 (Tønnesen & Haugsbakk 2012) viser at nitrøse gasser har et midlere nivå på ca. 2,5 ganger bakgrunnsverdien, men at konsentrasjonsnivået er lavt i forhold til gjeldene grenseverdier og luftkvalitetskriterier.

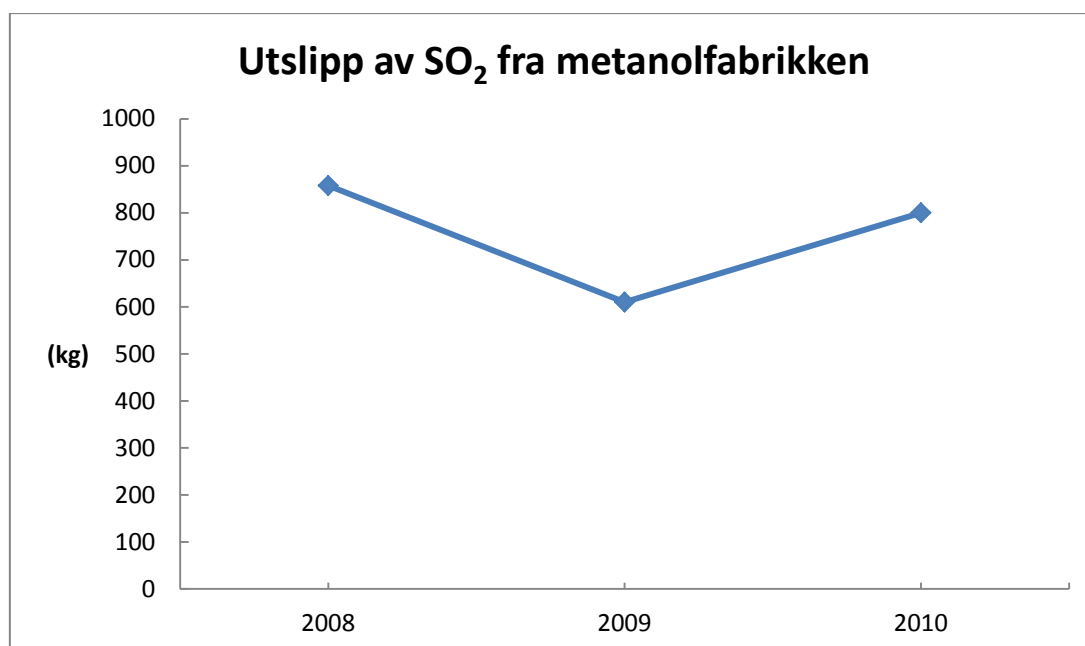
Konsentrasjonene av klor, nitrat og ammonium var to til tre ganger høyere på Tjeldbergodden enn på bakgrunnsstasjoner som ikke er påvirket av utslipp fra Tjeldbergodden. Målinger av ozon viser overskridelser av Klifs anbefalte luftkvalitetskriterier på 100 µg/m<sup>3</sup> som timemiddel og 80 µg/m<sup>3</sup> som 8-timers middel. Månedsmiddelverdiene av ozon var høyest fra januar til april og lavest om sommeren og høsten, men konsentrasjonene var ikke vesentlig høyere enn på nærmeste bakgrunnsstasjon Kårvatn. Grenseverdien for bakkenært ozon med tanke på



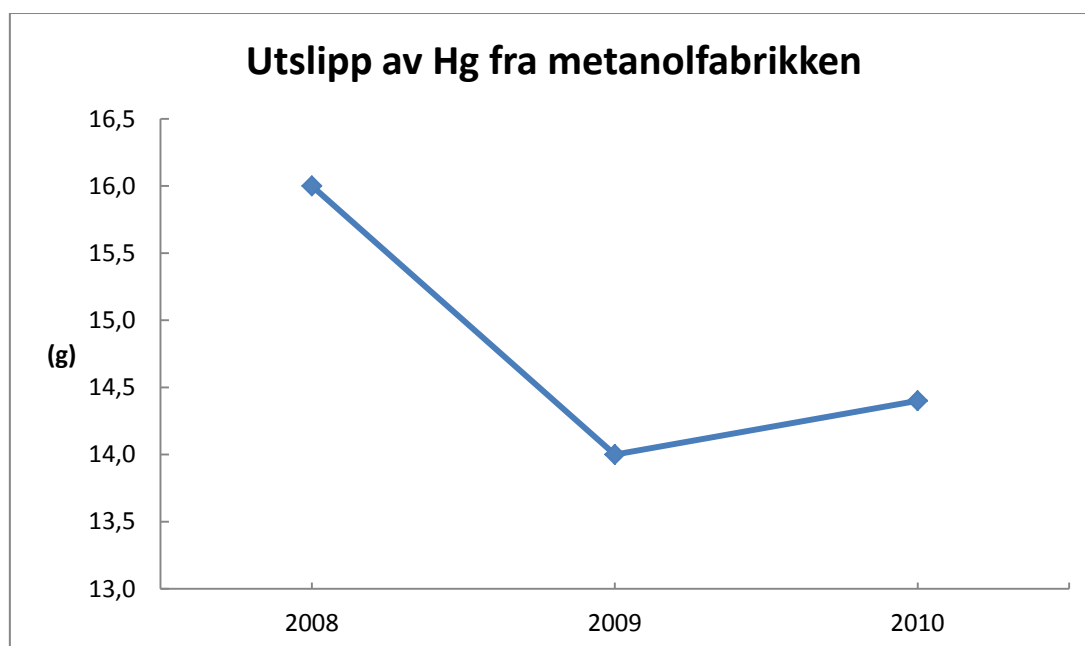
**Figur 8.** Årlige utslipp av NO<sub>x</sub> fra Statoils metanolfabrikk på Tjeldbergodden fra 1997 til 2010. (Kilde: [www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no)).



**Figur 9.** Årlige utslipp av NO<sub>x</sub> fra Statoils reservekraftverk på Tjeldbergodden fra 2008 til 2010. (Kilde: [www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no)).



**Figur 10.** Årlige utslipp av SO<sub>2</sub> fra Statoils metanolfabrikk på Tjeldbergodden fra 2008 til 2010. (Kilde: [www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no)).



**Figur 11.** Årlige utslipp av Hg fra Statoils metanolfabrikk på Tjeldbergodden fra 2008 til 2010. (Kilde: [www.norskeutslipp.no](http://www.norskeutslipp.no)).

vegetasjonsskader er på  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  som 7-timers middel for kl. 09.00-16.00 i vekstsesongen (april-september). Denne ble overskredet i hele landet i 2010 (Aas et al. 2011). Middelverdien på målestasjonen Kårvatn noe øst for overvåkingsområdet var  $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Konsentrasjonene rundt Tjeldbergodden er som ellers i landet høye nok til at vegetasjonen kan påvirkes.

### 3.3.2 Nitrogenavsetning

Den totale nitrogenavsetning (sum våtavsetning og tørravsetning) basert på EMEPs (European Monitoring and Evaluation Programme) ruteverdier fra Hole & Tørseth (2002) og Aas et al. (2008) ligger i dag på ca.  $350 - 460 \text{ mg N}/\text{m}^2$  per år og er omtrent på samme nivå som for perioden 1978-1982, med noe høyere verdier på Tjeldbergodden enn på Terningvatn (**Figur 12**). Verdiene har imidlertid økt noe fra perioden 1992-1996 til perioden 2002-2006. Dette er like under tålegrensen for de mest sensitive naturtypene i nærområdet for metanolfabrikken, som nedbørmyr og furuskog, med nedre tålegrense på  $500 \text{ mg N}/\text{m}^2$  pr. år (Bobbink & Hetterlingh 2011).

NILUs målte verdier for perioden mai 1999 - april 2000 (Haugsbakk 2000), juni 2003 - mai 2004 (Haugsbakk 2004) og fra oktober 2009 - september 2010 (Tønnesen & Haugsbakk 2012) viser relativt store forskjeller i våtavsetning av nitrogen mellom områder og år, noe som tyder på at den total nitrogen avsetning (inkludert tørravsetning) også varierer fra år til år mellom områdene (**Figur 13**).

### 3.3.3 Svovelavsetning

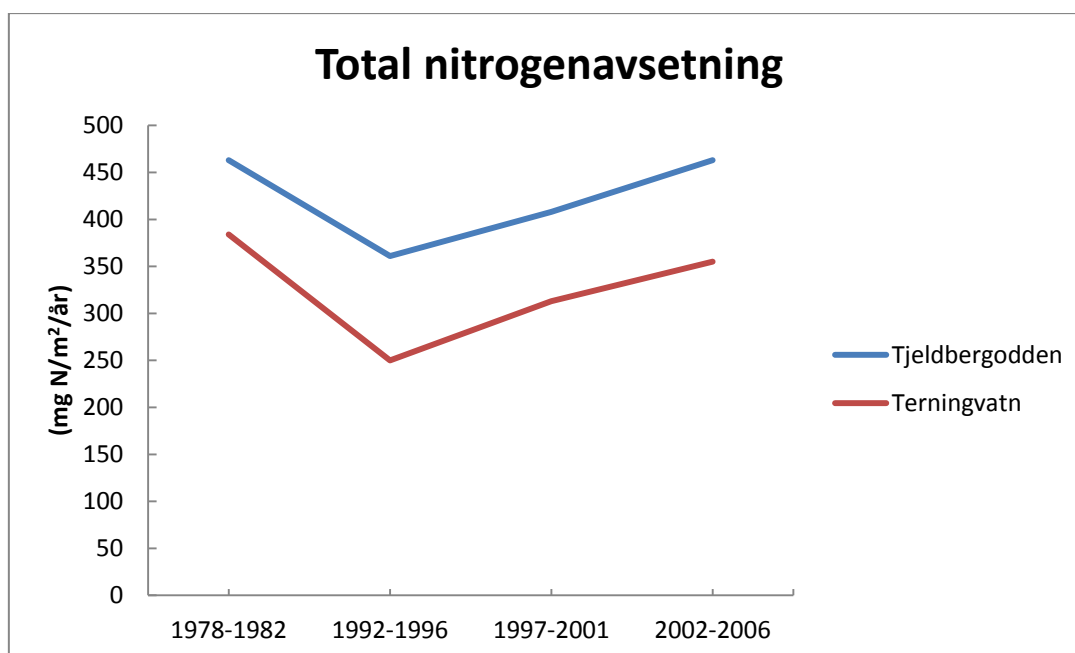
Den totale svovelavsetning basert på EMEP ruteverdier fra Hole & Tørseth (2002) og Aas et al. (2008) ligger i dag på ca.  $150 - 200 \text{ mg S}/\text{m}^2$  per år med noe høyere verdier på Tjeldbergodden enn på Terningvatn (**Figur 14**). Verdiene har avtatt noe fra perioden 1992-1996 til perioden 2002-2006, noe som er i tråd med den generelle nedgang av langtransportert svovel pga. betydelige mindre utslipp av svovelkomponenter fra industri i Europa.

NILUs målte verdier for de samme periodene 1999-2000, 2003-2004 og 2009-2010 (Haugsbakk 2000, 2004, Tønnesen & Haugsbakk 2012) (**Figur 15**) viser en relativ stor variasjon i våtavsetningen av svovel (her korrelert for sjøsalter). Verdiene fra perioden 1999-2010 stemmer relativt bra med verdiene fra EMEPs rutenett (**Figur 14**).

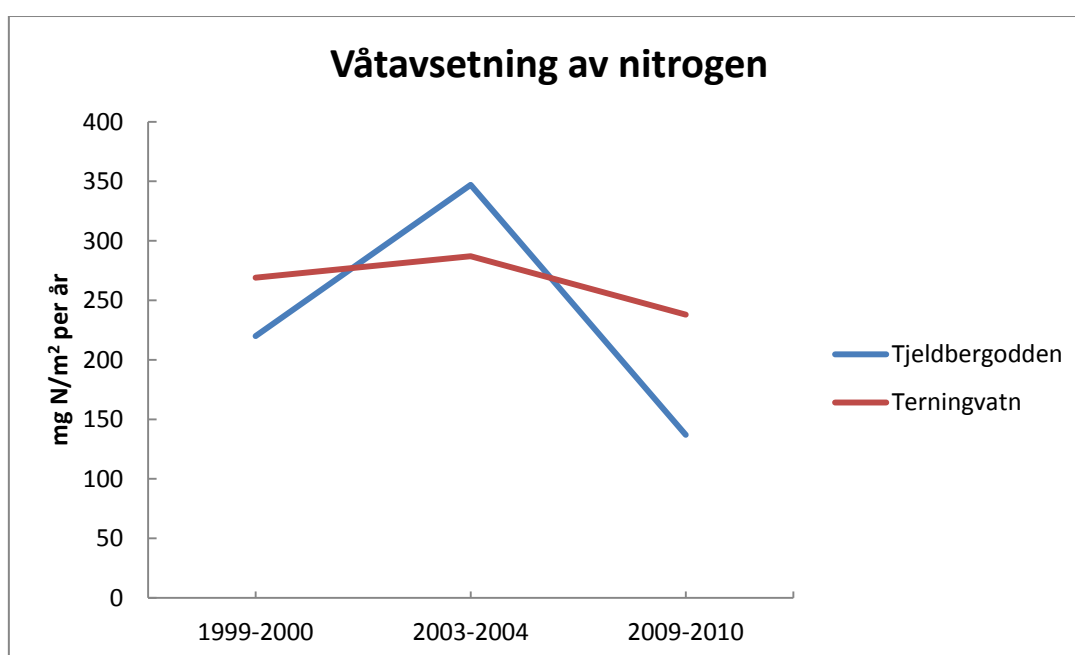
### 3.3.4 Tungmetaller

NILUs målinger av nedbørkvalitet viser at innholdet av bly (Pb), kobber (Cu), sink (Zn), og vanadium (V) i nedbøren det siste ti-året har vært omtrent vært lik konsentrasjonene ved de norske bakgrunnsstasjonene, dog med forhøyde verdier av Zn i 2009 til 2010 (**Figur 16 og 17**) (Haugsbakk 2000, 2004, Tønnesen & Haugsbakk 2012). Konsentrasjonene i nedbøren og dermed avsetningen har imidlertid vært noe høyere på Tjeldbergodden enn på Terningvatn.

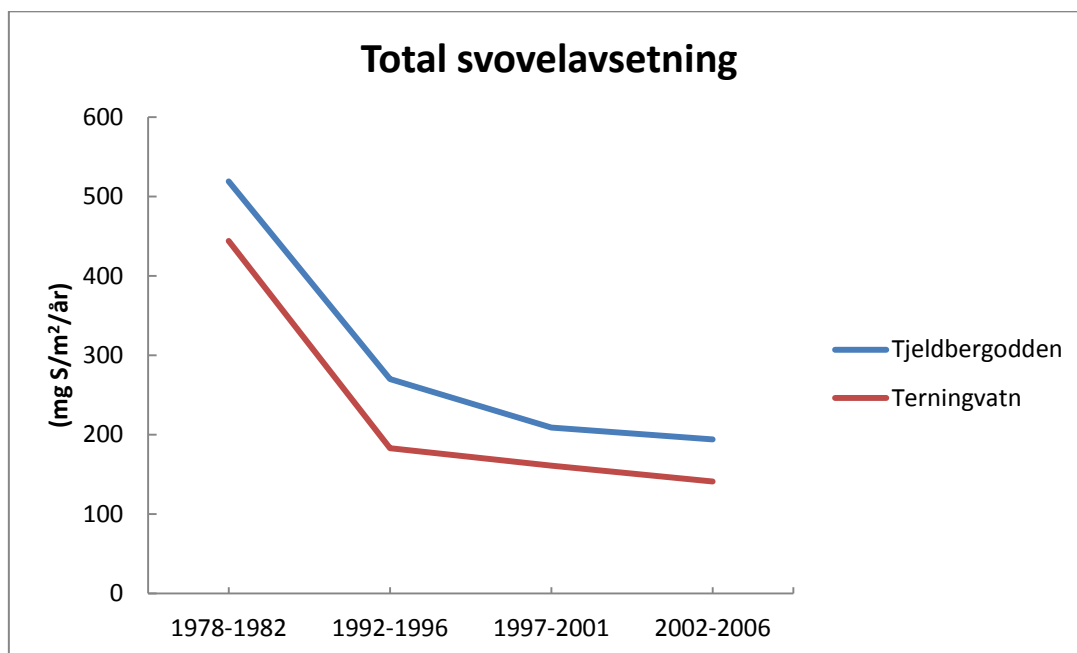




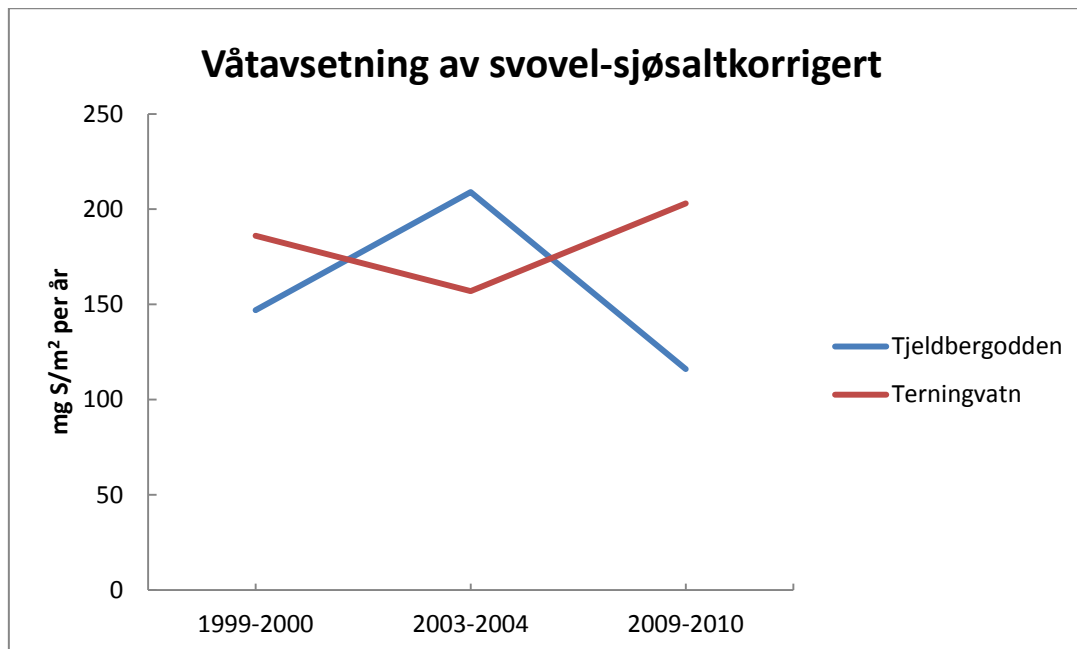
**Figur 12.** Beregnede verdier av total nitrogenavsetning for Tjeldbergodden og Terningvatn, basert på målte verdier fra norske målestasjoner for ulike klimaperioder. (Kilde: Hole & Tørseth (2002), Aas et al. (2008)).



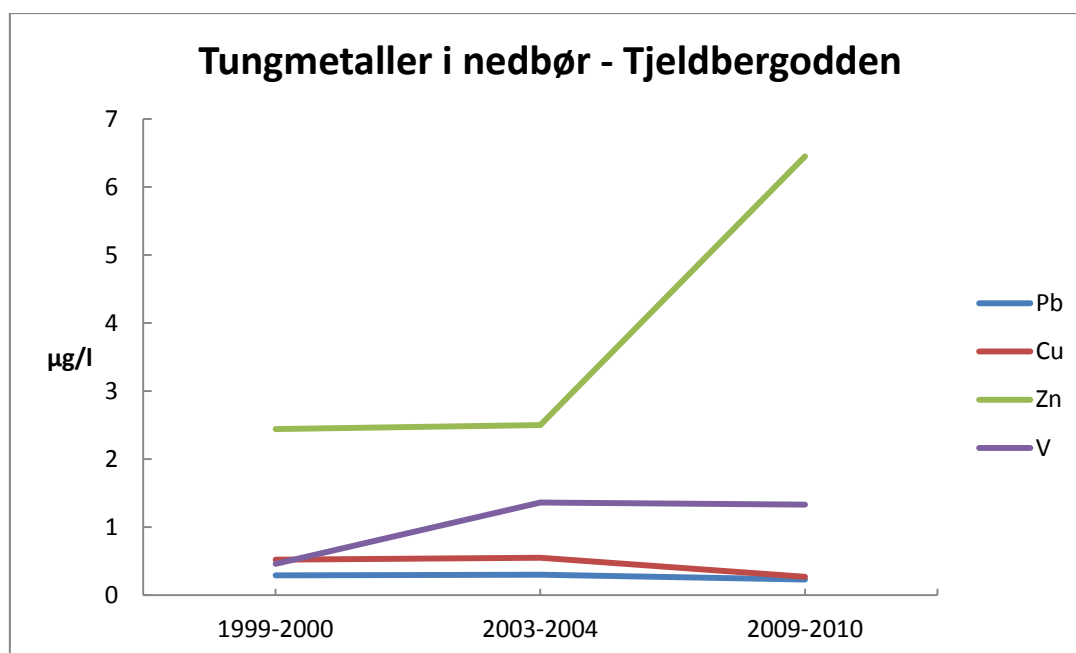
**Figur 13.** Våtavsetning av nitrogen på Tjeldbergodden og Terningvatn i perioden mai 1999 - april 2000, juni 1993 - mai 2004 og fra oktober 2009 - september 2010. Kilder: Haugsbakk (2000, 2004), Tønnesen & Haugsbakk (2012).



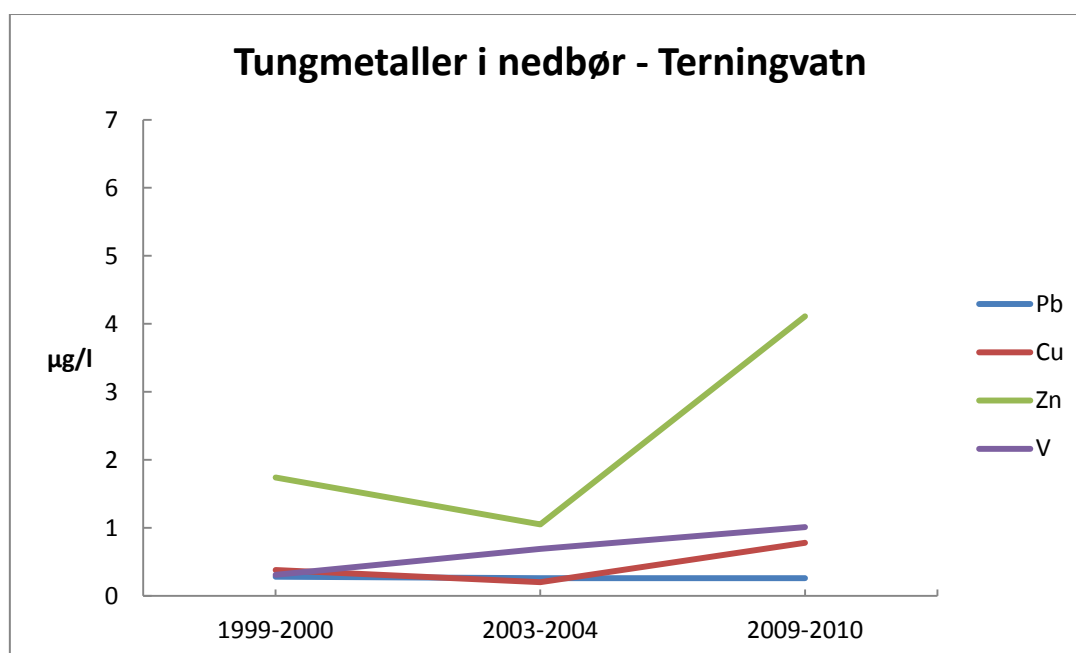
**Figur 14.** Beregnede verdier av total svovelavsetning for Tjeldbergodden og Terningvatn basert på målte verdier fra norske målestasjoner for ulike klimaperioder. Kilde: Hole & Tørseth (2002), Aas et al. (2008).



**Figur 15.** Våtavsetning av svovel på Tjeldbergodden og Terningvatn i perioden mai 1999 - april 2000, juni 1993 - mai 2004 og fra oktober 2009 - september 2010. Kilder: Haugsbakk (2000, 2004), Tønnesen & Haugsbakk (2012).



**Figur 16.** Middelkonsentrasjoner av tungmetaller på Tjeldbergodden i perioden mai 1999 - april 2000, juni 1993 - mai 2004 og fra oktober 2009 - september 2010. Kilder: Haugsbakk (2000, 2004), Tønnesen & Haugsbakk (2012).



**Figur 17.** Middelkonsentrasjoner av tungmetaller på Terningvatn i perioden mai 1999 - april 2000, juni 1993 - mai 2004 og fra oktober 2009 - september 2010. Kilder: Haugsbakk (2000, 2004), Tønnesen & Haugsbakk (2012).

## 4 Overvåking av jord

*Forfatter: Ingvald Røsberg*

*Norsk institutt for skog og landskap, Postboks 115, NO- 1431 Ås*

### 4.1 Feltbeskrivelse

Jordprøvene ble tatt i tilknytning til NINAs vegetasjonsfelt Tj2 ca. 3 km øst for metanolfabrikken på Tjeldbergodden (kartblad Hemne, 1421 I med UTM-koordinater 32V MR 881 314, **Figur 19, 23**). Berggrunnen i dette området gir en næringssvak jord med lav bufferevne. Dominerende vegetasjonstyper i området er røsslyngheier, lyngdominerte furu- og bjørkeskoger og fattige myrer. På felt 2 er det dominans av en lavproduktiv røsslyng-blokkebær furuskog. I 1993 lå trehøydene vesentlig mellom 8,5 og 10,5 m.

### 4.2 Metode

Innsamlingen av jord ble utført etter samme metode som brukt i "Program for terrestrisk naturovervåking" (TOV) (Jensen 1991). I august 1993 ble det tatt ut jordprøver på Tjeldbergodden på et 25 m x 30 m stort felt i tilknytning til NINA's vegetasjonsfelt nr. 2 (Berg 1995). Jordprøvene ble tatt ut med et jordbor fra skjæringspunktene i et på forhånd bestemt rutenett (spredt jordprøvetaking). Dette muliggjorde gjentatt prøvetaking på omtrent de samme punktene i 2001 (Røsberg og Aamlid 2002) og i 2011. Det ble hver gang til sammen tatt 100 prøvestikk. I 1993 ble alle prøvestikk nummerert og prøvestikkene ble tilfeldig fordelt med 25 stikk på 4 serier (A – D). Denne nummerinndelingen og inndeling i serier ble siden fulgt i 2001 og 2011. Hvert prøvestikk ble også delt inn i 2 prøver fra organisk sjikt (O) og 2 fra mineraljorda (M) ned til 15 cm fra skillet organisk jord/ mineraljord etter internasjonal standard for jorcovervåking (United Nations Economic Commission for Europe 1994); O1: 0 - 2,5 cm, O2: ≥ 2,5 cm, M5: 0 - 5 cm og M15: 5 - 15 cm. Jordprøvene ble samlet inn i løpet av perioden 8. - 11. august 2011. De ble tørket ved 25 °C og prøvene fra O1 og O2 ble kvernet i en Wailey-mølle, mens prøvene fra M5 og M15 ble siktet.

Alle jordprøvene ble analysert ved Skog og landskaps Kjemiske analyselaboratorium. I jord ble "total" mengde elementer bestemt ved at jordprøven ble oppsluttet i en syreblanding, 1 del 72 % HClO<sub>4</sub> og 5 deler 70 % HNO<sub>3</sub>. Utbyttbare kationer ble bestemt etter ekstraksjon med 1 M NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>. Jord-pH ble bestemt ved tilsetning av vann i et jord-væske forhold på 1:2,5. Jordekstraktene ble analysert ved bruk av metoden induktiv koplet plasma (ICP). Nærmere beskrivelse av analysemetodene er gitt i Ogner et al. (1991, 2000). Veide middelverdier for pH ble beregnet ut fra H<sup>+</sup>-konsentrasjonene.

Statistisk behandling av jordanalysene ble gjort for å avdekke endringer for de enkelte analyserte parametre i tidserien 1993-2011. Det er benyttet t-tester som tester for endringer i konsentrasjonene av de enkelte næringsstoff mellom de tre prøvetaksperiodene: 1993-2001, 2001-2011 og 1993-2011.

Nedenfor følger en kort forklaring på viktige begreper som er brukt i rapporten.

- Glødetapet (LOI) er andelen av en prøve som brennes bort når prøven varmes opp til 550 °C, og gir et mål på jordas innhold av organisk materiale.
- Kationbyttekapasiteten (CEC) er den totale summen av utbyttbare kationer som er adsorbert til organisk materiale og mineralpartikler i jorda. Kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), natrium (Na) og aciditet (hydrogen, H og aluminium, Al) er de kationene som utgjør den største delen av CEC.

- Basemetningsgraden (BS, %) i jorda er CEC minus utbyttbar aciditet dividert på CEC multiplisert med 100, og gir et mål på prosentandelen av ladningsplassene som opptas av basekationer.

## 4.3 Resultat

### 4.3.1 Jordprofilen

Jordsmonnet på feltet Tj2 er i hovedsak grunt og er øverst dominert av en sammenhengende råhumus, O1 og O2. Mot mineraljorda er det ofte et smalere sjikt med humus som kan være mineralblandet. Mineraljorda, slik den ble samplet her, går ned i utfellingssjiktet eller omfatter bare utvaskingssjiktet. Begge deler er ofte farget av humusstoff. Imidlertid gir dette seg lite utslag i glødetapet (innhold av organisk materiale) (**Tabell 1, Vedlegg 1**). Dette ser en i glødetapet som varierer mellom knapt 70 % til 96 % i O1 og O2, mens det i mineraljorda bare ble målt mellom 3,9 % og 7,0 %. Både i organisk del og mineraldel er det nedover i profilet en svak nedgang i glødetap. Konsentrasjonen av totalnitrogen (tot-N) viser omtrent samme endringsmønster som glødetapet. Jordas volumvekt (tetthet) viser en motsatt trend nedover i profilet, med den samme skarpe overgangen mellom O og M som er målt for tot-N og glødetap.

pH i O1 og O2 ligger mellom 4,1 og 4,4 og i mineraljorda har den en stigende tendens nedover i profilet. Som pH gjenspeiler konsentrasjonen av H kvaliteten på det organiske materialet og at det er en transport nedover av sure substanser samtidig som materialet er noe mer nedbrutt. Gjennomsnittet i O2 er litt større enn i O1. Tilsvarende mønster har en i mineraljorda, men konsentrasjonen her er betydelig lavere enn i O (23 - 26 mmol/kg mot 24 - 30 mmol/kg). CEC synker svakt fra O1 til O2 og deretter skjer en kraftig reduksjon til M5 og M15. BS synker ikke like sterkt. Den er forholdsvis høy i O1 (75 - 78 %) og O2 (62 - 67 %) og i snitt 35 % i M5 og 28 % i M15.

Skillet mellom de to organiske nivåene og mineraljorda gjør seg også gjeldene for de utbyttbare kationene. Konsentrasjonene av den utbyttbare komponenten hos metallkationene kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K) og mangan (Mn) (**Tabell 1**) synker med dybden og det store skillet går mellom O2 og M5. Størst er konsentrasjonen av Ca i O1 med mellom 79 - 95 mmol/kg, og den synker ned til mellom 1,3 - 2,1 mmol/kg i M15. For natrium (Na) er konsentrasjonene litt høyere i O2 enn i O1. Aluminium (Al) og jern (Fe) har også de høyeste konsentrasjonene i O2, (henholdsvis 21 - 34 mmol/kg og 2 - 3 mmol/kg) og konsentrasjonene er også større i mineraljorda enn i O1. Utbyttbar fosfor (P) og svovel (S) stammer i stor grad fra organisk materiale. Det er derfor svært lave konsentrasjoner av disse elementene i mineraljorda (mellom 0,01 og 0,4 mmol/kg), mens konsentrasjonene av både P og S ligger noe høyere i O1 (3,2 - 5,8 mmol/kg og 4,0 - 4,3 mmol/kg). Tungmetallene barium (Ba), strontium (Sr) og sink (Zn) har også størst konsentrasjoner i O1 og O2. De utbyttbare mengdene er ubetydelige i M5 og M15, men også små i O1 og O2. Konsentrasjonene er størst i O1 der de er 459 - 499 µmol/kg for Zn og 387 - 422 µmol/kg og 135 - 141 µmol/kg for henholdsvis Sr og Ba.

Konsentrasjonene av de utbyttbare mengdene av elementene viser et godt samsvar (regresjon) mot glødetap ( $r^2 > 0,5$ ), som igjen samsvarer mot organisk materiale. Unntak fra dette er Fe, Al og silisium (Si) som har et noe svakere forhold. For regresjon mot CEC er  $r^2$  over 0,99, noe som skyldes at organisk materiale har en høy ladningstetthet.

Totalinnholdet (**Tabell 2**) av næringsstoff ble bestemt både i den organiske jorda og i mineraljorda med unntak av 2001. Totalmengdene av viktige kationer som Ca, Mg, K og Na var litt større enn de utbyttbare mengdene i de organiske sjiktene. I humussjiktet var totalinnholdet av Ca 53 - 116 mmol/kg, mens det i mineraljorda lå på 48 - 80 mmol/kg. De tilsvarende verdiene

**Tabell 1.** Jordprøver fra Tjeldbergodden, Felt Tj 2, i 2011, 2001 og 1993. Verdier er gitt per kg tørrstoff. Volumvekt (vv) er gitt i g/l, glødetapet (LOI) i %, total nitrogen (tot-N) i g/kg, utbyttingskapasitet (CEC) i mmol(+)/kg og basemetningsgrad (BS) i %. Utbyttbare element er ekstrahert med  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Enhet for elementene er mmol/kg, unntatt Ba, Sr og Zn som er gitt i  $\mu\text{mol/kg}$ . I nedre halvdel av tabellen gis standardavvik av middelveiden, prefix «s» foran elementnavn.

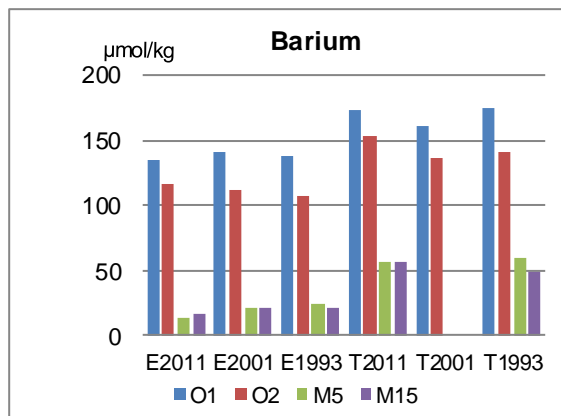
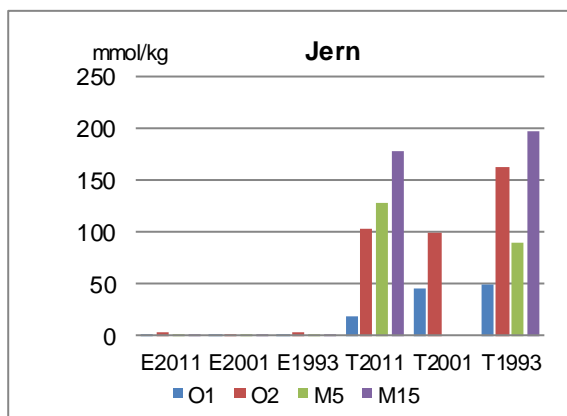
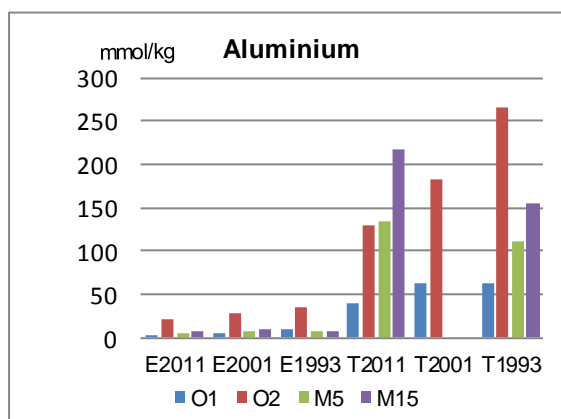
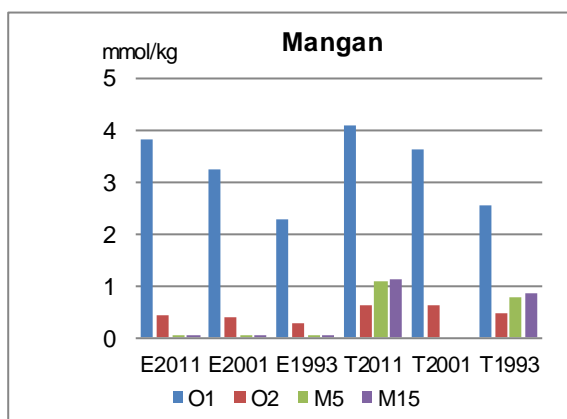
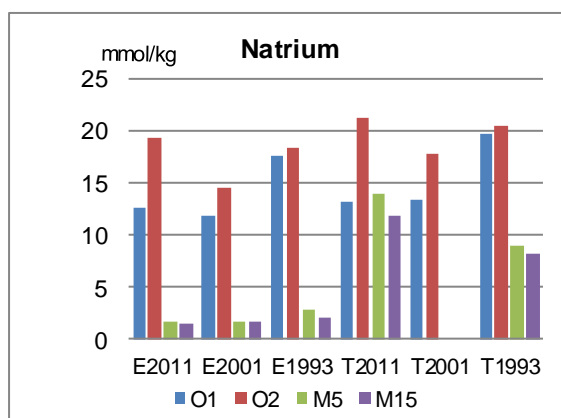
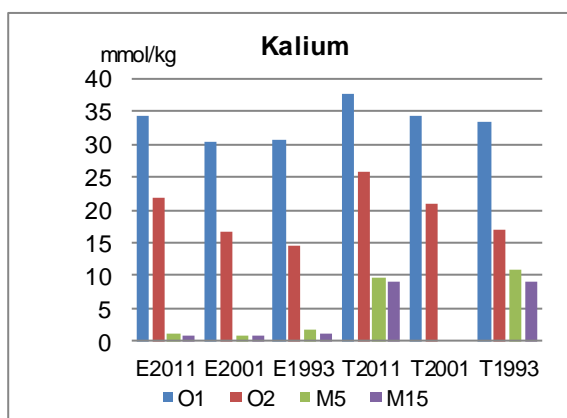
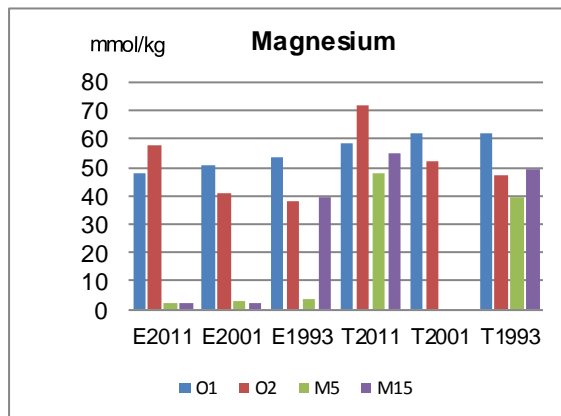
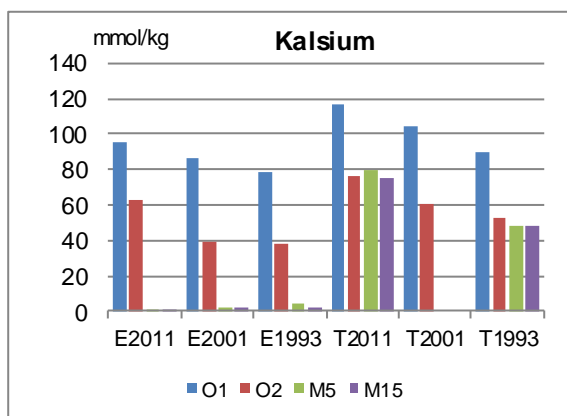
År	2011	2001	1993	2011	2001	1993	2011	2001	1993	2011	2001	1993
Sjikt	O1	O1	O1	O2	O2	O2	M5	M5	M5	M15	M15	M15
vv	186	212	219	255	407	412	1006	872	1050	1010	898	1083
LOI	95,8	89,2	90,9	92,6	70,6	69,9	5,5	5,6	7,0	5,7	5,5	3,9
tot-N	11,96	11,11	13,39	12,65	9,96	12,67	0,90	0,99	1,25	1,04	0,95	0,64
pH	4,4	4,2	4,2	4,1	4,2	4,3	4,5	4,7	4,7	4,7	4,8	4,8
H	101,0	82,6	96,5	135,1	101,2	114,5	23,3	25,8	24,3	27,4	29,6	24,4
CEC	442,3	405,4	414,0	418,1	294,7	301,4	33,5	39,4	43,7	36,4	41,1	36,2
BM	75,4	78,0	75,6	67,5	65,3	61,9	30,3	34,1	43,9	24,3	27,6	32,5
Ca	95,4	86,4	78,7	62,9	39,5	38,4	1,4	2,6	3,8	1,3	2,1	2,0
Mg	47,9	50,7	53,6	57,6	41,1	38,3	2,4	2,9	3,5	2,0	2,5	2,2
K	34,4	30,4	30,8	21,8	16,7	14,5	1,0	1,0	1,7	0,8	0,7	1,2
Mn	3,8	3,2	2,3	0,4	0,4	0,3	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01
Na	12,6	11,8	17,6	19,4	14,6	18,4	1,7	1,7	2,8	1,6	1,7	2,2
Al	3,9	6,1	9,6	21,2	28,0	34,3	6,5	8,4	7,8	8,4	10,8	8,5
Fe	0,3	0,7	1,1	3,0	2,1	2,4	0,7	0,4	0,6	0,7	0,5	0,7
P	5,8	4,4	3,2	1,3	0,8	0,4	0,04	0,05	0,1	0,02	0,01	0,12
S	4,3	4,0	4,3	3,6	3,2	3,0	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3
Si	568,0	449,8	360,8	675,5	464,3	711,0	552,5	219,8	564,5	706,5	459,8	550,0
C	638,0	790,0	818,8	482,8	455,0	430,3	23,3	35,0	68,5	21,3	33,0	55,3
Ba	135,1	140,8	138,0	116,3	111,4	106,8	14,2	21,2	23,8	16,7	21,2	20,8
Sr	408,5	386,8	422,3	482,6	346,6	361,0	22,5	26,4	40,8	21,4	25,0	26,3
Zn	499,3	446,5	458,5	317,0	182,3	172,0	29,8	9,5	18,0	26,5	6,8	12,5
s vv	16,1	11,9	14,2	5,0	14,6	27,3	119,3	64,9	71,8	55,1	28,7	22,1
s LOI	0,8	0,9	3,3	1,0	6,0	6,9	1,0	0,4	1,9	0,5	1,1	0,6
s tot-N	0,19	0,11	0,60	0,21	0,64	1,59	0,21	0,01	0,36	0,22	0,21	0,07
s pH	0,05	0,08	0,03	0,04	0,06	0,09	0,05	0,18	0,12	0,13	0,02	0,13
s H	5,6	4,7	8,1	7,6	4,3	11,3	1,6	2,5	5,1	3,0	5,9	2,6
s CEC	21,8	16,7	14,7	9,5	27,1	20,8	1,6	6,0	9,2	4,4	9,4	3,7
s BS	1,7	1,7	1,5	1,3	2,3	1,9	4,1	4,0	4,0	5,2	3,0	4,7
s Ca	10,4	6,5	4,1	4,6	5,0	2,8	0,2	0,7	1,0	0,8	0,8	0,4
s Mg	2,5	2,7	3,0	4,1	5,2	2,8	0,4	0,8	1,0	0,5	0,9	0,7
s K	1,6	1,7	2,1	1,5	2,4	1,2	0,3	0,2	0,5	0,1	0,1	0,3
s Na	0,7	0,8	0,9	0,9	2,1	2,3	0,2	0,5	0,6	0,1	0,5	0,3
s Mn	0,6	0,5	0,3	0,1	0,04	0,03	0,002	0,003	0,02	0,002	0,001	0,000
s Al	1,3	1,9	3,3	4,4	2,1	5,7	0,8	0,4	1,9	0,8	2,1	0,9
s Fe	0,2	0,3	0,5	1,7	0,8	0,7	0,05	0,15	0,2	0,2	0,2	0,1
s P	0,7	0,6	1,2	0,3	0,2	0,1	0,02	0,02	0,03	0,014	0,005	0,03
s S	0,2	0,2	0,5	0,1	0,5	0,5	0,04	0,08	0,05	0,08	0,1	0,05
s Si	98,3	134,3	36,5	73,6	52,7	177,4	74,0	69,0	108,2	174,7	130,0	89,2
s C	126,7	50,9	67,3	24,0	55,4	33,8	4,3	5,7	11,2	2,3	6,2	4,6
s Ba	12,8	11,5	6,1	9,0	12,5	9,2	0,8	5,7	4,9	2,8	3,1	2,1
s Sr	14,9	12,4	20,0	30,1	43,5	24,9	2,9	7,2	6,8	5,9	8,1	5,3
s Zn	26,5	13,2	35,8	40,6	19,1	14,4	14,8	2,4	0,8	13,3	2,1	5,7

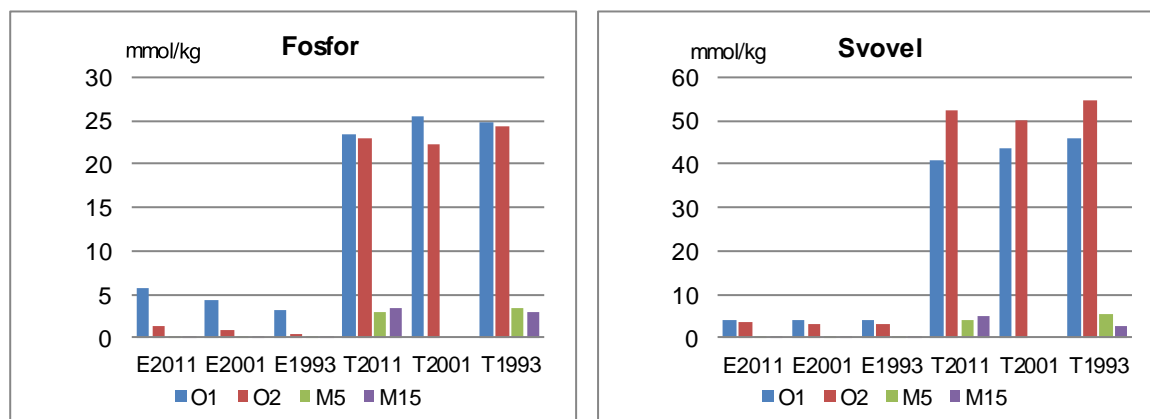
for Mg og K var på henholdsvis 47 - 62 mmol/kg og 17 - 38 mmol/kg i humus og 48 - 80 mmol/kg og 9 - 11 mmol/kg i mineraljorda. Totalinnholdet av Na lå mellom 13 - 21 mmol/kg i humussjiktet og 8 - 14 mmol/kg i mineraljorda. Det var altså mye høyere konsentrasjoner av totalt elementinnhold i mineraljorda enn av utbyttbare mengder. Det inkluderer også Fe og Al og i noe mindre grad Mn. Al og Fe hadde størst konsentrasjoner i O2 og i mineraljorda. Det var tydelige mengder av tungmetallene Ba, Sr og Zn i organisk jord (O1 og O2). Det samme gjaldt for mineraljord. F.eks. var det av Zn 590 - 687 µmol/kg i O1 og 106 - 145 µmol/kg i M5 og M15 (**Tabell 2**). Også for P og S var totalinnholdet størst i de organiske sjiktene (henholdsvis 22 - 26 mmol/kg og 41 - 55 mmol/kg), og det var betydelig lavere konsentrasjoner for begge elementene i mineraljorda. I forhold til ekstraherbar mengde (E1) næringsstoff var totalinnholdet større i mineralsjiktet (**Tabell 1**).

**Tabell 2.** Totalinnholdet av ulike element i jordprøver fra Tjeldbergodden, Felt Tj2, i 2011, 2001 og 1993. Oppslutningsvæske er en blanding av  $\text{HClO}_4$  og  $\text{HNO}_3$ . Verdier er gitt per kg tørrstoff. For kobber (Cu) og bor (B) er enheten µmol/kg. Ellers som Tabell 1. I nedre halvdel av tabellen gis standardavvik av middelerdien, prefix «s» foran elementnavn.

År	2011	2001	1993	2011	2001	1993	2011	2001	1993	2011	2001	1993
Sjikt	O1	O1	O1	O2	O2	O2	M5	M5	M5	M15	M15	M15
Ca	116,3	104,2	89,5	76,7	60,7	52,8	79,8	-	48,1	75,3	-	48,6
Mg	58,7	62,2	61,7	72,0	52,3	47,3	48,1	-	39,8	54,9	-	49,6
K	37,7	34,5	33,5	25,9	21,0	16,9	9,7	-	10,9	9,0	-	8,9
Mn	4,1	3,6	2,6	0,6	0,6	0,5	1,1	-	0,8	1,1	-	0,9
Na	13,2	13,4	19,7	21,2	17,8	20,5	14,0	-	9,1	11,9	-	8,3
Al	39,3	63,6	61,9	130,3	182,6	265,6	134,4	-	111,0	217,1	-	156,1
Fe	19,4	45,0	49,1	103,1	99,0	161,9	127,6	-	89,2	178,7	-	197,7
P	23,5	25,6	24,8	23,1	22,4	24,4	3,0	-	3,4	3,4	-	3,0
S	40,8	43,5	45,9	52,2	50,2	54,5	4,0	-	5,5	4,9	-	2,9
B	765,3	268,5	332,3	943,3	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	154,5	91,8	123,3	152,8	67,0	96,0	72,8	-	27,3	84,3	-	21,8
Ba	172,8	161,5	175,0	153,8	136,5	141,5	56,0	-	60,0	56,3	-	49,5
Sr	466,3	463,8	483,3	536,8	459,8	436,8	334,8	-	195,3	295,5	-	183,5
Zn	687,3	671,5	589,5	479,5	328,3	274,0	122,8	-	105,5	143,3	-	145,5
s Ca	9,5	7,8	3,6	8,6	2,2	3,8	18,9	-	7,0	15,2	-	8,3
s Mg	4,0	4,7	2,6	2,9	4,5	5,7	9,7	-	13,8	11,6	-	20,6
s K	1,3	1,3	2,4	3,7	1,8	1,8	2,0	-	3,0	0,7	-	2,4
s Mn	0,8	0,5	0,2	0,2	0,1	0,0	0,2	-	0,1	0,2	-	0,3
s Na	0,8	1,0	1,4	0,7	1,8	1,7	1,4	-	0,8	1,2	-	1,0
s Al	10,5	13,6	13,7	24,0	20,4	57,6	17,6	-	27,3	83,8	-	18,9
s Fe	7,6	12,9	17,1	43,8	14,3	21,7	27,4	-	18,9	52,0	-	34,6
s P	0,7	0,7	1,2	2,9	2,1	3,5	0,6	-	1,2	0,4	-	0,5
s S	0,7	1,5	2,0	4,5	4,8	10,9	0,8	-	1,7	1,1	-	0,2
s B	60,8	103,5	23,2	1031	-	-	-	-	-	-	-	-
s Cu	22,1	8,3	18,1	24,2	8,3	19,4	66,9	-	5,9	64,9	-	3,5
s Ba	8,5	15,3	4,0	7,5	15,4	17,3	4,5	-	24,5	3,5	-	5,7
s Sr	13,4	13,6	15,0	18,5	29,6	20,8	79,1	-	30,1	59,3	-	30,5
s Zn	51,9	18,7	37,5	101,5	30,3	27,8	34,2	-	26,3	12,7	-	32,5







**Figur 18.** Sammenlikning for et utvalg elementer av utbyttbar mengde, *E*, og totalinnhold, *T*, i 2011, 2001 og 1993 i organiske sjikt, O1 og O2, og i mineraljord, M5 og M15. Verdier er gitt per kg tørrstoff. Enheter er mmol/kg med unntak for Ba som gis i  $\mu\text{mol/kg}$ .

#### 4.3.2 Tidsvariasjon

I **Figur 18** er utviklingen i konsentrasjonene av noen element framstilt i en tidsakse og gruppert med hensyn til utbyttbare (E1993-E2011) elementer og totalmengden (T1993-T2011) av de samme. Sjiktene er vist med ulike farger.

I løpet av forsøksperioden har utviklingen for elementene i utbyttbar fraksjon og totalmengde vært varierende. For utbyttbare element i mineralsjiktene kan det av figuren være vanskelig å se noen utvikling overhodet pga. lave konsentrasjoner, for eksempel Ca, K og Mg.

For Ca og Mn synes utbyttbar mengde å ha økt fra 1993 til 2011 i organiske sjikt og i mineraljorda gjelder det samme for totalmengde, mens utbyttbar mengde av Ca ser ut til å ha gått ned (**Figur 18, Tabell 3**). For K er det en klar økning i O2 over perioden, både for utbyttbar- og totalmengde, og noe mindre klar økning i O1. Også for Mg er det en økning i begge komponenter i O2 og en svak økning i totalmengde for M5 og M15. For utbyttbart Na er det i O1 en synkende tendens som også er signifikant på 1 % nivå (**Tabell 3**), samtidig som også totalmengden av Na synker. I M5 var det en nedgang i konsentrasjonen av utbyttbart Na mellom 2011 og 2001. For tungmetallet Ba er det vanskelig å se tydelige endringer sjøl om det er en signifikant økning i utbyttbar mengde i O2 over måleperioden, men en signifikant nedgang i M5 (**Figur 18, Tabell 3**). Det er små mengder utbyttbart S, men for perioden 2011-2001 var det en signifikant økning i O1 (**Figur 18, Tabell 3**). Derimot sank totalmengden av svovel i O1 i samme periode.

For tot-N var det en økning i 2011 i forhold til 2001 både i O1 og O2 som var signifikante. For O1 var det i tillegg en positiv signifikant økning over perioden 2011-1993 (**Tabell 3**). I M5 og M15 var tilstanden uforandret fra 2001 til 2011. Omtrent tilsvarende signifikante økninger skjer for glødetap (**Tabell 3**). CEC øker i O2 i undersøkelsesperioden fra 1993 til 2011, men avtar i M5. Si økte i alle sjikt unntatt O1 mellom 2011 og 2001, mens det var en nedgang for C i M15 (**Tabell 3**).

Endringene over tid for hele eller deler av måleperioden er for noen utbyttbare næringsstoff og parametere statistisk sikre (**Tabell 3**). For de 2 måleperiodene 1993-2001 og 2001-2011 er det imidlertid bare endringene i silisium i O2, natrium i M5 og C i M15 som både er signifikante og går i samme retning i begge perioder.

**Tabell 3.** Signifikanssannsynligheter (p) fra tosidige t-tester (n=4) for forskjeller mellom prøvetakingsårene i ulike jordvariabler gitt i Tabell 1. vv er volumvekt, LOI glødetap, tot-N total nitrogen, CEC utbyttingskapasitet, og BS basemetningsgrad. Utbyttbare element er ekstrahert med  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$ . – viser at det første året har størst konsentrasjon. Blanke celler indikerer  $p > 0,05$ .

Sjikt År	O1			O2			M5			M15		
	2011-1993	2011-2001	2001-1993	2011-1993	2011-2001	2001-1993	2011-1993	2011-2001	2001-1993	2011-1993	2011-2001	2001-1993
vv				– **	– ***				– **	– **		– *
LOI	**	**		**	**							***
tot-N	**	**	– **		**							*
pH				– *								
H		**			**			– *				
CEC				**	***		– **					
BS												
Ca	*			***	**		– **	– *				
Mg	– *			**	**							
Na	– **		– ***		*	– *	– *	– *	– *			– *
K		**		**					– *			– *
Al	– *		– *					– **				
Fe								*	– *			
P	*	*		*		*	– **		– *	– *		– *
S		*										
Mn	*					*						
Si					*	*		**	– *		*	
C	– *						– **		– **	– *	– *	– *
Ba				**			– *					– *
Sr			– *	**	*		– **		– *			
Zn	**	*		**	*				– **			

## 4.4 Diskusjon

Det kjemiske innholdet i jorda på felt Tj2 på Tjeldbergodden var som forventet for dette området med fuktig klima, næringsfattig berggrunn og en lavproduktiv røsslyng-blokkbær furuskog.

Glødetapet viser at innholdet av organisk materiale i jorda reduseres kraftig med jorddyppet. Nedbryting av det organiske materialet fører til dannelsen av organiske syrer som fører til utvasking av næringsstoff og transport og avsetning av humusstoff nedover i jordprofilen. Dette i tillegg til røttens opptak av næringskationer samt nedbør, gjør at konsentrasjonen av  $H^+$  er større i de øverste delene av jorda enn i dypere jordlag. Jordas pH øker da med økende jorddybde. Både for glødetap og pH er dette det vanlige fordelingsmønsteret i nærings svak norsk skogsjord.

De høye verdiene (301-442 mmol(+)/kg) for utbyttingsskapasitet i humussjiktet skyldes hovedsakelig det høye innholdet av organisk materiale (70 - 96 %), som pga. sin store ladningstetthet kan binde til seg mye kationer. Det er derfor ofte en sammenheng mellom mengden av organisk materiale i jorda og mengden av utbyttbare kationer. Dette gjenspeiles av den nevnte sammenhengen mellom utbyttingsskapaasitet og innholdet av organisk materiale.

En minking av organisk materiale og utbyttbare kationer nedover i jorda gir ikke nødvendigvis en minking av metningsgraden av basekationer fordi volumvekten øker nedover i jordprofilen. Likevel er det vanligvis slik at basemetningsgraden er størst i det organiske sjiktet.

Sammenliknet med en nærliggende flate med tilsvarende vegetasjon innen Overvåkingsprogram for skogskader (OPS) på Kårvatn i Surnadal, Møre og Romsdal er både basemetning og pH større på Tjeldbergodden i alle sjikt (OPS database ved Skog og landskap). Dette skyldes antakelig at avsetninger av sjøsalter har en viktig betydning for de utbyttbare mengdene av Mg, Na, men også Ca og K, i jorda på Tjeldbergodden, og at disse derfor er større enn på Kårvatn.

I likhet med utbyttingsskapasitet og basemetning avtar også mengden total nitrogen kraftig når andelen av organisk materiale avtar nedover i jorda. Konsentrasjonen av total nitrogen i jorda er størst i humussjiktet, fordi mye av nitrogenet er bundet i organiske forbindelser. Sjø om nitrogenmengden bundet i skogsjord kan være betydelig, er likevel tilgangen på tilgjengelig nitrogen (for eksempel frigjort gjennom mineralisering) underoptimal for plantene i de fleste norske skogs-jordsmonn (Abrahamsen og Seip 1991). Opptak og omsetning av nitrogen i vegetasjonen og mengden av de ulike planteartene har derfor også betydning for innholdet av nitrogen i jorda. Disse forholdene kan forklare hvorfor det i jordvatnet er små total nitrogenverdier på flate Tj2 og andre flater innen dette prosjektet (Berg 1995, Røsberg og Aamlid 2002) og på tilsvarende OPS-flater (Frogner 1993, Berg 1996, Solberg et al. 1997). Sammenliknet med OPS-flaten på Kårvatn er innholdet av nitrogen i jorda større på Tjeldbergodden, men innholdet er lavere sammenliknet med områder som er påvirket av nedbør med høyt innhold av nitrogen som OPS-flatene Prestebakke, Birkenes, Søgne og Nedstrand (OPS database).

Innholdet av metallkationer som Fe, Al og Mn er høyest i humusen noe som skyldes at det organiske materialet kompleksbinder disse kationene.

Det var et mindre antall element i de ulike sjikt som var forskjellige på 5 % nivå mellom prøvetakingsårene. Blant næringsstoff med signifikant endring mellom 1993 og 2011 synes det å være en økning i O2 og nedgang i M5 og M15. I O1 er det både økning og nedgang. Det har i overvåkingsperioden vært en svak nedgang i nedbør i perioden januar-september og også en økning i temperatur i perioden april-september innen overvåkingsområdet som kan ha påvirket

ulike komponenter i jordsmonnet ulikt, men som neppe har bakgrunn i utslipp fra metanolfabrikken.

En sammenlikning mellom jordkjemi på Tjeldbergodden og 17 OPS-flater viser at jorda på Tjeldbergodden ligger innenfor variasjonsområdet til OPS-flatene (OPS database). Næringsstatus i jorda er som forventet for en upåvirket naturlig norsk skogsjord i et område med næringsfattige og harde bergarter.

Utslippene av NO<sub>x</sub> fra anlegget på Tjeldbergodden har sunket ganske kraftig siden oppstart (**Figur 8**), og sjøl om total nitrogenavsetning (**Figur 12**) synes mer stabil er det tvilsomt om dette vil påvirke næringssirkulasjonen i de terrestriske økosystemene på Tjeldbergodden, dvs. at de nåværende utslipp vil ligge godt innenfor det økosystemene kan håndtere.

## 4.5 Konklusjon

Resultatene fra kjemisk analyse av jord fra 1993 til 2011 har vist et næringsinnhold i feltet Tj2 som en venter for norsk skogsjord i områder med næringsfattige, harde bergarter, fuktig klima, og som ikke er utsatt for sur nedbør. De resultatene som nå foreligger viser at det har vært endringer i denne perioden, men at det er svært vanskelig å trekke ut trender. Derfor er det rimelig å karakterisere de observerte endringene som normale variasjoner over tid.

## 5 Overvåking av markvegetasjon

Forfattere: Per Arild Aarrestad<sup>1</sup>, Bård Pedersen<sup>1</sup>, Jarle W. Bjerke<sup>2</sup>, Heidi E. Myklebost<sup>1</sup>, Anders Often<sup>3</sup> & Kristine Bakke Westergaard<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim.

<sup>2</sup>Norsk institutt for naturforskning, Polarmiljøsenteret, NO-9296 Tromsø.

<sup>3</sup>Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, NO-0349 Oslo.

### 5.1 Innledning

Formålet med overvåkingen av markvegetasjon er å vise om det over tid skjer endringer i forekomst av arter og i artssammensetningen av vegetasjonen, og om dette kan knyttes til endringer i jordsmonnet, samt vurdere hva som kan være årsakene til eventuelle endringer. Overvåkingen er lagt opp i en næringsgradient innen fattig furuskog som er den mest utbredte typen rundt Tjeldbergodden, da man antar at eventuelle forurensingseffekter først vil oppdages i næringsfattige naturtyper. Det er valgt to lokaliteter med ulik avstand fra bedriften, Tjeldbergodden og Terningvatn, og med antatt ulik forurensingspåvirkning, for å kunne tolke eventuelle påvirkning av utslipp fra metanolfabrikken på vegetasjon.

Utslippene fra metanolfabrikken av NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, tungmetaller og sporstoffer er relativt små (**Kapittel 3**). For markvegetasjonens del er det trolig utslipp fra nitrøse gasser som eventuelt kan påvirke vegetasjonen.

#### Avsetning av ulike nitrogenforbindelser

Atmosfærisk reaktivt nitrogen (alle nitrogenforbindelser unntatt ikke-reaktiv N<sub>2</sub> gass) transporteres gjennom luft og avsettes i naturen i mange ulike kjemiske former. Nitrogenoksid (NO) og nitrogendioksid (NO<sub>2</sub>), samlet kalt NO<sub>x</sub>, kommer hovedsakelig fra forbrenning av fossilt organisk materiale og oksideres i aerosoler til nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) og salpetersyre i gassform (HNO<sub>3</sub>). Slike oksiderte nitrogenforbindelser (kalt NO<sub>y</sub>) kan transporteres over svært lange avstander fra kontinentet i Europa til arktiske strøk, såkalt langtransportet forurensing (Hodson et al. 2005), men også fra lokale utslipp til nærområder slik som på Tjeldbergodden. Ammoniakkutslipp (NH<sub>3</sub>), hovedsakelig fra landbruk, danner ammonium NH<sub>4</sub><sup>+</sup> i aerosoler og i nedbør. I tillegg kommer avsetning av organisk nitrogen i form av aminer (R-NH<sub>3</sub>). Disse reduserte nitrogenformene, også kalt NH<sub>x</sub>, transporteres over kortere avstander enn de oksiderte forbindelsene (Nordin et al. 2009).

Avsetningen av lufttransportert nitrogen i form av NH<sub>x</sub> og NO<sub>y</sub> skjer både via våtavsetning ved nedbør (regn, tåkepartikler og snø) og ved tørravsetning (aerosoler og gass). Den totale nitrogenavsetning fra atmosfæren regnes som summen av tørravsetning og våtavsetning (Knudsen et al. 2002).

#### Økosystemseffekter

Nitrogen er det begrensende næringsstoff for plantevekst i mange naturlige og semi-naturlige terrestriske økosystemer, særlig gjelder dette under oligotrofe og mesotrofe forhold slik som på Tjeldbergodden. Økt nitrogenavsetning resulterer i økt tilgjengelighet av uorganisk nitrogen i øvre jordlag. I Norge vil nitrogenforbindelser i stor grad bli tatt opp av vegetasjonen, fordi vegetasjonstypene for en stor del har en underoptimal tilgang på nitrogen (Stuanes & Abrahamsen 1996). Karplanter tar opp tilført N fra jord via røtter og mykorrhiza og benytter det som byggemateriale i celleproduksjonen. Dette fører til økt vekst og økt strøproduksjon, noe som igjen gir økt mineralisering (nedbrytning av organisk materiale til nitrogenforbindelser som blir tilgjengelige for planter), næringsopptak og planteproduktivitet (Achermann & Bobbink 2003).

Økt nitrogentilgang gir gjødslingseffekter som økt biomasseproduksjon, endringer i konkurranseforhold mellom planter og endringer av artssammensetningen av plantesamfunn mot mer nitrogenkrevende vegetasjon dominert av urter og gras (Tamm, 1991). Rasktvoksende og nitrogenelskende planter som gras og enkelte urter vil "skygge ut" karakteristiske arter i næringsfattige og middels næringsrike (oligotrofe og mesotrofe) habitater, særlig de arter som har lav dekning, noe som igjen fører til en reduksjon i artsdiversitet (Bobbink et al. 1998, 2003, Suding et al. 2005, Bobbink et al. 2010). Naturtyper som fra før er tilpasset et lavt nitrogennivå er mest utsatt for påvirkninger fra nitrogengjødsling.

### Naturens tålegrense for nitrogen

Grensen for hvor mye nitrogen naturen kan nyttiggjøre seg før den endrer karakter (tålegrensen), avhenger sterkt av jordsmonn og hva slags vegetasjon som finnes i området. Tålegrensene for naturtyper er empiriske, dvs. at de fastsettes på bakgrunn av observerte endringer i økosystemet ved hjelp av eksperimentelle data, feltobservasjoner og dynamiske økosystemmodeller (Bobbink & Hetteling 2011).

Endringer i plantevekst, artssammensetning og kjemiske substanser i planter er blitt brukt som målbare effekter av nitrogenavsetning. I noen tilfeller er endringer i økosystemfunksjoner, slike som utvasking av nitrogen eller nitrogenakkumulasjon, blitt benyttet. Tålegrensene er fastsatt med en nedre og en øvre grense da det innen de analyserte økosystemene er reelle variasjoner knyttet til eksperimentelle behandlinger, usikkerhet i avsetningsverdier, variasjoner i økosystemenes nærings- og klimaforhold og ulik kulturpåvirkning. Ut fra kunnskapsnivået blir tålegrensene angitt som enten pålitelige, ganske pålitelige eller mer usikre ekspertvurderinger. Nitrogentålegrensen for barskog skog er satt til 500-1500 mg N/m<sup>2</sup> per år (Bobbink & Hetteling 2011), og for den fattige barskogstypen rundt Tjeldbergodden gjelder trolig den nedre verdi.

## 5.2 Overvåkingsområder og analysefelter

### 5.2.1 Tjeldbergodden

#### Beliggenhet

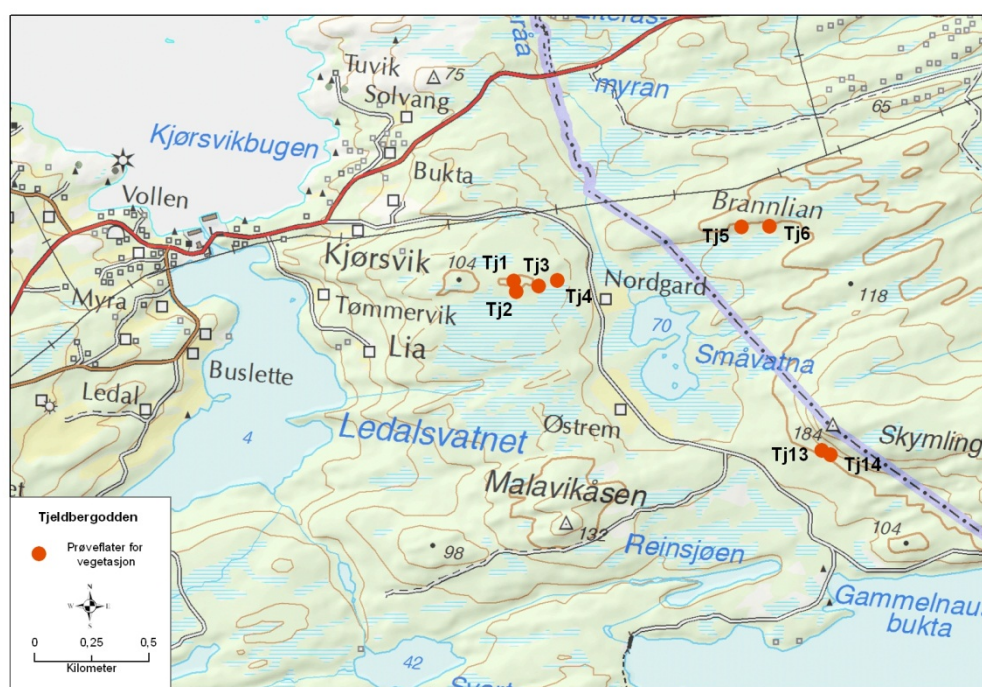
Overvåkingsområdet "Tjeldbergodden" ligger 2-3 km øst for Statoils anlegg på Tjeldbergodden, i grenseområdet mellom Aure kommune i Møre og Romsdal og Hemne kommune i Sør-Trøndelag (**Figur 19**). Seks analysefelt (Tj1-Tj6) ble etablert i 1993 langs bergrygger like nord for Nordgård, nær veien mellom Kjørsvik og Reinsjøen. Felt Tj1-Tj4 ligger vest for vegen, mens felt Tj5 og Tj6 var lagt ut på østsiden av vegen. Ved gjenanalysen i 2011 var disse to feltene ødelagt av skoghogst, og to nye felter ble etablert i tilsvarende vegetasjon (**Vedlegg 7**) som de tapte feltene. De nye feltene er kalt felt Tj13 og Tj14.

#### Ytre påvirkning

Gårdene Nordgård og Østrem (som ligger nærmest analysefeltene) har ikke fast bosetting, men jorda drives på begge brukene. Analysefeltene er lagt ut slik at de ikke er påvirket av gårdsdrift eller fritidsboliger. Ved utlegging av feltene i 1993 var det ingen tydelige tegn på hogst nær feltene, men senere er det drevet skogshogst øst for veien mellom Kjørsvik og Reinsjøen, se ovenfor.

Analyseflatene på Tjeldbergodden er noe påvirket av beite fra hjortebestanden som overvintrer i denne delen av Aure. Hjortens bruk av bergryggen nord for Nordgård ses bl.a. på en rekke svake tråkk i området og at ørevier (*Salix aurita*) er sterkt beitet. Vinterstid beiter hjorten fortrinnsvis i blåbærskog (Fremstad 1994), og man kan forvente at den da øver et svakt beitetrykk i de mer næringsrike analysefeltene.





**Figur 19.** Kart over analysefeltenes beliggenhet på Tjeldbergodden. Jordprøvefeltet til Skog og landskap ligger ved analysefelt Tj2. Grafikk: Svein-Erik Storeid, NINA.

## 5.2.2 Terningvatn

### Beliggenhet

Overvåkingsområdet "Terningvatn" ligger i Snillfjord kommune i Sør-Trøndelag ca. 2-3 km innenfor kystlinjen langs Trondheimsleia (**Figur 20**). De seks overvåkingsfeltene (Te7-Te12) er lagt ut fra nordre enden av Terningvatn nordover mot Terningan. Felt Te7 ligger 20 m vest for vegen som fører ned til Terningvatn, vel 20 m fra vannkanten. Felt Te8 og Te9 ligger i skråningen øst for vegen, henholdsvis ca. 70 og 85 m fra vegen. Felt 10 er lagt ved nordøstenden av Langvatnet, ca. 20 m fra vegen til Terningvatn, der denne tar av fra Terningenvegen. Felt Te11 og Te12 ligger i skråningen mellom Terningvegen og Dalen gård, ca. 50 øst for (nedenfor) vegen.

### Ytre påvirkning

Felt Te8 og Te9 ser ikke ut til å være kulturlavproduktiv. Furuskogen er her for lavproduktiv til å bli utnyttet i dag, og husdyrbeite har knapt foregått i denne åsen i de siste generasjoner. Elg ferdes i området, men øver bare et svakt beitetrykk. Derimot har det tidligere vært husdyrbeite i dalsiden ovenfor Dalen gård, der felt Te11 og Te12 ligger. Et parti nærmere vegen er tydelig beitepåvirket, og et visst grasinnslag i feltene er sannsynlige spor etter tidligere beite. Dalen gård er ikke i drift og det foregår ikke husdyrbeite i dag. Feltene ble vurdert i 1994 til å være så stabile at deres tilstand ikke ville by på problemer i overvåkingssammenheng. Det samme gjelder felt Te10, der det er et tydelig innslag av gras og urter.

I felt Te7 finnes gamle stubber som viser at trær er blitt avvirket, men undervegetasjonen har for lengst tilpasset seg de endringer i lys- og fuktighetsforhold som hogsten medførte. Ellers er bygging av skogsbilvegen til Terningvatn det største inngrepet i nærheten av felt Te7. Feltet er i de senere år trolig også noe påvirket av ferdsel, da det er satt opp en lavvo/rasteplass like ved.



**Figur 20.** Kart over analysefeltenes beliggenhet ved Terningvatn. Grafikk: Svein-Erik Storeid, NINA.

Siden forrige inventering i 2001 er det satt opp en gapahuk mellom felt Te10 og veien til Terningvatn. I forbindelse med dette er vegetasjonen og de øverste jordlagene fjernet der gapahuken er plassert, men overvåkningsfeltet er ikke berørt. Antagelig medfører gapahuken likevel økt trafikk og forstyrrelse i feltet i form av tråkk.

## 5.3 Materiale og metoder

### 5.3.1 Vegetasjonsøkologisk feltdesign og analysemetodikk

Metodikken som benyttes følger så langt som mulig NINAs konsept for vegetasjonsøkologiske undersøkelser innen "Program for terrestrisk naturovervåking" (Bakkestuen et al. 2010). Analysene er utført to ganger tidligere i 1993/1994 og i 2001 (Eilertsen & Fremstad 1994, 1995, Aarrestad & Wilmann 2002).

#### Ruteplassering og oppmerking

På hvert av overvåkningsområdene Tjeldbergodden og Terningvatn ble det opprinnelig lagt ut seks analysefelt à 5 m x 10 m i furuskog slik at de fanget opp mest mulig av den floristiske og økologiske variasjonen i naturtypen. Feltet Tjeldbergodden ble etablert i 1993 og Terningvatn i 1994. Feltene ble merket med trepåler i alle hjørnene. Innen hvert felt ble fem analyseruter à 1 m<sup>2</sup> tilfeldig valgt ut, ved "begrenset tilfeldig ruteplassering" (restricted random sampling, jf. Økland 1990). Hjørnene til hver analyserute ble markert med trepåler og aluminiumsrør. Feltdesignet er valgt som et kompromiss mellom objektivitet og tidsforbruk.

Feltene på Tjeldbergodden var nummerert fra 1 til 6 (Tj1-Tj6) med analyserutene fortløpende nummerert fra Tj01 til Tj30. Feltene på Terningvatn var nummerert fra 7 til 12 (Te7-Te12) med fortløpende analyseruter fra Te31 til Te60.



Ved gjenanalysen i 2011 var feltene Tj5 og Tj6 på Tjeldbergodden ødelagt av skoghogst, og to nye felter ble etablert i tilsvarende vegetasjon som de tapte feltene. De nye feltene er kalt Tj13 og Tj14 med fortløpende analysenummer Tj61-Tj80.

### Ruteanalyser

Analyserutene ble undersøkt ved hjelp av en analyseramme på 1 m x 1 m som var delt i 16 småruter á 25 cm x 25 cm (**Figur 21**). I hver av de 16 smårutene ble forekomst/fravær av alle arter av karplanter, moser og lav registrert. Disse registreringene danner grunnlag for utregning av artenes smårutefrekvens, som nyttes som kvantitativ mål for hver art i analyseruta. I tillegg ble dekning (projeksjon i horisontalplanet) av hver art i analyseruta angitt i prosent. Denne informasjonen gir et supplement til frekvensdataene, og er av betydning for vurdering av endrete dominansforhold i analyseruta over tid. Analyserutene på Tjeldbergodden er analysert alle år i slutten av juni måned og på Terningvatn i begynnelsen av juli måned.



**Figur 21.** 1 m<sup>2</sup> analyserute med 16 småruter. Foto: Anders Often.

### Nomenklatur

Navn på arter følger Lid & Lid (2005) for karplanter, Frisvoll et al. (1995) for bladmoser og levermoser, og Santeson et al. (2004) for lav. *Cladonia* spp. i tabellene omfatter både arter som i stor grad består av basalskjell og arter med opprette, mer og mindre sylformede podetier. Noen kryptogamer som er vanskelig å bestemme til art, er samlet i fellestaxon.

## 5.3.2 Miljøparametere

### Jordprøver

Ved hver analyserute er det alle år samlet inn en jordprøve fra humuslaget ned til 5 cm dybde (uten mineralsjikt). Disse ble tatt ved hjelp av flere stikk rett utenfor ruta i tilsvarende vegetasjon som inne i ruta og blandet til en samleprøve som er representativ for analyseruta. Formålet med disse humusprøvene er å studere variasjonen i jordparametere over tid i forskjellige vegetasjonsutforminger. Dataene vil også kunne brukes til å tolke resultatene fra multivariate analyser av vegetasjonsdata og som forklaringsvariabler til eventuelle endringer i vegetasjonsdynamikk over tid.

I 2011 fikk noen prøver dessverre en del innblanding av minerogent materiale, noe som endrer innholdet av flere jordkjemiske parametere i analysene. For parametere som er avhengig av humusmengden (Kjeldahl total nitrogen, ekstraherbart C, P, H, Na, K, Ca, Mg og S) er dette i de statistiske behandlingene prøvd kompensert ved å angi elementene i prosentvis forhold til glødetapet (LOI). Dette er gjort for prøver fra alle år.

### Kjemisk analyse av jordprøver

Humusprøvene er analysert for  $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ , LOI, Kjeldahl total nitrogen (tot-N) og  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ -ekstraherbare kationer etter metoder beskrevet i Ogner et al. (1999).

Jordprøvene ble ekstrahert med 1M  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , titrert for utbyttbar aciditet og analysert på ICP (inductively coupled plasma emission spectroscopy) for utbyttbare ioner og ekstraherbare elementer (Al, Ba, C, Ca, Fe, H, K, Mg, Mn, Na, P, S, Si, Sr, og Zn). Utbyttingskapasitet av kationer (CEC) ble regnet ut i henhold til  $\text{CEC}_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = \text{utbyttbar aciditet (H}^+) + \text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^+ + \text{Mg}^+ + \text{Mn}^+ \text{ (mmol(p+)/kg jord)}$ . Basemetning (BS) ble regnet ut i henhold til  $\text{BS}_{\text{NH}_4\text{NO}_3} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Mg}^+ + \text{Ca}^+)/\text{CEC}_{\text{NH}_4\text{NO}_3} \times 100$ .

### 5.3.3 Behandling av vegetasjons- og jorddata

For å kunne vurdere eventuelle endringer i vegetasjon over tid har vi valgt å se på hvordan den totale artssammensetningen i analyserutene har endret seg, og hvilke enkeltarter som har vist statistisk signifikant framgang eller tilbakegang.

#### Endringer i artssammensetning

Endringer i artssammensetning i analyserutene fra 1993/94 til 2011 er analysert ved hjelp av DCA-ordinasjon (Hill 1979; Hill & Gauch 1980), som trekker ut hovedvariasjonen i datasettet. DCA-ordinasjonen er utført ved hjelp av programpakken CANOCO 4 (ter Braak & Smilauer 1998). Artenes prosentvise dekning ble kvadratrot-transformert, og sjeldne arter ble nedveid både i frekvensdatasettet og i prosentdekningsdatasettet etter standard metodikk i CANOCO. Det ble benyttet detrending med segmenter og ikke-lineær reskalering av ordinasjonsaksene, for å hindre negativ bue-effekt og kant-effekt. Aksene blir da skalert i såkalte standardavvik-enheter (SD-enheter). Avstanden mellom rutenes posisjoner i ordinasjonsdiagrammet angir grad av ulikhet mellom rutene.

Alle analyserutene fra Tjeldbergodden og Terningvatn som er analysert tre ganger, samt de nye rutene fra Tjeldbergodden ble benyttet samtidig i en og samme DCA-ordinasjon (totalt 160 analyseruter). Hver rute er således behandlet som tre separate analyseenheter: en basert på registreringene i 1993/94, en i 2001 og en i 2011, bortsett fra de nye rutene fra 2011 som kun er analysert en gang. Dersom det har skjedd endringer i flere arters mengde, som respons på endringer i en eller flere økologiske faktorer, vil flere analyseruter i ordinasjonsdiagrammet flytte seg i samme retning, og hver enkelt rutes endring i ordinasjonsscore kan således benyttes som mål på grad av endring i vegetasjonen. DCA-ordinasjon er utført både på prosentdeknings-datasettet og på frekvens-datasettet.

Vi benyttet også distansebasert, ikke-parametrisk MANOVA (Legendre & Anderson 1999, Anderson 2001) til formelt å teste hvorvidt vegetasjonens sammensetning hadde endret seg mellom inventeringstidspunktene. Variansanalysene var basert på chi-kvadrat-distanse og en "repeated measures modell" (Underwood 1997) der inventeringstidspunkt (1993/1994, 2001, 2011) inngikk som fiksert faktor, og overvåkingsområde (Tjeldbergodden, Terningvatn) og analysefelt (Tj1 – Tj4, Te7 – Te12) inngikk som tilfeldige faktorer med analysefelt næsta innenfor overvåkingsområde. Modellen inkluderte også interaksjonene mellom tidspunkt og de to tilfeldige faktorene. Permutasjonstester ble benyttet til å estimere signifikanssannsynligheten til de ulike testobservatorene (pseudo F). Vi benyttet 4999 permutasjoner av residualer under full modell i alle tester (Anderson & ter Braak 2003). Vi analyserte både

prosentdekningsdatasettet etter log-transformasjon og frekvensdatasettet på denne måten. Ikke-parametrisk MANOVA ble utført ved hjelp av programmet DISTLM v.5 (Anderson 2004).

### Analyse av endringer i enkeltarters mengder

Hvorvidt endringer i arters smårutefrekvens og prosent dekning i analyseruta fra 1993/94 til 2011 var statistisk signifikante, ble testet ved tosidig Wilcoxon ettutvalgstest for "paired samples". Nullhypotesen i denne testen er at artens mediane smårutefrekvens eller prosentvise dekning ikke er endret. Wilcoxon-testene ble utført i IBM SPSS Statistics 19. Artene er vurdert for signifikante endringer basert på deres forekomst i hvert av overvåkingsområdene.

### Analyse av endringer i jordkjemi

De analyserte jordparameterene ble testet for endringer fra 1993/1994 til 2011 ved hjelp av tosidig Wilcoxon ettutvalgstest for "paired samples". Endringer i jordparametere er vurdert for overvåkingsområdene separat.

## 5.4 Resultat

### 5.4.1 Vegetasjon

#### 5.4.1.1 Vegetasjonstyper og gradienter i grunnlagsundersøkelsen

Grunnlagsundersøkelsen i 1993 og 1994 viste en betydelig samvariasjon mellom nærings- og fuktighetsgradienter, noe som forklarte hovedvariasjonen i artssammensetningen innen begge overvåkingsområdene (Eilertsen & Fremstad 1994,1995). Analyserutene representerte gradienter fra grunnlendte utforminger av lavdominert knausfuruskog og røsslyng-blokkebærfuruskog av noe bedre bonitet, via blåbærfuruskog på noe dypere jord til en frisk og svakt rikere småbregnefuruskog med mer innslag av bjørk og urter. Næringsgradienten på Terningvatn var noe mer utstrakt mot svakt rikere jordsmonn enn på Tjeldbergodden. Flere av feltene ble imidlertid lagt ut i overganger mellom vegetasjonstyper og har derfor elementer fra flere vegetasjonstyper i seg.

**Knausfuruskogen** var dominert av røsslyng (*Calluna vulgaris*), krekling (*Empetrum nigrum*), heigråmose (*Racomitrium lanuginosum*) og lavararter (*Cladonia* arter), med konstant innslag av kvitlyng (*Andromeda polifolia*) og rypebær (*Arctous alpina*) på de mest eksponerte rabbene (felt Tj1, og deler av Te8, Te9, **Figur 22**).





**Figur 22.** Knausfuruskog ved Tjeldbergodden. Felt Tj1. Foto: Bård Pedersen.

**Røsslyng-blokkebærfuruskogen** var dominert av røsslyng (*Calluna vulgaris*) og krekling (*Empetrum nigrum*) med stedvise forekomster av blokkebær (*Vaccinium uliginosum*), samt konstant innslag av blåbær (*Vaccinium myrtillus*) og tyttebær (*V. vitis-idaea*) (felt Tj2, samt deler av Te8, Te9, Te10, **Figur 23**).



**Figur 23.** Røsslyng-blokkebærfuruskog ved Tjeldbergodden. Felt Tj2. Foto: Bård Pedersen.

**Blåbærfuruskogen** var av middels bonitet med innslag av enkelte småvokste trær av bjørk og rogn. Smyle (*Avenella flexuosa*), skrubbær (*Chamaepericlymenum suecica*) og skogstjerne (*Trientalis europaea*) var vanlige, samt med innslag av fugleteig (*Gymnocarpium dryopteris*) (felt Tj4, Tj5, og deler av Tj3, Te7, Te10, **Figur 24**).





**Figur 24.** Blåbærfuruskog på Tjeldbergodden. Felt Tj4. Foto: Bård Pedersen.

**Småbregnefuruskogen** har karakteristiske innslag av svakt næringskrevende arter som fugletelg (*Gymnocarpium dryopteris*), kvitveis (*Anemone nemorosa*), gaukesyre (*Oxalis acetosella*), skogfiol (*Viola riviniana*), lundveikmose (*Cirriphyllum piliferum*), skuggehusemose (*Hylocomiastrum umbratum*) og prakthinnemose (*Plagiochila asplenoides*) (felt Tj6, Te11, Te12, de nye Tj13, Tj14, og deler av Tj3, Te7, **Figur 25**).



**Figur 25.** Småbregnefuruskog på Tjeldbergodden. Nytt felt Tj13. Foto: Jarle W. Bjerke.

#### 5.4.1.2 Endringer i artssammensetning fra 1993/1994 til 2011

Vegetasjonens sammensetning i analysefeltene ved Tjeldbergodden og Terningvatn hadde endret seg i perioden mellom inventeringene i 1993/1994 og 2011. Sammensetningen utviklet seg imidlertid forskjellig i de ulike feltene (**Tabell 4**). Denne feltspesifikke utviklingen må imidlertid ses i sammenheng med det opprinnelige designet for undersøkelsen hvor feltene ble lagt i ulike vegetasjonstyper.

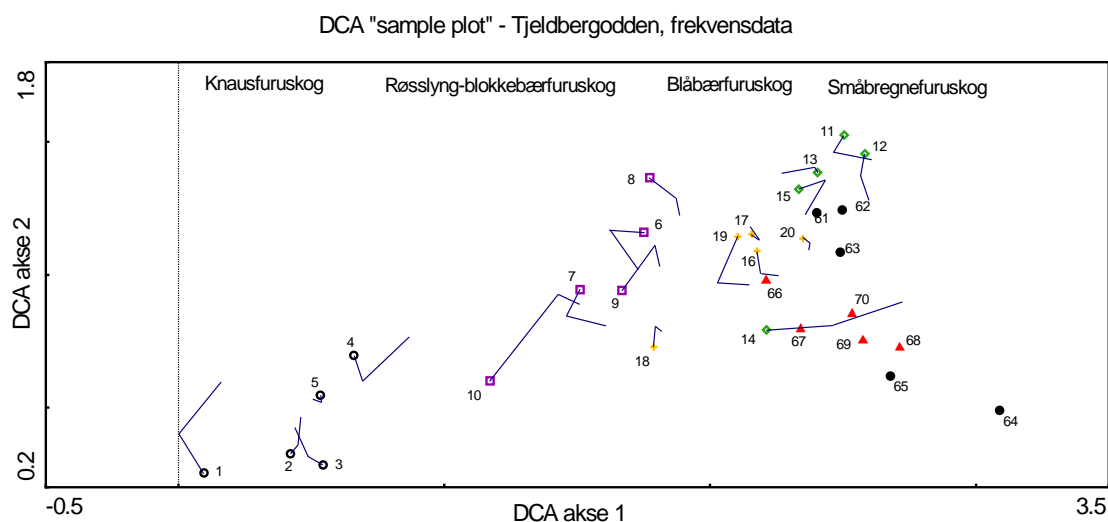
**Tabell 4.** Ikke-parametrisk MANOVA av vegetasjonens floristiske sammensetning ved tre ulike tidspunkt (1993/1994, 2001 og 2011) i 50 analyseruter fordelt på til sammen 10 overvåkingsfelt i områdene Tjeldbergodden og Terningvatn. Vegetasjonens sammensetning ble målt på to ulike måter, enten basert på enkeltartenes arealdekning eller deres smårutefrekvens.

Variasjonskilde	df	Dekningsdata			Frekvensdata		
		Sum of squares	pseudo-F	P	Sum of squares	pseudo-F	P
Område	1	21,96	1,02	0,4040	20,00	0,97	0,4642
Felt	8	171,61	4,30	0,0002	165,04	4,85	0,0002
Ruter	40	199,36			170,30		
År	2	4,41	1,04	0,4356	4,02	1,38	0,1548
År x Område	2	4,22	1,26	0,1310	2,92	1,17	0,2372
År x Felt	16	26,89	1,43	0,0004	20,01	1,69	0,0002
Residualer	80	93,89			59,34		
Total	149	522,28			441,80		

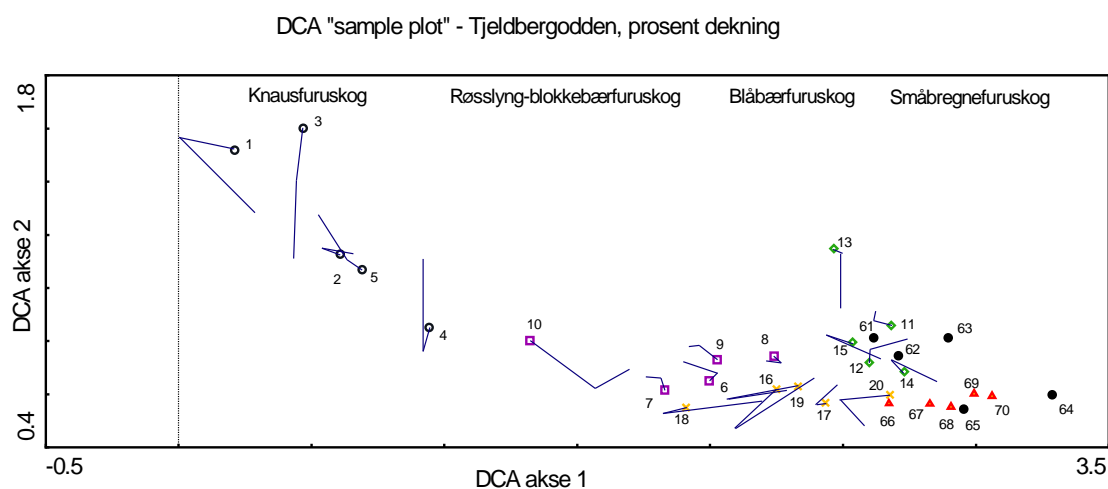
Ut over variasjonen mellom feltenes utvikling fant vi ikke at vegetasjonen endret seg i forskjellig retning i de to overvåkingsområdene (**Tabell 4**).

DCA-ordinasjonene av ruteanalysene basert både på frekvens- og dekningsdatasettene viser en gradient langs første DCA-akse som kan relateres til næringstilgang fra fattig knausfuruskog via røsslyng-blokkébærfuruskog til blåbærfuruskog og mer rikere småbregnefuruskog (**Figur 26-29**). Andre akse er trolig en jordfuktighetsakse. Fuktigheten øker langs andre akse i diagrammene for frekvensdataene (**Figur 26 og 28**), og avtar i diagrammene for prosentdekningsdataene (**Figur 27 og 29**).





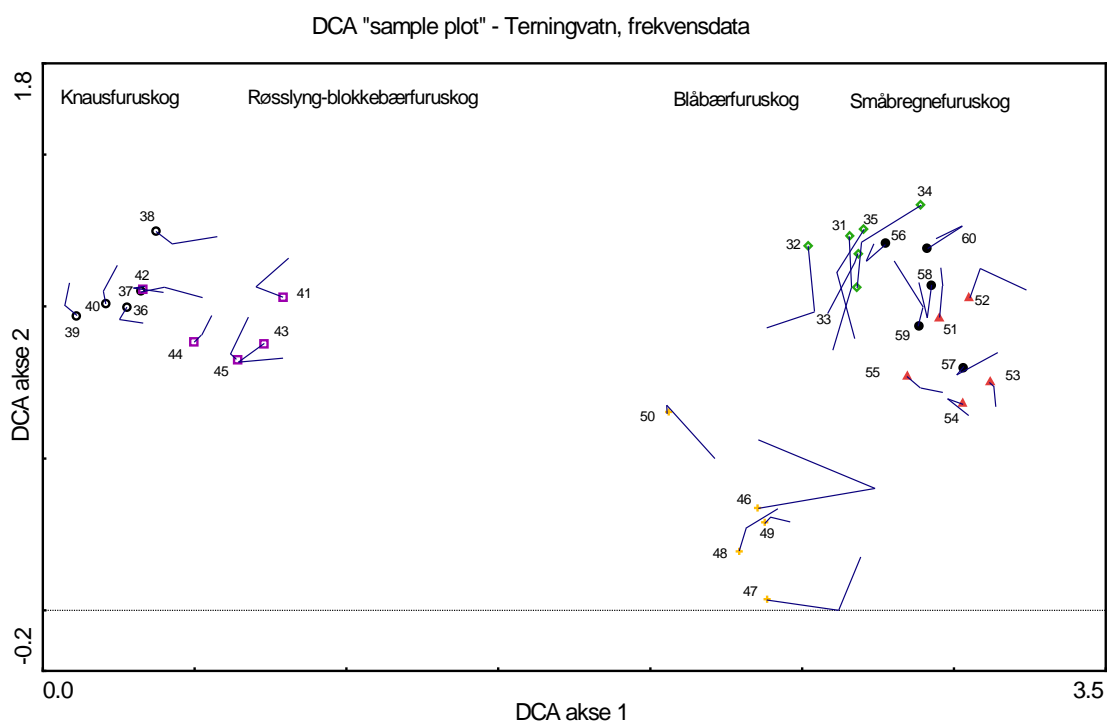
**Figur 26.** Forflytning av analyseruter ("sample plot") fra Tjeldbergodden langs akse 1 og akse 2 for frekvensdatasettet i en DCA-ordinasjon av totalmaterialet fra 1993/1994, via 2001 til 2011. Aksene skalert i SD (standardavvik). Rutenes analysenummer og tilhørighet til ulike felter er visualisert for analyseår 1993. Streker viser forflytninger fra 1993 via 2001 til 2011. Åpen svart sirkel = felt 1. Fiolett firkant = felt 2. Grønn rute = felt 3. Gult kors = felt 4. Svart punkt = felt 13 fra 2011. Rød trekant = felt 14 fra 2011.



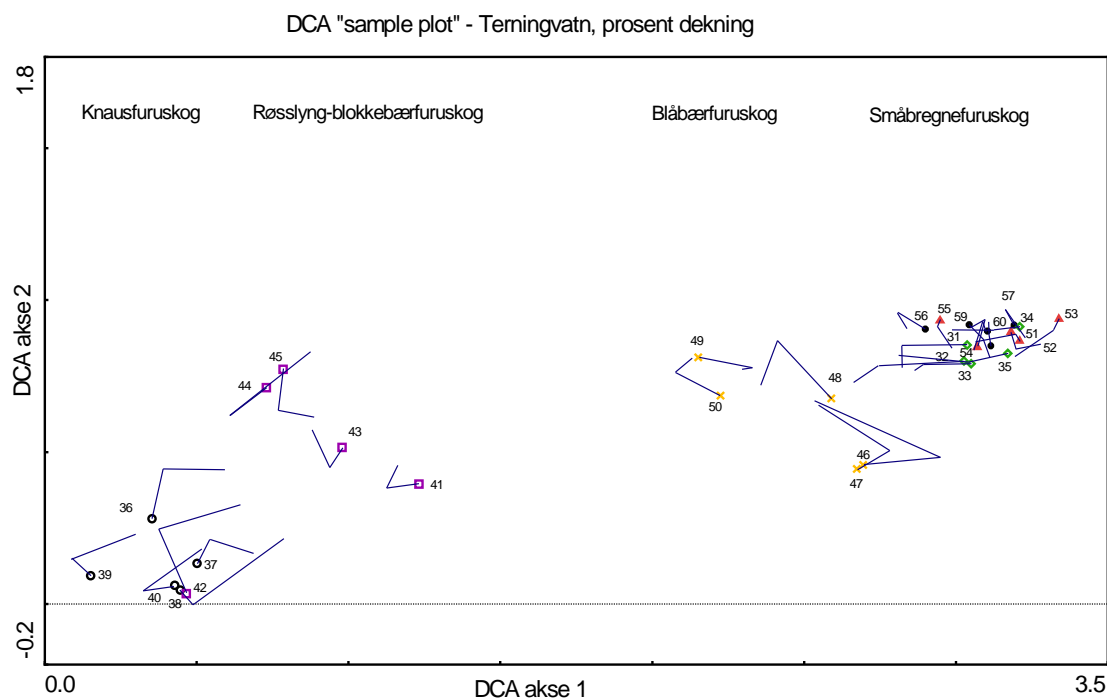
**Figur 27.** Forflytning av analyseruter ("sample plot") fra Tjeldbergodden langs akse 1 og akse 2 for prosentdekningsdatasettet i en DCA-ordinasjon av totalmaterialet fra 1993/1994, via 2001 til 2011. Aksene skalert i SD (standardavvik). Rutenes analysenummer og tilhørighet til ulike felter er visualisert for analyseår 1993. Streker viser forflytninger fra 1993 via 2001 til 2011. Åpen svart sirkel = felt 1. Fiolett firkant = felt 2. Grønn rute = felt 3. Gult kors = felt 4. Svart punkt = felt 13 fra 2011. Rød trekant = felt 14 fra 2011.

På Tjeldbergodden viser DCA-analysen basert på frekvensdataene en forflytning av analyserutene i felt 2 (røsslyng-blokkebærfuruskog) mot høyre på DCA-akse 1, til dels gjelder dette også felt 4 (blåbærfuruskog), mens det i prosentdekningsdatasettet er felt 4 og felt 3 (småbregneskog) som viser den samme forflytningen. Det synes således at de fattige rutene (knausfuruskog) og de svakt rike rutene (røsslyngfuruskog) i frekvensdatasettet, samt middelsrik blåbærskog i prosentdatasettet flytter seg mot noe rikere vegetasjon langs DCA-akse 1. Samtidig er det en tendens til at de skrinnere og tørrere analyserutene på furuknausene endrer artssammensetning mot noe fuktigere vegetasjon langs DCA-akse 2.

For Terningvatn viser de rike rutene (småbregneskog) en tendens til å forflytte seg mot lavere verdier på DCA-akse 1, altså mot fattigere vegetasjon, særlig gjelder dette for prosentdekningsdatasettet. Generelt er det også en forflytning av de rike analyserutene i frekvensdatasettet mot lavere akse 2-verdier, altså mot mer fuktighetskreven vegetasjon. Det er imidlertid ulike trender mellom frekvensdatasettet og prosentdatasettet.



**Figur 28.** Forflytning av analyseruter ("sample plot") fra Terningvatn langs akse 1 og akse 2 for frekvensdatasettet i en DCA-ordinasjon av totalmaterialet fra 1993/1994, via 2001 til 2011. Aksene skalert i SD (standardavvik). Rutenes analysenummer og tilhørighet til ulike felter er visualisert for analyseår 1994. Streker viser forflytninger fra 1994 via 2001 til 2011. Åpen svart sirkel = felt 1. Fiolett firkant = felt 2. Grønn rute = felt 3. Gult kors = felt 4. Svart punkt = felt 13 fra 2011. Rød trekant = felt 14 fra 2011.



**Figur 29.** Forflytning av analyseruter ("sample plot") fra Terningvatn langs akse 1 og akse 2 for prosentdekningsdatasettet i en DCA-ordinasjon av totalmaterialet fra 1993/1994, via 2001 til 2011. Aksene skalert i SD (standardavvik). Rutenes analysenummer og tilhørighet til ulike felter er visualisert for analyseår 1994. Streker viser forflytninger fra 1994 via 2001 til 2011. Åpen svart sirkel = felt 1. Fiolett firkant = felt 2. Grønn rute = felt 3. Gult kors = felt 4. Svart punkt = felt 13 fra 2011. Rød trekant = felt 14 fra 2011.

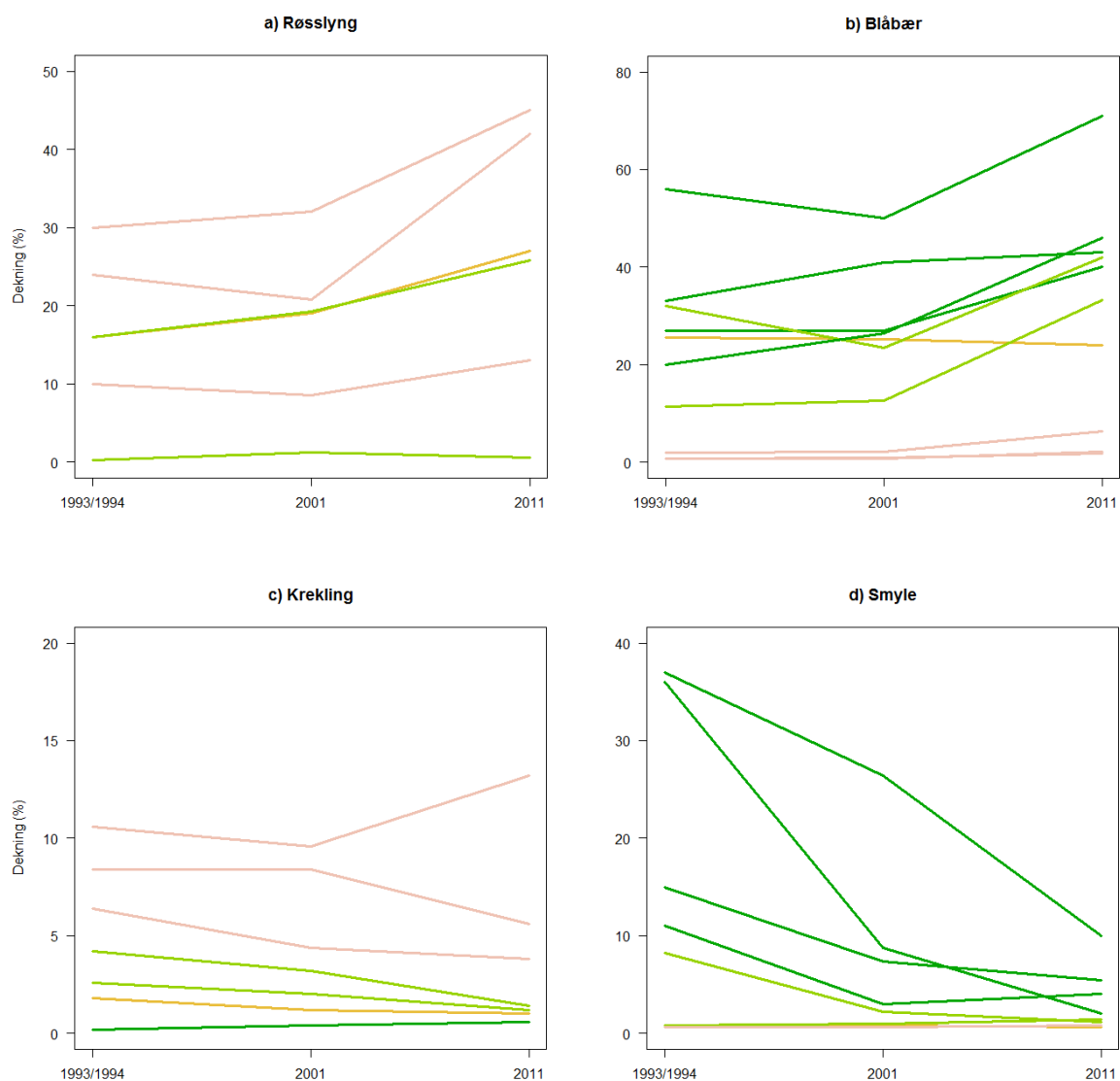
#### 5.4.1.3 Endringer i enkeltarters mengde fra 1993/1994 til 2011

Antall arter har vært relativt stabilt alle analyseår for begge områdene. Det ble i 2011 funnet 110 arter/taxa mot 102 i 1993/1994 og 107 i 2001. Noen arter har kommet til, mens andre arter har forsvunnet underveis. Nye arter i 2011 er bl.a. flekkmarihånd (*Dactylorhiza maculata*), hengeving (*Phegopteris connectilis*) og teiebær (*Rubus saxatilis*) (Eilertsen & Fremstad 1994, 1995, Aarrestad & Wilmann 2002, **Vedlegg 3**). Arter som har forsvunnet er småtveblad (*Listera cordata*), perlevintergrønn (*Pyrola minor*), gråstarr (*Carex canescens*), knegras (*Danthonia decumbens*), sølvbunke (*Deschampsia cespitosa*) og noen moser.

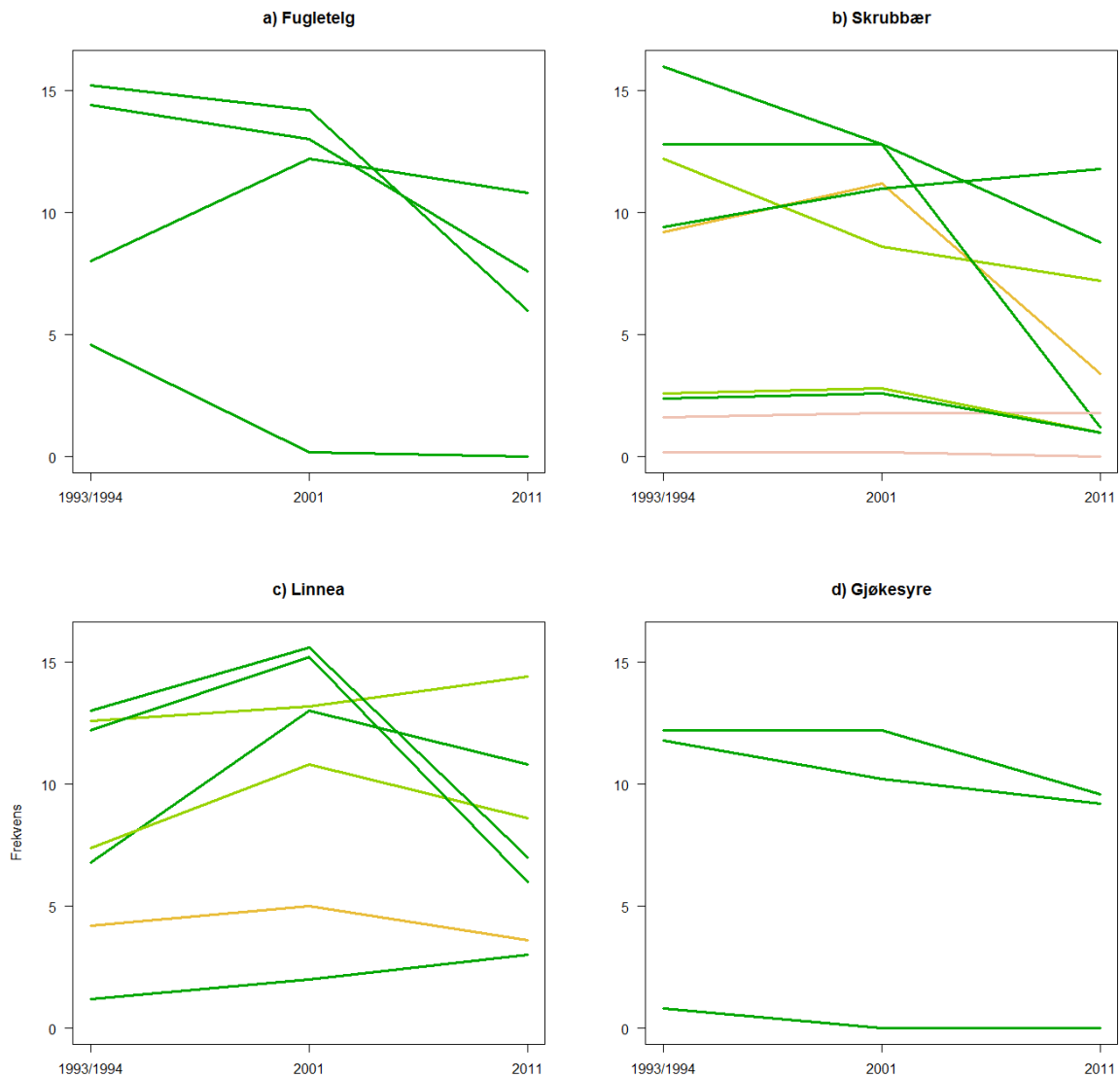
De fleste artene viser også relativt stabile mengdemål fra 1993/1994 til 2011. Tjueseks arter viser statistisk signifikante mengdeendringer i hele datasettet, enten i frekvens forekomst i småruter eller i dekningsdatasettet (**Tabell 5**). Av dvergbusker er det kun røsslyng (*Calluna vulgaris*) (**Figur 30a**), juvenile furu (*Pinus sylvestris*) og blåbær (*Vaccinium myrtillus*) (**Figur 30b**) som viser framgang. De fleste artene viser tilbakegang, slik som kvitlyng (*Andromeda polifolia*), krekling (*Empetrum nigrum*) (**Figur 30c**), fugletelg (*Gymnocarpium dryopteris*) (**Figur 31a**), skrubbebær (*Chamaepericlymenum suecicum*) (**Figur 31b**), gjøkesyre (*Oxalis acetosella*) (**Figur 31d**), tepperot (*Potentilla erecta*), grasene engkvein (*Agrostis capillaris*) og smyle (*Avenella flexuosa*) (**Figur 30d**), samt flere moser, særlig ribbesigd (*Dicranum scoparium*) (**Figur 32a**), heiflette (*Hypnum jutlandicum*) (**Figur 32b**) kystjåmnemose (*Plagiothecium undulatum*), furumose (*Pleurozium schreberi*) (**Figur 32c**) og kystkransmose (*Rhytidiadelphus loreus*) (**Figur 32d**). Linnea (*Linnaea borealis*) er et eksempel på en art som har gått signifikant fram fra 1993/1994 til 2001, men tilbake fra 2001 til 2011 (**Figur 31c**).

**Tabell 5.** Arter som viser signifikante endringer enten i frekvens- eller i dekningsdatasettet i det totale datasettet fra både Tjeldbergodden og Terningvatn fra 1993 til 2011. *n* 1 og *n* 2 = antall forekomster av arten i analyserutene første og siste analyseår. *n*- = antall ruteanalyser der arten går tilbake. *n*+ = Antall ruteanalyser der arten går fram. *p* angir sannsynligheten for at medianendringen ikke er forskjellig fra 0 mot det tosidige alternativet (Wilcoxon ettvalgstest). \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$ .

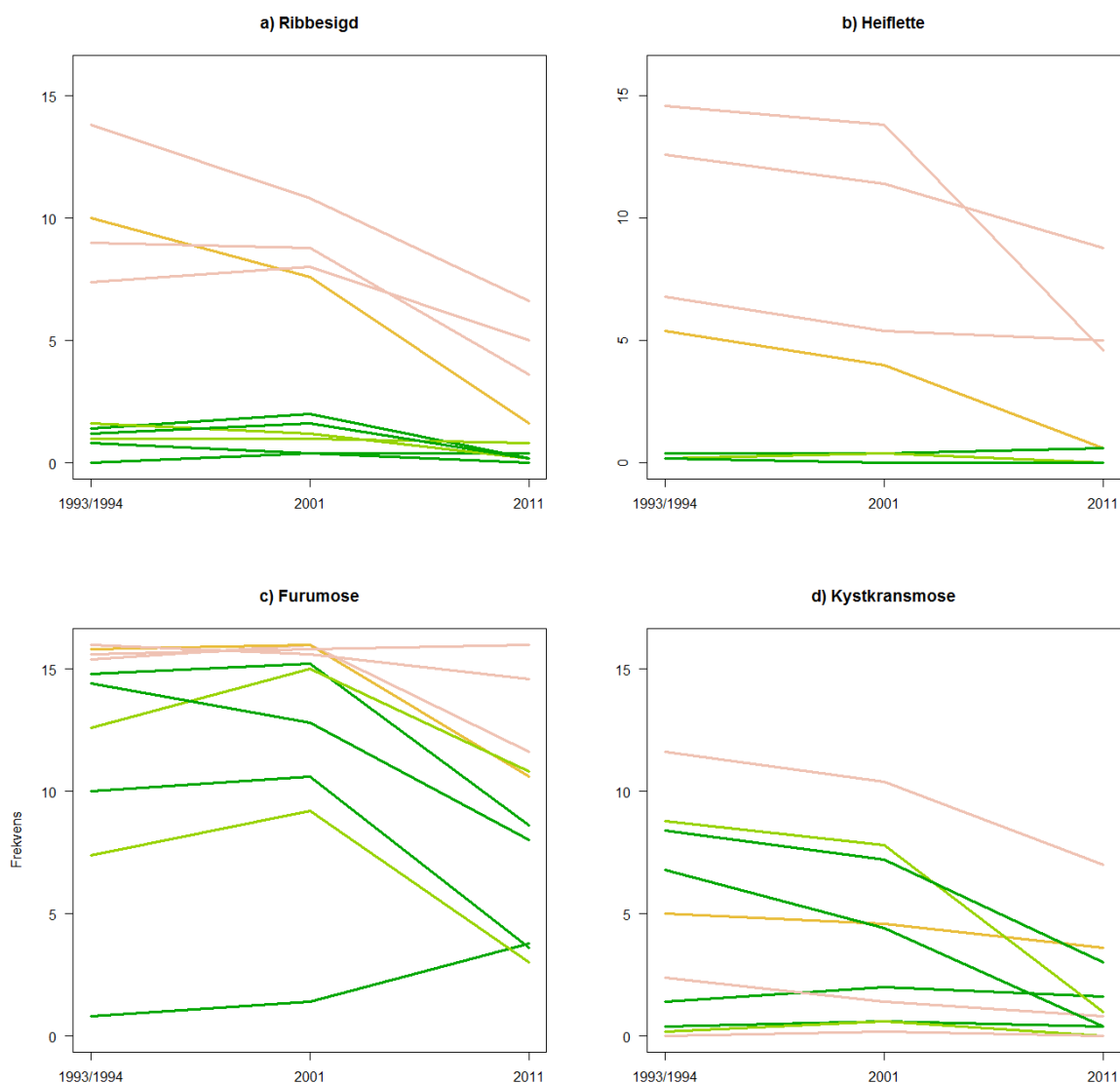
			Dekning					Frekvens				
	<i>n</i> 1	<i>n</i> 2	<i>n</i> -	<i>n</i> +	Endring	<i>p</i>	Sign.	<i>n</i> -	<i>n</i> +	Endring	<i>p</i>	Sign.
<b>Dvergbusker</b>												
<i>Kvitlyng</i>	10	10	0	4		0,066		5	1	-	<b>0,044</b>	*
<i>Røsslyng</i>	24	24	2	18	+	<b>0,000</b>	***	2	15	+	<b>0,020</b>	*
<i>Krekling</i>	29	29	16	7	-	<b>0,047</b>	*	21	4	-	<b>0,000</b>	***
<i>Furu juvenil</i>	4	12	2	11	+	<b>0,033</b>	*	2	12	+	<b>0,019</b>	*
<i>Blåbær</i>	48	50	7	35	+	<b>0,000</b>	***	11	12		0,508	
<i>Tyttebær</i>	48	50	8	36	+	<b>0,002</b>	**	25	5	-	<b>0,001</b>	**
<b>Urter/bregner</b>												
<i>Skrubbær</i>	33	27	16	10		0,574		25	7	-	<b>0,000</b>	***
<i>Fugleteig</i>	20	14	16	3	-	<b>0,009</b>	**	17	2	-	<b>0,005</b>	**
<i>Linnea</i>	31	33	2	15	+	<b>0,002</b>	**	18	12		0,392	
<i>Gjøkesyre</i>	13	10	4	6		0,377		10	3	-	<b>0,019</b>	*
<i>Tepperot</i>	20	17	5	8		0,103		12	4	-	<b>0,030</b>	*
<b>Gras</b>												
<i>Engkvein</i>	9	6	7	0	-	<b>0,017</b>	*	8	0	-	<b>0,012</b>	*
<i>Smyle</i>	35	37	21	8	-	<b>0,000</b>	***	7	12		0,205	
<b>Bladmoser</b>												
<i>Ribbesigd</i>	32	26	11	4		0,059		28	3	-	<b>0,000</b>	***
<i>Etasjemose</i>	50	50	22	20		0,511		14	3	-	<b>0,009</b>	**
<i>Heiflette</i>	22	18	7	2		0,070		18	3	-	<b>0,000</b>	***
<i>Kystjamnemoser</i>	28	27	4	3		0,726		19	7	-	<b>0,001</b>	***
<i>Furumose</i>	47	49	18	15		0,115		33	8	-	<b>0,000</b>	***
<i>Narremose</i>	4	8	2	6		0,157		2	7	+	<b>0,047</b>	*
<i>Fjærmose</i>	34	35	6	13	+	<b>0,039</b>	*	17	9		0,379	
<i>Kystkransmose</i>	33	26	12	4	-	<b>0,046</b>	*	26	7	-	<b>0,000</b>	***
<b>Levermoser</b>												
<i>Tråddraugmose</i>	7	7	0	0		1,000		6	1	-	<b>0,041</b>	*
<i>Kystskjeggmoser</i>	8	3	5	0	-	<b>0,025</b>	*	7	1	-	<b>0,020</b>	*
<i>Skogskjeggmoser</i>	15	8	9	2	-	<b>0,035</b>	*	12	4	-	<b>0,054</b>	*
<i>Frynsemose</i>	15	12	3	1		0,317		13	2	-	<b>0,012</b>	**
<b>Lav</b>												
<i>Begerlav</i>	11	3	8	0	-	<b>0,005</b>	**	11	0	-	<b>0,003</b>	**



**Figur 30.** Gjennomsnittlig dekning per analysefelt ( $n=5$ ) for dvergbuskene **a)** røsslyng (*Calluna vulgaris*), **b)** blåbær (*Vaccinium myrtillus*), **c)** krekling (*Empetrum nigrum*) og **d)** graset smyle (*Avenella flexuosa*) ved analyseårene 1993/1994, 2001 og 2011. Mørke grønne linjer representerer analysefelt med innslag eller dominans av småbregnefuruskog (Tj3, Te7, Te11, Te12), lyse grønne linjer felt i blåbærfuruskog (Tj4, Te10), gulbrun linje røsslyng-blokkbærfuruskog (Tj2), og brune linjer knausfuruskog (Tj1, Te8, Te9).



**Figur 31.** Gjennomsnittlig smårutefrekvens per analysefelt ( $n=5$ ) for **a)** bregnen fugleteig (*Gymnocarpium dryopteris*) og urtene **b)** skrubber (*Chamaepericlymenum suecicum*), **c)** linnea (*Linnaea borealis*), og **d)** gjøkessyre (*Oxalis acetosella*) ved analyseårene 1993/1994, 2001 og 2011. Mørke grønne linjer representerer analysefelt med innslag eller dominans av småbregnefuruskog (Tj3, Te7, Te11, Te12), lyse grønne linjer felt i blåbærfuruskog (Tj4, Te10), gulbrun linje røsslyng-blokkebærfuruskog (Tj2), og brune linjer knausfuruskog (Tj1, Te8, Te9).



**Figur 32.** Gjennomsnittlig smårutefrekvens per analysefelt ( $n=5$ ) for bladmosene **a)** ribbesigd (*Dicranum scoparium*), **b)** heiflette (*Hypnum jutlandicum*), **c)** furumose (*Pleurozium schreberi*), og **d)** kystkransmose (*Rhytidiadelphus loreus*) ved analyseårene 1993/1994, 2001 og 2011. Mørke grønne linjer representerer analysefelt med innslag eller dominans av småbregnefuruskog (Tj3, Te7, Te11, Te12), lyse grønne linjer felt i blåbærfuruskog (Tj4, Te10), gulbrun linje røsslyng-blokkebærfuruskog (Tj2), og brune linjer knausfuruskog (Tj1, Te8, Te9).

### 5.4.2 Jordkjemi i øvre humuslag

De kjemiske analysene av humuslaget viser en statistisk signifikant nedgang i pH, glødetap (LOI), ekstraherbart karbon (C), Na, P, S, utbyttingsskapasitet (CEC) og basemetning (BS) og en økning i utbyttbart H og ekstraherbart Si og Zn i begge overvåkingfeltene fra førstegangsanalysen i 1993/1994 og til 2011 (**Tabell 6-7**). Det er en tendens til at næringsinnholdet går noe tilbake i rikeste feltene (**Vedlegg 6**). Nedgangen i pH var svært liten med gjennomsnittlig endring på -0,13 enheter på Tjeldbergodden og -0,07 enheter på Terningvatn. Nedgangen skjedde først og fremst fra 1993/1994 til 2001 (**Figur 33**). Basemetningen viser en svak nedgang i hele perioden (**Figur 34**). Total nitrogen (tot-N) viser ingen signifikant endring for noen av feltene (**Figur 35**).

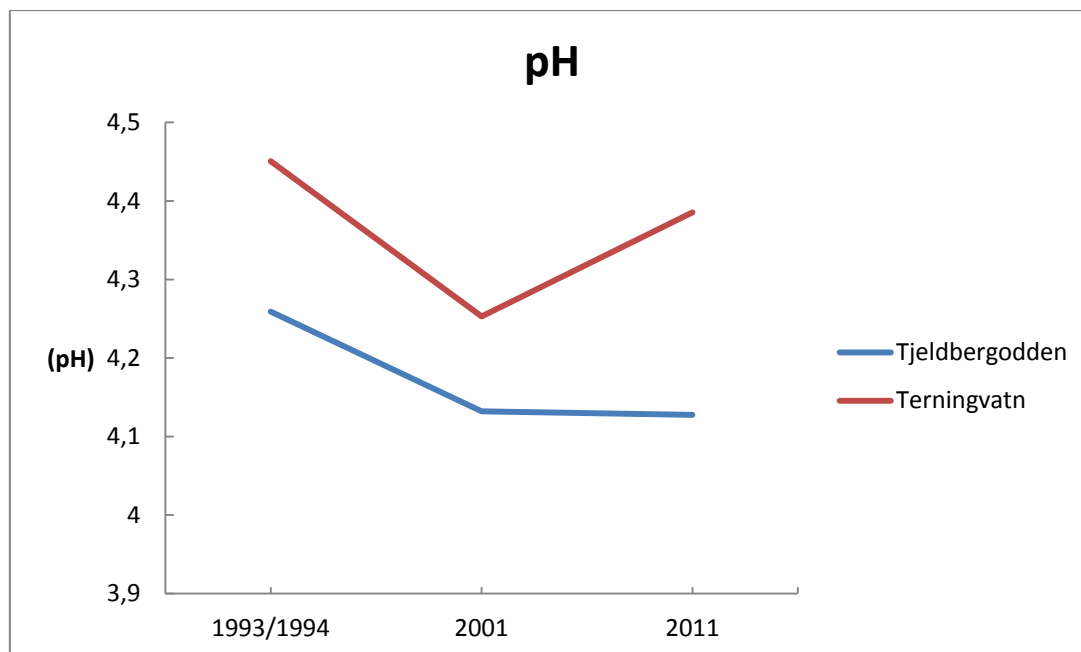
**Tabell 6.** Gjennomsnittsverdier og endringer i jordkjemiske variabler i analyserutene fra Tjeldbergodden fra 1993 til 2011. Glødetap (LOI) og basemetning (BS) i %. pH ved vannekstraksjon. Total nitrogen (tot-N) og ammoniumnitrat utbyttbare ioner (H, Ca, K, Na, Mg, P, S) i mmol/kg tørr jord/ glødetap. Ekstraherbart Al og Fe i mmol/kg tørr jord og Si og Zn i µmol/kg tørr jord. Utbyttingsskapasitet (CEC) i mmol/kg tørr jord. n = antall prøver per år. SD= standardavvik. n+ = antall ruter der variabelen har økt, n- = antall ruter der variabelen har avtatt. P angir sannsynligheten for at medianendringen av variabelen ikke er forskjellig fra 0 mot det tosidige alternativet (Wilcoxon ettutvalgstest). \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$ .

	n	Snitt 1993	SD 1993	Snitt 2011	SD 2011	Endring 1993-2011	% endring 1993-2011	n+	n-	Retning	P
pH	20	4,26	0,09	4,13	0,10	-0,13	-3,05	2	17	-	***
LOI	20	94,30	3,36	82,57	11,16	-11,73	-12,44	2	18	-	***
tot-N/LOI	20	888,68	91,71	898,05	130,11	9,37	1,05	9	11	-	0,911
H/LOI	20	126,65	17,29	136,47	19,68	9,82	7,75	13	7	+	*
C/LOI	20	859,27	110,72	430,16	80,89	-429,11	-49,94	0	20	-	***
Ca/LOI	20	77,77	22,11	61,23	15,48	-16,54	-21,27	2	18	-	***
K/LOI	20	36,59	8,00	22,87	3,99	-13,72	-37,50	0	20	-	***
Mg/LOI	20	57,33	6,85	59,08	5,75	1,75	3,05	12	8		0,279
Na/LOI	20	25,11	8,16	21,82	3,58	-3,29	-13,10	4	16	-	*
P/LOI	20	7,54	3,18	4,98	2,03	-2,56	-33,95	3	17	-	***
S/LOI	20	5,00	1,07	4,27	0,72	-0,73	-14,60	6	14	-	*
Al	20	3,36	2,19	7,07	4,66	3,71	110,42	18	2	+	***
Fe	20	0,47	0,65	1,11	1,27	0,64	136,17	17	3	-	**
Si	20	289,70	100,61	438,10	92,43	148,4	51,23	17	3	+	***
Zn	20	486,40	85,01	742,70	134,82	256,3	52,69	20	0	+	***
CEC	20	437,24	40,77	402,99	57,98	-34,25	-7,83	2	18	-	***
BS	20	71,75	4,05	67,43	5,15	-4,32	-6,02	3	17	-	**

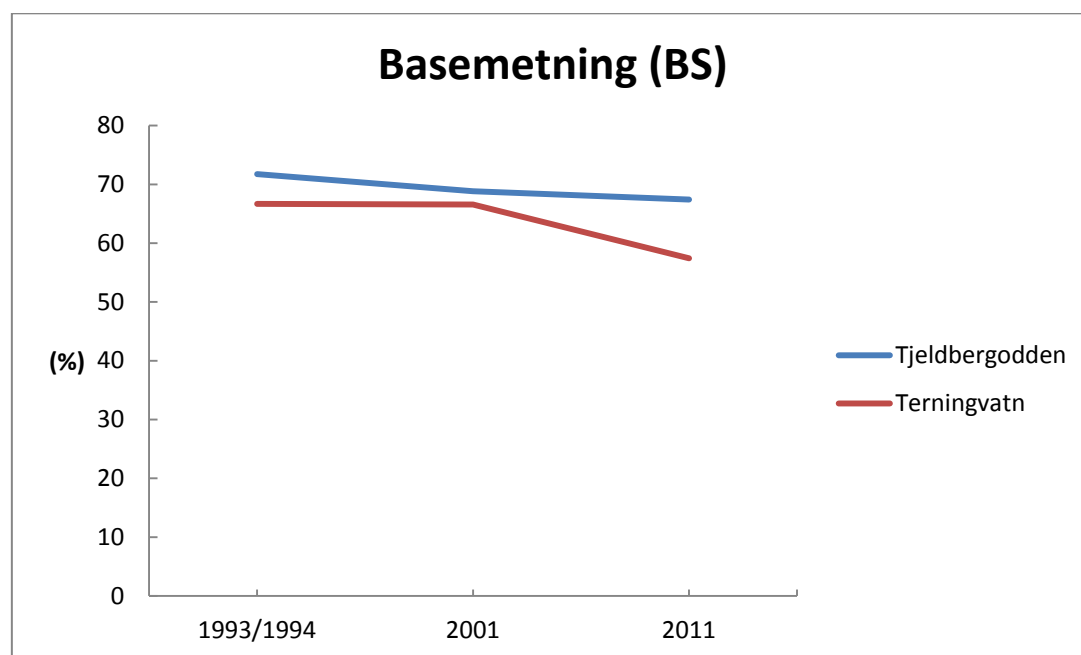


**Tabell 7.** Gjennomsnittsverdier og endringer i jordkjemiske variabler i analyserutene fra Terningvatn fra 1993 til 2011. Glødetap (LOI) og basemetning (BS) i %. pH ved vannekstraksjon. Total nitrogen (Kj-N) og ammoniumnitrat utbyttbare ioner (H, Ca, K, Na, Mg, P, S) i mmol/kg tørr jord/ glødetap. Ekstraherbart Al og Fe i mmol/kg tørr jord og Si og Zn i µmol/kg tørr jord. Kationbyttekapasitet (CEC) i mmol/kg tørr jord. n = antall prøver per år. SD= standardavvik. n+ = antall ruter der variabelen har økt, n- = antall ruter der variabelen har avtatt. P angir sannsynligheten for at medianendringen av variabelen ikke er forskjellig fra 0 mot det tosidige alternativet (Wilcoxon ettvalgstest). \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$ .

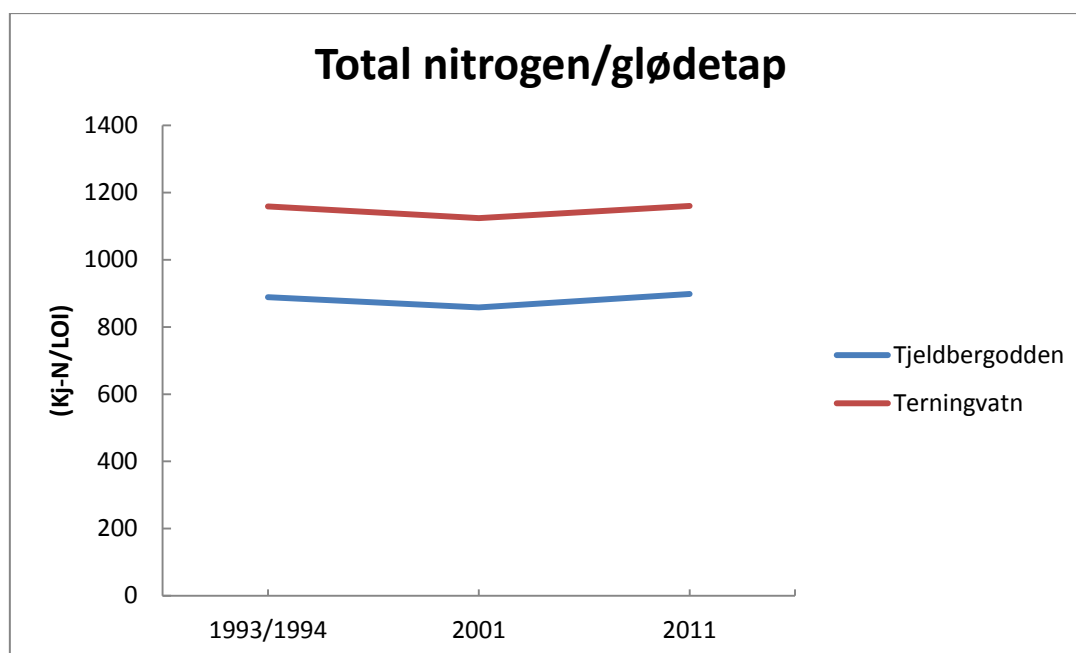
	n	Snitt 1994	SD 1994	Snitt 2011	SD 2011	Endring 1994-2011	% endring 1994-2011	n+	n-	Retning	P
pH	30	4,45	0,21	4,38	0,24	-0,07	-1,6	8	21	-	*
LOI	30	73,63	22,67	50,83	20,04	-22,8	-31,0	3	27	-	***
tot-N/LOI	30	1159,1	368,51	1160,2	409,01	1,11	0,1	12	18	+	0,910
H/LOI	30	139,68	41,74	172,18	55,35	32,5	23,3	23	7	+	*
C/LOI	30	678,04	230,78	440,22	86,1	-237,82	-35,1	4	26	-	***
Ca/LOI	30	78,66	36,93	59,04	22,92	-19,62	-24,9	15	15		0,629
K/LOI	30	24,96	5,97	24,7	3,34	-0,26	-1,0	16	14		0,926
Mg/LOI	30	56,04	13,79	45,17	12,63	-10,87	-19,4	4	26	-	***
Na/LOI	30	20,06	4,06	15,4	2,92	-4,66	-23,2	1	29	-	***
P/LOI	30	3,83	2,71	2,92	1,84	-0,91	-23,8	12	18	-	*
S/LOI	30	5,17	1,13	4,6	0,97	-0,57	-11,0	7	23	-	**
Al	30	11,55	13,79	11,98	7,64	0,43	3,7	22	8		1,018
Fe	30	0,99	1,24	0,87	0,45	-0,12	-12,1	21	9		0,607
Si	30	416,1	158,99	739,6	318,47	323,5	77,7	28	2	+	***
Zn	30	316,67	115,9	480,7	145,05	164,03	51,8	29	1	+	***
CEC	30	330,28	87,89	274,43	99,15	-55,85	-16,9	2	28	-	***
BS	30	66,69	10,37	57,44	8,83	-9,25	-13,9	3	27	-	***



**Figur 33.** Endringer i pH i øvre humuslag fra 1993 på Tjeldbergodden og fra 1994 på Terningvatn til 2011.



**Figur 34.** Endringer i basemetning i øvre humuslag fra 1993 på Tjeldbergodden og fra 1994 på Terningvatn til 2011.



**Figur 35.** Endringer i total nitrogen i forhold til glødetapet (mmol/kg tørr jord/LOI) i øvre humuslag fra 1993 på Tjeldbergodden og fra 1994 på Terningvatn til 2011.

## 5.5 Diskusjon

Analysefeltene er i dette overvåkingsprogrammet med hensikt lagt ut langs en gradient i næringstilgang slik at de til sammen fanger opp mest mulig av den floristiske og økologiske variasjonen i furuskog i området rundt Tjeldbergodden og ved Terningvatn. Ved begge lokalitetene var opprinnelig hele gradienten fra fattig knausfuruskog via røsslyng-blokkebærfuruskog til blåbærfuruskog og mer rikere småbregnefuruskog representert. De rikeste feltene i småbregnefuruskog ved Tjeldbergodden gikk imidlertid tapt på grunn av skogsdrift. Disse er nå erstattet av to nye felt.

Variasjonen i vegetasjonens floristiske sammensetning langs denne gradienten ( $\beta$ -diversitet) er nær 3,5 SD (standardavvik), både når artenes mengdeforekomst måles som dekningsgrad og smårutefrekvens. Det vil si at feltene i knausfuruskogen og småbregnefuruskogen har få felles arter. Dette innebærer at en forventer at den floristiske variasjonen mellom analysefeltene langt overskrider potensielle endringer over tid som skjer innenfor ett og samme analysefelt. En forventer også at slike endringer dermed vil variere mellom vegetasjonstypene selv om de er utsatt for de samme påvirkningsfaktorene slik som økt tilførsel av nitrogen eller klimaendringer, fordi artene som eventuelt responderer vil være forskjellige i de ulike typene.

Vi påviser i denne undersøkelsen at det skjer endringer i markvegetasjonen i furuskogene ved Tjeldbergodden og Terningvatn. Den på forhånd dominerende dvergbusken røsslyng (*Calluna vulgaris*) øker sin dominans i fattig knausfuruskog og røsslyng-blokkebærfuruskog på bekostning av andre arter i feltsjiktet som krekling (*Empetrum nigrum*), kvitlyng (*Andromeda polifolia*) og skrubbe (Chamaepericlymenum *suecicum*), og moser og lav i bunnsjiktet som ribbesigd (*Dicranum scoparium*), heiflette (*Hypnum jutlandicum*), kystkransmose (*Rhytidiadelphus loreus*) og begerlav (*Cladonia* sp.) I tillegg øker furu (*Pinus sylvestris*) i mengde i busksjiktet i knausfuruskogen. Tilsvarende øker den dominerende dvergbusken blåbær (*Vaccinium myrtillus*) sin dominans i blåbærfuruskog og småbregnefuruskog på bekostning av bregner, urter og gras i feltsjiktet.

Eksempler på arter som går tilbake er fugletelg (*Gymnocarpium dryopteris*), skrubbær (*Chamaepericlymenum suecicum*), gjøkesyre (*Oxalis acetosella*) og smyle (*Avenella flexuosa*). Noen moser i bunnsjiktet som furumose (*Pleurozium schreberi*) og kystkransmose går også tilbake i disse skogstypene. Det ser derfor ut til å foregå en fortetning der de dominerende og konkurransesterke artene homogeniserer vegetasjonen. Bortfall av småvokste planter som småtveblad (*Listera cordata*), perlevintergrønn (*Pyrola minor*) og gråstarr (*Carex canescens*) kan også forklares av en slik fortetning. Endingen fra rikere vegetasjonstyper mot fattigere typer gjenspeiles også i ordinasjonsdiagrammene, som viser en generell endring mot middels fattige blåbærskoger.

De observerte endringene i vegetasjonen er antagelig en del av et langsiktig, naturlig suksesjonsforløp der tre-, busk- og feltsjikt i skogene på Tjeldbergodden og Terningvatn er i ferd med å fortettes på bekostning av skygge-intolerante arter. Dette er en naturlig prosess i skogsområder der det har skjedd et opphør/nedgang av husdyrbeite. Husdyrbeite opprettholder lysåpne busk- og feltsjikt. Særlig vil konkurransesvake arter som urter og gress begunstiges og konkurransesterke arter som lyngarter og trær fortreges ved beite (Hester et al. 2006, Skarpe & Hester 2008). Husdyrbeite har generelt avtatt de siste femti år i Norge (Bruteig et al. 2003), trolig også på Tjeldbergodden og Terningvatn. I følge Austrheim et al. (2008) har det samla beitetrykket fra husdyr og hjortedyr vært høyt og noenlunde konstant gjennom siste halvdel av forrige århundre i Aure kommune (100 - 250 kg metabolsk biomasse per km<sup>2</sup>), mens det i samme periode har økt til samme nivå i Hemne og Snillfjord. Samtidig har imidlertid andelen av beitetrykket som utgjøres av husdyr gått ned fra ca. 90 % i 1949 til rundt 20 % i 1999. Denne nedgangen kan således forklare fortetningen av skogen med økning av lyngarter og nedgang av urter, gras og moser.

Andelen av beitetrykket som utgjøres av hjort og rådyr har økt tilsvarende som husdyrenes andel har gått ned. Etter årtusenskiftet har hjorteviltbestandene i området fortsatt hatt en sterk økning (Kristian Kindt, Aure kommune, pers med.). Det har dermed foregått en forskyvning av beitetrykket i området fra primært grasetere til primært kvistetere (rådyr) og såkalte mellometere (hjort) som både beiter planter i feltsjiktet og kvister fra busker og trær. Potensielt kan derfor hjortens preferanse for ulike beiteplanter ha påvirket konkurranseforholdene mellom artene i feltsjiktet i overvåkingsperioden. Imidlertid inngår blåbær i hjortens diett som en middels preferert art (Mysterud et al. 2010) og beiting av hjort ser ut til å ha sterk negativ effekt på blåbærlingens størrelse, vekst og forekomst (Hegland et al. 2006, 2010). Blåbær (*Vaccinium myrtillus*) ser videre ut til å bruke lang tid på å kompensere tapt skudd-biomasse (Tolvanen et al. 1994). En skulle derfor forvente redusert dekning av blåbær (*Vaccinium myrtillus*) der beite av hjort er en viktig påvirkningsfaktor. Selv om røsslyng (*Calluna vulgaris*) i liten grad beites av hjort (Mysterud et al. 2010) fant vi dermed ingen overbevisende indikasjon på at økt beitetrykk fra hjort har påvirket artssammensetningen i vegetasjonens felt- og bunnsjikt i løpet av perioden fra 1993 til 2011 i de overvåkede flatene.

Økt dominans av blåbær (*Vaccinium myrtillus*) og tilbakegang av urter og gras i de rikere deler av feltene gjenspeiles også i en svak nedgang av næringsinnholdet i jordsmonnet, da strø av blåbær (*Vaccinium myrtillus*) er surere enn strø fra urter og gras (Stålfeldt 1969). Surt strø bidrar ved mineralisering av det organiske materialet med produksjon av humussyrer som kan vaske ut næringsstoffer (Stålfeldt 1969, Schroeder 1984). Jordprøvene fra vegetasjonsrutene viser større endringer enn jordprøvene fra Skog og landskap sin jordovervåking (**Kapittel 4**). Årsaken til dette er trolig at Skog og landskaps sitt overvåkingsfelt kun er knyttet til den fattige delen av gradienten (røsslyng-blokebærfuruskog) der endringen er minimal, mens NINAs overvåkingsdata også inneholder prøver fra rikere jordsmonn.

Ved høy nitrogenavsetning vil nitrofile arter øke i omfang i fattige skoger (Bobbink & Hetteling 2011). Graset smyle (*Avenella flexuosa*) er kjent som en art som begunstiges av nitrogen. Likeledes vil middels nitrofile arter som fugletelg (*Gymnocarpium dryopteris*) og gjøkesyre (*Oxalis acetosella*) (Ellenberg 1992) kunne vise økt vekst. Utviklingen i skogene rundt Tjeldbergodden viste imidlertid motsatt utvikling for disse artene.

I næringsfattige barskoger kan økt nitrogenavsetning føre til nedsatt dannelse av fruktlegemer til mykorrhiza, noe som igjen kan hemme vekst av blåbær (*Vaccinium myrtillus*). Lyngarter som røsslyng (*Calluna vulgaris*) har generelt lite krav til nitrogen og vil utkonkurreres av nitrofile arter ved vedvarende høy nitrogenpåvirkning (Ellenberg 1992, Bobbink & Hetteling 2011). En tilbakegang av blåbær (*Vaccinium myrtillus*) kan også knyttes til indirekte effekter av nitrogen, da økt nitrogentilgang øker skadefrekvensen av naturlige predatorer som *Lepidoptera* larver og sykdomsframkallende parasittisk sopp som *Valdensia heterodoxa*, noe som igjen fører til økt avdøying av bladverket (Nordin et al. 1998, Strengbom et al. 2002, 2006). Også her fant vi den motsatte utviklingen, nemlig at røsslyng (*Calluna vulgaris*) og blåbær (*Vaccinium myrtillus*) økte i mengde. En eventuell eutrofiering av jord vil også kunne gi økt totalinnhold av nitrogen i jordsmonnet, men våre jordprøver viste ingen endring i nitrogeninnhold over tid. Totalt ser således vegetasjonen ut til ikke å være påvirket av nitrogenutslipp fra metanolfabrikken. Vi fant heller ingen systematiske forskjeller i vegetasjonens utvikling mellom de to undersøkelsesområdene, som har ulik avstand fra fabrikken og antatt ulik avsetning av forurensede stoffer.

Undersøkelsen viste heller ingen særlige endringer i mengde av hygofile (fuktighetskrevenende) arter som rome (*Narthecium ossifragum*), bjønnskjegg (*Trichophorum cespitosum*), torvmoser (*Sphagnum* spp.) og fjordtvebladmose (*Scapania nemorea*), eller termofile (varmekrevende) arter som f.eks. kvitveis (*Anemone nemorosa*) som alle finnes i overvåkingsområdet. Det er således liten sannsynlighet for at klimaendringer kan forklare de beskrevne endringene i vegetasjonen.

## 5.6 Konklusjon

Det har skjedd en endring i markvegetasjonen i de overvåkede furuskogene rundt Tjeldbergodden fra oppstart av overvåkingsprogrammet i 1993/1994 til siste gjenanalyse i 2011. De næringsfattige skogstypene har fått økt dominans av storvokst røsslyng (*Calluna vulgaris*) på bekostning av lave vekster og moser. Blåbær (*Vaccinium myrtillus*) har økt i de mer næringsrike typene på bekostning av gras, bregner og urter. De observerte endringene er trolig et resultat av en langsiktig, naturlig endring der skogen blir eldre og er i ferd med å fortettes på bekostning av lyskrevende arter. En nedgang i beitetrykket fra husdyr kan forklare denne endringen. En svak nedgang i næringsinnholdet i jordsmonnet i de rikere typene kan forklares ved økt tilgang på surere strø fra lyngvekster.

Det er ingen indikasjon på at utslipp fra bedriften av forurensende stoffer, og da særlig nitrogen, har påvirket markvegetasjonen i de overvåkede feltene.

## 6 Epifyttvegetasjon

Forfattere: Marianne Evju<sup>1</sup>, Inga E. Bruteig<sup>2</sup> og Heidi E. Myklebost<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, NO-0349 Oslo.

<sup>2</sup>Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim.

### 6.1 Innledning

Lav er blant de mest brukte bioindikatorene i terrestriske miljøer (Nimis et al. 2002). Flerårig vekst, lang levetid, effektivt opptak av mineralnæringsstoff fra luft og nedbør og lite næringstap er egenskaper som gjør lav velegnet som bioindikator. I overvåkingssammenheng har artsdiversitet og dekning av arter som vokser epifyttisk på trestammer vært de mest vanlige parameterne (f.eks. Nimis et al. 2002). Fordelen med å overvåke epifytter kontra bakkeboende arter, er at disse er mer eksponert for luftforurensning og mindre utsatt for beiting. Bark som substrat er kjemisk og fysisk enklere enn jord, og habitatet lar seg lettere standardisere.

Tilbakegang av epifyttisk lav er ofte relatert til luftas innhold av svovelforbindelser, og det er vist at mange arter er særlig følsomme for svoveldioksid (f.eks. Holopainen & Kärenlampi 1984). I motsetning til svovel er nitrogen ofte begrensende faktor i terrestriske miljø, og floristiske endringer kan skrive seg fra gjødslingseffekten av nitrogen (Farmer et al. 1992, Tamm 1991). Det er vist at veksten av en rekke lavarter øker ved en moderat økning i tilgjengelig nitrogen (Holopainen & Kärenlampi 1985, Kauppi 1980, Von Arb & Brunold 1990). Oppblomstring av alger er også karakteristisk ved eutrofiering av miljøet (Bruteig 2001, Poikolainen et al. 1998, Thomsen 1992). Hilmo & Larssen (1994) fant algevekst på 60 % av bristlav samlet i Glomfjord, ett av de områdene i landet med høyest nitrogenbelastning. I indikatorsammenheng er det også vist at total svovel- og nitrogenkonsentrasjon i vanlig kvistlav kan være et mål på tilførselen av svovel og nitrogen til området (Bruteig 1993, Söchting 1991).

Studier har vist at eldre trær har høyere forekomst av både bladlav, busklav og moser enn yngre trær innen et bestand (Ellis & Coppins 2006), mens skorpelav oftere er vanlig på yngre trær. Skorpelavsarter er ofte antatt å ha lavere konkurranseevne enn bladlav og moser (Rogers 1990), som kan vokse over tynne skorpelav. Når trær vokser, endres både barktekstur og faktorer som konkurranse og fasilitering mellom arter på treet (Johansson et al. 2007). Det er vanskelig å skille den relative viktigheten av de ulike effektene av aldring for artsrikdom og dekning, som endring i barkstruktur, økt areal (med økt stammeomkrets) og lenger tid for kolonisering på gamle trær (Snäll et al. 2003).

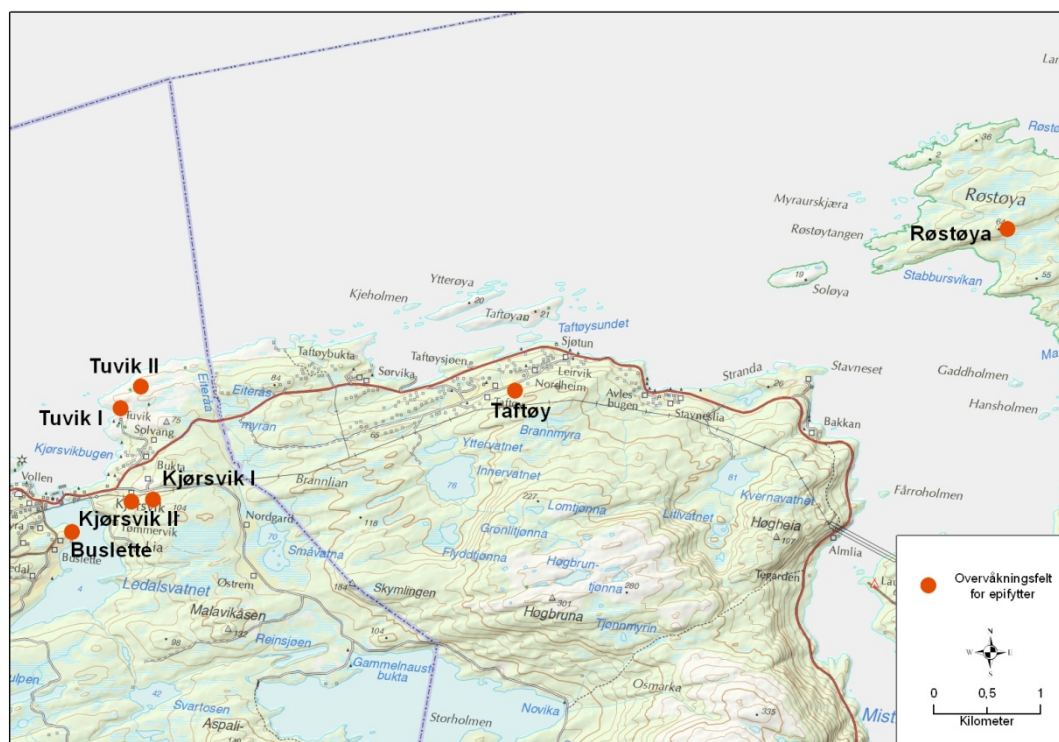
I denne undersøkelsen er bjørk valgt som treslag for epifyttkartleggingen, på tilsvarende måte som i Program for terrestrisk naturovervåking (TOV) (Bruteig et al. 1997). Bjørk blir karakterisert som et fattig til intermedært substrat for epifytter, og artssammensetningen i epifyttvegetasjonen er vanligvis dominert av fattigbarksarter (Coppins 1984).

Formålet med gjenkartleggingen av epifyttvegetasjonen i 2011 var å finne eventuelle endringer siden grunnlagsundersøkelsen i 1994 og gjenkartleggingen i 1999, og prøve å tolke årsakene til disse endringene. Det er et mål å kunne skille mellom hvilke endringer som skyldes naturlig variasjon og suksesjon, og hva som eventuelt kan skyldes menneskeskapte miljøendringer. Spesifikt er det ønskelig å spore eventuelle virkninger av luftforurensninger fra metanolanlegget på Tjeldbergodden etter 14 års drift. Undersøkelsen i 2011 ligger tett opp til det som ble gjort i 1994 og 1999; kartlegging av artssammensetning og dekning av alle arter som vokser på stammen av bjørk i utvalgte prøvefelt nær Tjeldbergodden industriområde. Dette innebærer at både barkboende sopp og epifyttiske alger, moser og lav er inkludert. Det er lagt opp til å få et mål på vitalitet ved kvantifisering av synlig morfologisk skade. Videre er måling av svovel- og nitrogenkonsentrasjon i vanlig kvistlav inkludert i undersøkelsen, samt måling av pH i bark.

## 6.2 Materiale og metoder

### 6.2.1 Overvåkingsområdet

Overvåkingsområdet for epifyttvegetasjonen (**Figur 36**) ligger på grensen mellom Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag fylke. Fem av prøvefeltene er lokalisert i Aure kommune (M & R) og to er lokalisert i Hemne kommune (S-T) (**Vedlegg 8**). Nytt felt 7 er etablert som erstatning for utgått felt 2.



**Figur 36.** Kart over Tjeldbergodden overvåkingsområde med de sju prøvefeltene for overvåking av epifyttvegetasjon inntegnet. Grafikk: Svein-Erik Storeid, NINA.

### 6.2.2 Feltmetodikk

Metodikken følger i all hovedsak samme mal som ved grunnlagsundersøkelsene i 1994 (Bruteig & Wang 1995), gjenkartleggingen i 1999 (Bruteig 2002) og det som er standard for overvåking av epifyttisk lav innen "Program for terrestrisk naturovervåking (TOV)" (f.eks. Evju et al. 2009). I forhold til TOV-standard er det lengre geografisk avstand mellom prøvefeltene på Tjeldbergodden, og feltene ligger ikke innen samme skogbestand. Kartleggingen er gjort i de samme prøvefeltene og i hovedsak på de samme trærne som i 1994 og 1999. Prøvefelt 2 (Kjorsvik) ligger like ved en nybygd hytte, og utvidelse av p-plass har ført til at trærne i prøvefeltet var blitt hogd etter forrige kartlegging. Nytt felt (7, Kjorsvik II) ble etablert litt vest for det opprinnelige feltet. Tre trær var utgått i de øvrige feltene (døde), de ble erstattet av nye (**Vedlegg 9**). Feltarbeidet ble utført i oktober 2011 (**Figur 37**).





**Figur 37.** Prøvefelt 4, Tuvik II, 6. oktober 2011. Foto: Heidi E. Myklebost.

Kartleggingen av epifytter på bjørkestammene ble utført etter standard metode i TOV: Et målebånd ble spent medsols rundt stammen, med 0 i nord (**Figur 38**). Overkanten av målebåndet utgjorde takseringslinjen. For hver art som ble berørt av denne tankerlingslinjen ble cm-intervallet langs målebåndet notert. Takseringen ble utført på 5 ulike nivå på stammen, med 20 cm mellom hvert nivå: 130 cm, 150 cm, 170 cm, 190 cm og 210 cm over bakken. Alle takseringslinjene er over antatt snønivå. En kartnål med stort hode ble plassert ved starten på første takseringslinje i 1994, og de samme takseringslinjene ble brukt i 2011 som tidligere år. En gardintrapp ble brukt for å nå opp til de øverste takseringslinjene. Hengende arter (slektene brunskjegg, ragglav og strylav) ble registrert langs takseringslinjene på samme måte som andre arter, og i tillegg ble antall individer under og mellom linjene registrert, samt lengden av hvert individ. Tilsvarende ble antall "puter" av mosene gullhette og busthette talt opp og eventuell fertilitet notert. Arter som fantes på stammen opp til ca. 3 m og som ikke ble truffet av takseringslinjene, ble notert som øvrige arter. Dette er identisk med det som ble gjort i 1994 og 1999.

Det ble notert visuelle skadesymptomer på lav og mose registrert på takseringslinjene. Følgende morfologiske abnormiteter ble definert som skade:

- manglende overbark slik at margsjiktet blir synlig hos lav
- avfarging ved at pigmentet forsvinner i overbarken hos lav
- misfarging av thallus (f.eks. rødfiolette parti hos papirlav og fargelav, grå til svarte nekrotiske flekker hos papirlav, fargelav og kvistlav, hvite felt og grå loberygger hos kvistlav)
- avfarging og visningssymptom hos moser

De ulike skadetyper ble forsøkt kvantifisert ved at dette ble notert ved hver enkelt lavregistrering.

Arter som ikke kunne bestemmes i felt, ble samlet inn for mikroskopering og kjemisk testing. Det ble ikke samlet fra takseringslinjene, og det ble forsøkt unngått å samle materiale fra undersøkelsestrærne. Enkelte arter ble bare bestemt til slekt (slektene begerlav, brunskjegg og





**Figur 38.** Feltarbeid: registrering av epifytter langs overkanten av et målebånd spent rundt stammen på undersøkelsestreet. Foto: Torbjørge Bjelland.

strylav og enkelte skorpelavslekter). En eller flere arter skorpelav i *Lecanora subfusca*-gruppa ble registrert som *Lecanora* sp. A. coll i 1994 og 1999, men som *L. subfusca* i 2011.

Nomenklaturen på lav følger Santesson et al. (2004) for vitenskapelige navn og Krog et al. (1994) og Holien & Tønsberg (2006) for norske navn. Norske navn er brukt for de artene som har dette, ellers er vitenskapelige navn benyttet. I tabeller og figurtekster er både norske og vitenskapelige navn gitt. Foucard (1990), Krog et al. (1994) og Alstrup (2001) er benyttet som bestemmelseslitteratur. Nomenklaturen for karplanter følger Lid & Lid (2005) og moser følger Frisvoll et al. (1995).

Innsamlete kollektorer ble testet med reagensene *K*: 10 % løsning av kalilut (KOH) i vann, *C*: klorholdig blekemiddel (handelsvaren Klorin) og *PD*: mettet løsning av para-fenylendiamin i 96 % alkohol. Bestemmelsesarbeidet har dessuten omfattet mikroskopering av apothecium, UV-tester og tynnsjikt-skromatografering (TLC).

For svovel- og nitrogenanalyse ble vanlig kvistlav samlet fra flere trær utenfor hvert prøvefelt til én samleprøve pr. flate. Tre neverprøver fra tre ulike trær ble samlet til pH-analyser. Vanlig kvistlav ble samlet i brysthøyde på sørsiden av stammen, mens never ble samlet på nordsiden.

Engangshansker og skalpell ble brukt til innsamlingen. Prøvene ble lagt i papirposer og oppbevart tørt fram til analyse.

Målinger av total svovel- og nitrogenkonsentrasjon i vanlig kvistlav ble utført ved Laboratoriet for fortløpende miljøanalyse ved Sveriges landbruksuniversitet (SLU). Prøvene ble rensset for bark og malt før analyser. Nitrogenanalyser ble utført på en *Leco CN 2000*, med forbrenning av materialet ved 1050 °C. Svovelanalyser ble utført på en *ICP Optima 7300 DV* fra PerkinElmer. Konsentrasjonene er gitt som prosent av tørrvekt.

pH i never ble analysert med samme metode som i 1999. Barkprøvene ble finmalt i en kvern av typen IKA Werke MF10 med 1,5 mm sikt. 0,75 g bark ble veid opp, tilsatt 10 ml ioneffritt vann i prøverør med tett topp og ristet i 20 timer. Væsken ble filtrert og pH ble målt med to desimaler.

### 6.2.3 Databearbeiding

Under registreringsarbeidet i 2011 ble det benyttet en feltcomputer av typen TDS YUMA. Feltdataene ble registrert i en spesialdesignet applikasjon, og deretter direkte importert over til NINAs epifytt-database. Forekomsten av epifytter og naken bark i cm-intervaller ble omregnet til % dekning per tre gjennom å summere antall cm arten/bark ble registrert i og dele på totalt antall cm registrert på treet. Skade ble regnet ut som prosentandelen av artens totale dekning som var skadd.

Datasettet inneholder trær fra seks prøvefelt alle år (1-6 i 1994 og 1999, 1 + 3-7 i 2011). I de statistiske analysene av data har vi bare inkludert data fra felt som er brukt alle år (felt 1 + 3-6), som vi omtaler som "fellesfelt". Data fra felt 2 (Kjørsvik I) og felt 7 (Kjørsvik II) er likevel inkludert i tabeller og figurer.

Programmet R versjon 14.2.1 (R Development Core Team 2011) ble brukt til statistiske analyser. Data på treomkrets, trehøyde og dekning av artsgrupper fra 1994, 1999 og 2011 er sammenlignet ved bruk av lineære miksete modeller (LME) hvor prøvefelt og tre nøstet i prøvefelt er inkludert som tilfeldige faktorer, for å ta høyde for gjentatte målinger på samme trær ("repeated measurements"). Høyde og omkrets ble logtransformert og alle % dekning-variable ble arcsin-transformert før analysene. Tabeller og figurer viser tilbaketransformerte verdier.

Generaliserte lineære miksete modeller (GLMM; felt og tre nøstet i felt som tilfeldige faktorer) er brukt for å analysere forskjeller mellom år i antall lavarter pr tre (poisson-feilfordeling) og andelen skadd lav (binomial feilfordeling). Simpsons diversitetsindeks ble regnet ut for hvert tre og er et mål på artsdiversitet (antall arter og jevnhet i mengdefordelingen). Endringer i diversitet ble sammenlignet ved bruk av lineære miksete modeller, som over.

Lineære miksete modeller (felt som tilfeldig faktor) er brukt for å analysere forskjeller i pH i bark og innhold av svovel og nitrogen i vanlig kvistlav mellom år.

## 6.3 Resultat

### 6.3.1 Undersøkelsestrærne

Undersøkelsestrærne økte i høyde fra 1994 til 2011 ( $p < 0,001$ ), men det var ingen signifikant økning mellom 1999 og 2011 ( $p = 0,124$ ; **Tabell 8**). Det var små, men signifikante økninger i og treomkrets ( $p < 0,001$ ) fra 1994 til 2011 og mellom 1999 og 2011 ( $p < 0,001$ , **Tabell 8**).

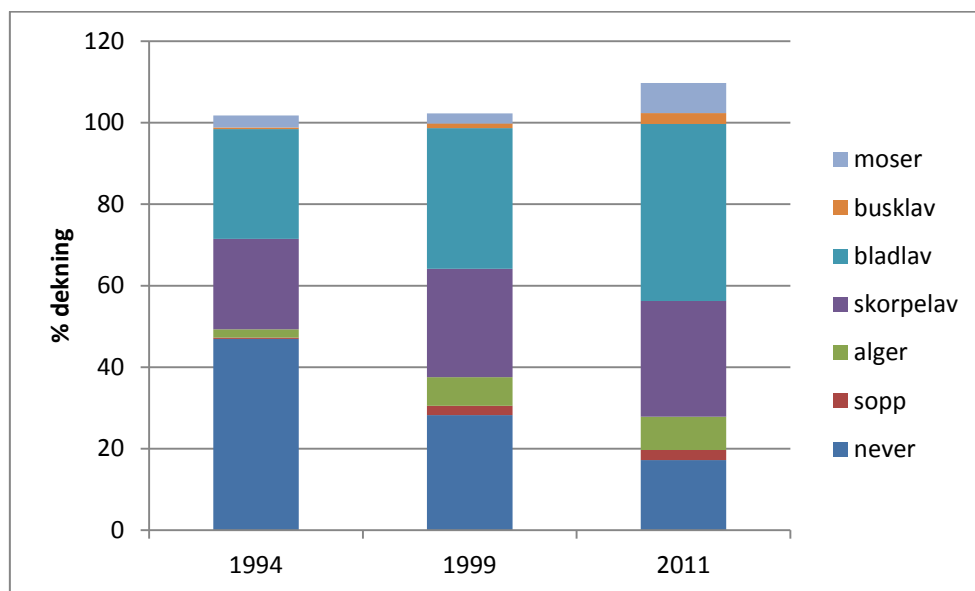
Det nye prøvefeltet Kjørsvik II har trær av relativt liten størrelse, som det gamle Kjørsvik I-feltet.

**Tabell 8.** Høyde (m) og omkrets (cm) i brysthøyde (130 cm) av undersøkelsestrærne i sju prøvefelt i overvåkingsområdet Tjeldbergodden. Gjennomsnitt av sju trær i 1994 og åtte trær i 1999 og 2011, med standardavvik. Totalt angir gjennomsnitt for fellesfeltene (1,3-6).

Prøvefelt	1	2	7	3	4	5	6	totalt
Trehøyde (m) 1994	9,9 ± 1,3	8,9 ± 1,8		7,4 ± 0,7	7,4 ± 0,6	9,6 ± 1,1	14,1 ± 1,7	9,7 ± 2,7
Trehøyde (m) 1999	9,9 ± 1,5	9,4 ± 1,7		8,1 ± 0,7	7,6 ± 0,7	9,8 ± 1,1	15,2 ± 1,7	10,1 ± 3,0
Trehøyde (m) 2011	10,5 ± 1,6		8,6 ± 1,1	8,3 ± 0,5	7,8 ± 0,8	10,2 ± 1,4	14,9 ± 1,3	10,3 ± 2,8
Treomkrets (cm) 1994	52 ± 17	44 ± 9		37 ± 4	40 ± 4	51 ± 13	58 ± 17	48 ± 14
Treomkrets (cm) 1999	51 ± 18	44 ± 8		38 ± 5	41 ± 4	52 ± 13	57 ± 16	48 ± 14
Treomkrets (cm) 2011	53 ± 20		42 ± 6	45 ± 8	46 ± 5	57 ± 18	61 ± 17	52 ± 15

### 6.3.2 Epifyttvegetasjonen på bjørk

Epifyttvegetasjonen på bjørkestammer i Tjeldbergodden-området omfatter både lav, moser, alger og barkboende sopp. Den prosentvise fordelingen av de ulike epifyttgruppene framgår av **Figur 39**, der lav er inndelt i busk-, blad- og skorpelav. Den totale dekingen var 101,8 % i 1994, 102,3 % i 1999 og 109,8 % i 2011. Det som er over 100 % skyldes at ulike arter i blant etablerer seg oppå hverandre (hyperepifyttisme) eller vokser over hverandre, og flere arter kan således bli registrert på samme cm-intervall.



**Figur 39.** Fordelingen av naken never og epifytter på *n* bjørkestammer i fellesfeltene i overvåkingsområdet Tjeldbergodden i 1994, 1999 og 2011. *n* = 35 i 1994 og *n* = 40 i 1999 og 2011.

Det var langt større deking av epifytter på de kartlagte bjørkestammene i 2011 enn i både 1999 og 1994. Både den totale epifyttdekingen og dekingen av busklav, bladlav og moser viste signifikante endringer mellom 1999 og 2011 (**Tabell 9**), mens det ikke var endringer i dekingen av alger, sopp og skorpelav mellom 1999 og 2011. Økningen av epifytter har gjort at arealet av never uten synlig forekomst av epifytter har gått vesentlig ned (**Tabell 9**).

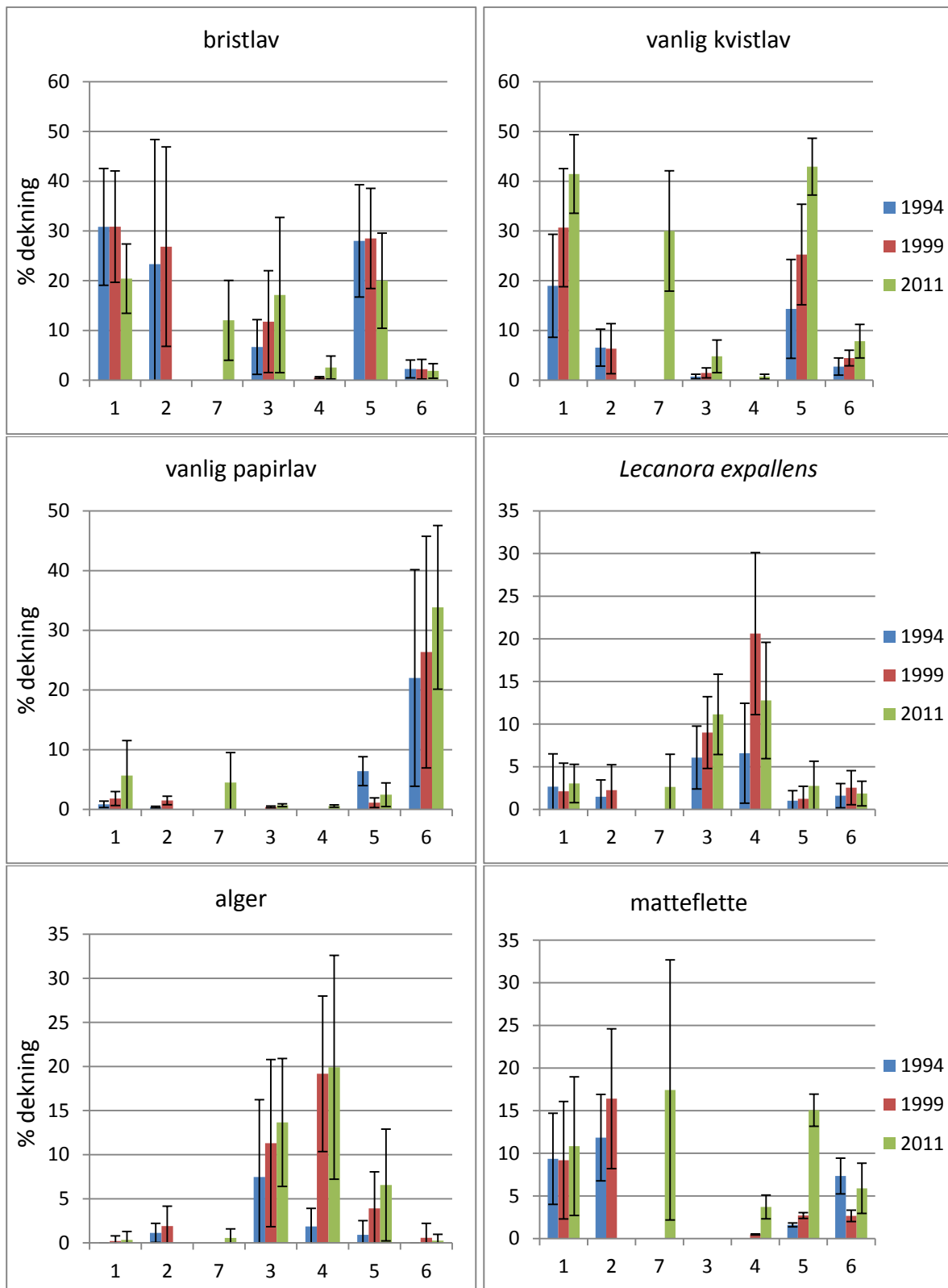
**Tabell 9.** Gjennomsnittlig deking  $\pm$  standardavvik av epifytter og naken never på stammen av bjørk på Tjeldbergodden i fellesfeltene i 1994, 1999 og 2011. Endring i deking er gitt mellom 1999 og 2011, og frihetsgrader (df), *t*-verdi (*t*) og *p*-verdi (*p*) er gitt for sammenligningen mellom deking i 1999 og 2011 i en lineær mikset modell hvor deking er gitt som responsvariabel, år som forklaringsvariabel og tre-ID nøstet i plot er gitt som tilfeldige faktorer.

	1994	1999	2011	Endring 2011-1999	df	T	p
Alger	2,0 $\pm$ 4,8	7,0 $\pm$ 9,4	8,1 $\pm$ 10,3	1,1	69	0,82	0,416
Sopp	0,3 $\pm$ 0,9	2,3 $\pm$ 4,2	2,5 $\pm$ 4,1	0,2	69	0,35	0,731
Busklav	0,4 $\pm$ 1,0	1,1 $\pm$ 1,8	2,7 $\pm$ 4,5	1,6	69	2,98	0,004
Bladlav	26,9 $\pm$ 25,5	34,5 $\pm$ 28,7	43,4 $\pm$ 28,7	8,9	69	4,96	<0,001
Skorpelav	22,2 $\pm$ 19,5	26,6 $\pm$ 16,4	28,4 $\pm$ 15,2	1,8	69	0,89	0,379
Moser	2,9 $\pm$ 6,5	2,5 $\pm$ 4,8	7,4 $\pm$ 9,9	4,9	69	4,56	<0,001
Epifytter totalt	54,8 $\pm$ 28,8	74,1 $\pm$ 18,9	92,6 $\pm$ 17,6	18,5	69	7,12	< 0,001
Never	46,9 $\pm$ 27,8	28,2 $\pm$ 17,5	17,2 $\pm$ 14,3	-11,0	69	-3,79	<0,001

Det var relativt store forskjeller mellom prøvefeltene både når det gjelder mengden epifytter og hvilke grupper epifytter som dominerte (**Tabell 10**). Totalt sett var dekningen høyest i det nye prøvefeltet 7 (Kjørsvik II), men også i felt 6 (Røstøya) og felt 1 (Buslette) var det svært høy dekning av epifytter. Dekningen var lavest i de to feltene i Tuvik (felt 3 og 4), men i disse feltene har det vært en svært stor økning i epifyttdekningen fra 1999 til 2011. Forekomsten av alger var som i 1999 størst i de samme feltene (3 og 4). Dekningen av skorpelav var høyest i felt 6 (Røstøya), men det har vært en viss nedgang i dekningen av skorpelav i dette feltet over tid, parallelt med en økning i dekningen av busk- og bladlav. Det har vært en stor økning i dekningen av skorpelav i felt 4 (Tuvik II). Bladlav dominerte i felt 1 (Buslette) og felt 5 (Taftøy), og dels også i felt 7 (Kjørsvik II). Framgangen av moser fra 1999 var hovedsakelig en følge av en sterk økning i felt 4 (Tuvik II). Det er også høy dekning av moser i det nye feltet 7 (Kjørsvik II).

**Tabell 10.** Gjennomsnittlig dekning (%) av epifytter og naken never på stammen av bjørk i sju prøvefelt på Tjeldbergodden i 1994, 1999 og 2011; sju trær per felt i 1994 og åtte trær per felt i 1999 og 2011. Totalt angir gjennomsnitt for fellesfeltene (1, 3-6).

	År/felt	1	2	7	3	4	5	6	Totalt
Alger	1994		1,1		7,5	1,9	0,9		2,0
	1999	0,2	1,9		11,3	19,2	3,9	0,6	7,0
	2011	0,3		0,6	13,7	19,9	6,6	0,3	8,1
Sopp	1994	0,0	0,1		1,0	0,5	0,0	0,0	0,3
	1999	0,2	1,6		6,3	3,9	0,4	0,6	2,3
	2011	1,0		1,1	4,1	6,2	0,5	0,7	2,5
Busklav	1994	1,4	0,7					0,7	0,4
	1999	2,0	1,0				1,2	2,4	1,1
	2011	3,0		4,5	0,2			10,1	2,7
Bladlav	1994	56,2	29,1		7,3	0,1	47,7	23,3	26,9
	1999	66,6	36,8		14,5	0,2	57,6	33,7	34,5
	2011	71,3		52,1	30,9	3,2	67,4	44,4	43,4
Skorpelav	1994	15,0	17,5		13,9	16,0	10,1	56,0	22,2
	1999	16,7	22,7		21,4	30,4	14,2	50,5	26,6
	2011	15,8		33,4	23,3	36,6	17,7	48,6	28,4
Moser	1994	8,0	8,6		0,0	0,6	1,2	5,0	2,9
	1999	7,9	12,9		0,1	2,3	1,1	1,1	2,5
	2011	9,4		17,1	3,2	17,6	3,5	3,3	7,4
Epifytter totalt	1994	80,6	57,2		29,7	19,0	59,9	84,9	54,8
	1999	93,7	76,9		53,5	56,0	78,3	88,9	74,1
	2011	100,8		108,9	75,3	83,5	95,8	107,4	92,6
Never	1994	23,8	45,5		71,1	81,5	41,7	16,7	46,9
	1999	11,7	25,1		47,4	44,3	24,9	12,9	28,2
	2011	10,1		2,9	33,9	24,8	12,1	5,2	17,2



**Figur 40.** Dekning (%) av de seks vanligste epifyttene fordelt på prøvefelt og år; bristlav, vanlig kvistlav, vanlig papirlav, skorpelaven *Lecanora expallens*, alger og bladmosen matteflette, gjennomsnitt  $\pm$  standardavvik.

## Alger

Det er en signifikant økning i dekningen av frittlevende alger på undersøkelsestrærne mellom 1994 og 1999 ( $t = 3,69$ ,  $df = 69$ ,  $p < 0,001$ ), men ingen signifikant endring i dekning fra 1999 til 2011 (**Tabell 9**, **Tabell 10** og **Figur 40**), noe som betyr at den største økningen i algedekket skjedde i perioden 1994–1999. Den store økningen i felt 3 og 4 (Tuvik I og II) som ble observert mellom 1994 og 1999 har bremsset opp. Algedekningen for felt 4 ligger på 1999-nivå, mens det i felt 3 og 5 har vært en svak økning siden 1999.

## Sopp

Perithecier av barkboende sopp (*Lepthorhaptis epidermidis* eller andre pyrenomyceter) var relativt vanlige og ble registrert i alle feltene på i alt 29 av 48 trær i 2011 (**Vedlegg 10**). Høyeste registrerte dekning i 2011 var 19,8 % på ett tre (**Vedlegg 11**). Det har vært en viss økning i dekning av sopp siden 1994 ( $t = 3,14$ ,  $df = 69$ ,  $p = 0,002$ ), men ingen endring mellom 1999 og 2011. Felt 3 (Tuvik I) og 4 (Tuvik II) hadde høyest dekning av sopp.

## Lav

Lavdekningen på stammen av bjørk i fellesfeltene på Tjeldbergodden har økt fra 49,5 % i 1994 til 74,5 % i 2011 ( $t = 13,21$ ,  $df = 69$ ,  $p < 0,001$ ), og dekningen har også økt signifikant fra 1999 (62,2 %;  $p < 0,001$ ). Det var stor variasjon i epifyttdekningen mellom feltene, og også stor variasjon i hvilke artsgrupper som dominerte (**Tabell 10**). I felt 6 var det en stor økning i dekningen av busklav fra 1999 til 2011, mens bladlav gikk fram i alle feltene.

I alt 52 taksa av epifyttisk lav ble registrert i 2011 (**Vedlegg 11**), mot 55 i 1999. Ubestemte arter er ikke tatt med i artsantallet, og slektene brunskjegg, begerlav og strylav blir i denne sammenheng regnet som ett takson (TOV-standard). Fem taksa er nye i 2011 i forhold til i 1999, mens åtte taksa registrert i 1999 ikke ble gjenfunnet. I alt 52 taksa ble funnet på trærne i 1994, men åtte taksa ble bare funnet i 1994 og åtte ble bare funnet i 2011.

Det har vært en signifikant økning i antall lavararter per tre i fellesfeltene fra 9,2 i 1994 til 12,2 i 2011 ( $t = 3,89$ ,  $df = 69$ ,  $p = 0,001$ ). Også mellom 1999 og 2011 har antallet arter per tre økt signifikant ( $t = 2,77$ ,  $df = 69$ ,  $p = 0,006$ ).

Simpsons diversitetsindeks har økt fra 1994 til 2011 ( $z = 2,69$ ,  $df = 69$ ,  $p = 0,009$ ) og mellom 1999 og 2011 ( $z = 3,12$ ,  $df = 69$ ,  $p = 0,003$ ; **Tabell 11**).

## Busklav

I 2011 ble det registrert brunskjegg, strylav, barkragg og bleiktjafs av hengende arter. Av begerlav ble bare stubbesyl identifisert. Epifyttisk begerlav består ofte bare av basalskjell som det kan være vanskelig å ta til art i felt.

De hengende artene av brunskjegg, barkragg og strylav ble talt opp på hvert tre, og resultatet er presentert i **Tabell 12**. Mengden brunskjegg hadde gått kraftig fram i felt 6 (Røstøya). I 1994 ble det registrert 0,9 individer per tre, dette hadde økt til 10,4 i 1999 og til 37,4 individer per tre i 2011. Selv om samlet lengde av brunskjegg i felt 6 har økt kraftig siden 1999, har den gjennomsnittlige lengden gått noe ned fra 1999 til 2011, noe som tyder på stor nyrekruttering av små individer. Det var fremdeles lite brunskjegg i feltene på fastlandet (**Tabell 12**).

Barkragg var fortsatt den mest frekvente busklavarten, registrert på 35 av 48 trær (**Vedlegg 10**). På de opprinnelige feltene har arten har størst mengde i felt 1 (Buslette), hvor det har vært en viss nedgang i gjennomsnittlig antall individer per tre og samlet lengde. Det var desidert mest barkragg i nye felt 7 (Kjørsvik II), hvor det ble registrert hele 62 individer per tre i gjennomsnitt i 2011. Strylavartene har også gått vesentlig fram på bjørk i felt 6 (Røstøya) fra 1999 til 2011, med mer enn dobling i antall individer per tre (**Tabell 12**). Den gjennomsnittlige lengden har også økt, fra 3,0 i 1999 til 3,6 i 2011, og den samlede lengden har økt betraktelig. I de andre feltene er mengdene av strylav små.

**Tabell 11.** Gjennomsnittlig ( $\pm$  standardavvik) antall arter av lav og Simpsons diversitetsindeks på stammen av bjørk i sju prøvefelt på Tjeldbergodden i 1994, 1999 og 2011; sju trær per felt i 1994 og åtte trær per felt i 1999 og 2011. Totalt angir gjennomsnitt for fellesfeltene (1, 3-6).

	1	2	7	3	4	5	6	totalt
Antall arter 94	10,6 $\pm$ 3,3	10,0 $\pm$ 3,0		6,7 $\pm$ 2,1	4,9 $\pm$ 2,0	9,3 $\pm$ 2,6	14,7 $\pm$ 3,4	9,2 $\pm$ 4,3
Antall arter 99	11,5 $\pm$ 2,7	12,1 $\pm$ 2,0		7,5 $\pm$ 2,0	6,1 $\pm$ 1,6	10,9 $\pm$ 1,7	14,6 $\pm$ 1,9	10,1 $\pm$ 3,6
Antall arter 11	12,8 $\pm$ 2,8		15,6 $\pm$ 2,2	9,6 $\pm$ 2,2	10,9 $\pm$ 2,0	10,9 $\pm$ 2,0	16,9 $\pm$ 2,0	12,2 $\pm$ 3,3
Simpson 94	0,69 $\pm$ 0,14	0,66 $\pm$ 0,21		0,72 $\pm$ 0,08	0,59 $\pm$ 0,14	0,63 $\pm$ 0,09	0,74 $\pm$ 0,12	0,67 $\pm$ 0,12
Simpson 99	0,69 $\pm$ 0,09	0,70 $\pm$ 0,19		0,71 $\pm$ 0,10	0,47 $\pm$ 0,18	0,68 $\pm$ 0,08	0,78 $\pm$ 0,12	0,66 $\pm$ 0,15
Simpson 11	0,70 $\pm$ 0,05		0,81 $\pm$ 0,05	0,71 $\pm$ 0,12	0,79 $\pm$ 0,05	0,66 $\pm$ 0,06	0,82 $\pm$ 0,05	0,74 $\pm$ 0,09



**Tabell 12.** Brunskjegg, ragglav og strylav registrert på stammen av bjørk i sju prøvefelt på Tjeldbergodden i 1994, 1999 og 2011: gjennomsnittlig antall pr tre ( $\bar{n}$ ), gjennomsnittlig individlengde ( $\bar{l}$ ), samlet lengde pr tre ( $l$ ) og lengde av lengste individ ( $l_{maks}$ ). Alle lengdemål i cm. Totalt angir gjennomsnitt for fellesfeltene (1, 3-6)

Prøvefelt		1	2	7	3	4	5	6	totalt
<b>Brunskjegg (<i>Bryoria</i> spp.)</b>									
snitt antall pr tre '94	$\bar{n}$	0,7					0,3	0,9	0,4
snitt antall pr tre '99	$\bar{n}$	1,1	0,1				0,1	10,4	2,3
snitt antall pr tre '11	$\bar{n}$	0,8		1,9	0,4		0,3	37,4	7,8
snitt lengde/individ '94	$\bar{l}$	1,8					2,0	2,2	1,9
snitt lengde/individ '99	$\bar{l}$	1,5	1,0				4,0	3,6	2,9
snitt lengde/individ '11	$\bar{l}$	4,4		1,7	2,0		1,0	2,7	2,7
samlet lengde/tre '94	$l$	1,4					0,6	1,9	0,8
samlet lengde/tre '99	$l$	2,0	0,1				0,5	37,8	8,1
samlet lengde/tre '11	$l$	5,0		2,5	0,8		0,3	104,5	22,1
maks lengde '94	$l_{maks}$	4					3	4	4
maks lengde '99	$l_{maks}$	3	1				4	16	16
maks lengde '11	$l_{maks}$	18		4	4		1	16	18
<b>Barkragg (<i>Ramalina farinacea</i>)</b>									
snitt antall pr tre '94	$\bar{n}$	20,1	5,4		0,3	0,1	2,4	0,4	4,7
snitt antall pr tre '99	$\bar{n}$	16,5	7,1		0,8	0,5	3,3	0,0	4,2
snitt antall pr tre '11	$\bar{n}$	13,1		62,0	2,1	1,1	2,6	0,0	3,8
snitt lengde/individ '94	$\bar{l}$	2,2	2,4		1,0	1,0	1,6	1,0	1,7
snitt lengde/individ '99	$\bar{l}$	2,5	3,0		1,3	1,0	2,8		2,0
snitt lengde/individ '11	$\bar{l}$	2,6		1,9	1,6	1,8	2,1		2,0
samlet lengde/tre '94	$l$	43,9	15,3		0,3	0,1	4,6	0,4	9,9
samlet lengde/tre '99	$l$	41,0	21,3		1,1	0,5	7,6	0,0	10,1
samlet lengde/tre '11	$l$	29,1		112,5	3,6	1,9	4,1	0,0	7,8
maks lengde '94	$l_{maks}$	6	6		1	1	4	1	6
maks lengde '99	$l_{maks}$	6	9		3	1	5		6
maks lengde '11	$l_{maks}$	8		11	3	3	4		8
<b>Strylav (<i>Usnea</i> spp.)</b>									
snitt antall pr tre '94	$\bar{n}$	0,1	0,1					6,3	1,3
snitt antall pr tre '99	$\bar{n}$	0,1	0,1				1,1	29,1	6,1
snitt antall pr tre '11	$\bar{n}$			1,3				44,8	9,0
snitt lengde/individ '94	$\bar{l}$	1,0	1,0					1,8	1,7
snitt lengde/individ '99	$\bar{l}$	1,0	1,0				1,0	3,0	2,0
snitt lengde/individ '11	$\bar{l}$			1,2				3,6	3,6
samlet lengde/tre '94	$l$	0,1	0,1					12,3	2,5
samlet lengde/tre '99	$l$	0,1	0,1				1,1	84,4	17,1
samlet lengde/tre '11	$l$			1,6				158,4	31,7
maks lengde '94	$l_{maks}$	1	1					10	10
maks lengde '99	$l_{maks}$	1	1				1	29	29
maks lengde '11	$l_{maks}$			2				24	24

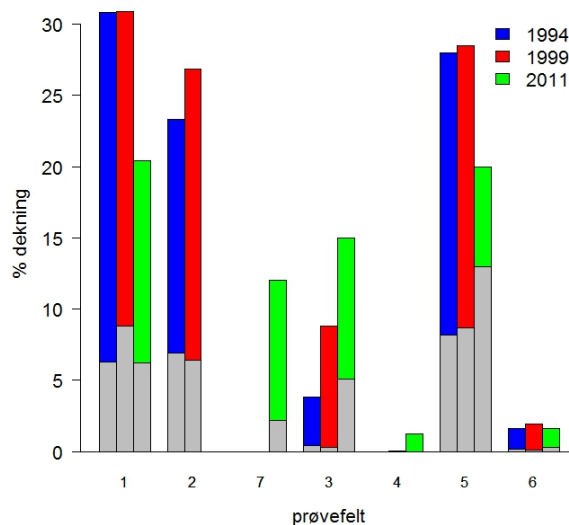
## Bladlav

Samlet var det en signifikant økning i dekingen av bladlav i fellesfeltene mellom 1999 og 2011 (**Tabell 10**) og mellom 1994 og 2011 ( $t = 8,64$ ,  $df = 69$ ,  $p < 0,001$ ). Bladlav var den dominerende epifyttgruppen i tre av feltene (1, 5 og 7) i 2011. I felt 4 (Tuvik II) var det svært lite bladlav. Av de seks epifyttene som hadde størst deking i 2011 (**Figur 40**), var det tre bladlavarter; vanlig kvistlav, bristlav og vanlig papirlav. Totalt sett hadde vanlig kvistlav den største dekingen i fellesfeltene, med en gjennomsnittsdekning per tre på 19,1 % i 2011, en økning fra 12,1 % i 1999. Størst økning har det vært i felt 5 (Taftøy), fra 25 % i 1999 til 43 % i 2011. Bristlav har hatt en nedgang i deking i fellesfeltene fra i gjennomsnitt 14,0 % i 1999 til 11,7 % i 2011, som i hovedsak skyldes nedgang i feltene 1 (Buslette) og 5 (Taftøy). I felt 6 (Røstøya) dominerte vanlig papirlav framfor både bristlav og vanlig kvistlav (**Figur 40**).

**Tabell 13.** Andel skadd lav (%) av artens totale deking for vanlig kvistlav, stiftbrunlav, grå fargelav, bristlav, vanlig papirlav og for bladlav totalt i fem fellesfelt i overvåkingsområdet Tjeldbergodden i 1994, 1999 og 2011.

	1994	1999	2011
Vanlig kvistlav ( <i>Hypogymnia physodes</i> )	1,6	3,6	8,8
Stiftbrunlav ( <i>Melanelia fuliginosa</i> )	17,6	15,2	2,6
Grå fargelav ( <i>Parmelia saxatilis</i> )	3,7	1,0	12,0
Bristlav ( <i>Parmelia sulcata</i> )	23,2	25,9	42,4
Vanlig papirlav ( <i>Platismatia glauca</i> )	0,0	16,7	4,3
Totalt bladlav	12,7	15,4	16,5

Det ble registrert synlig morfologisk skade på fem arter av bladlav i 2011; vanlig kvistlav, stiftbrunlav, grå fargelav, bristlav og vanlig papirlav (**Tabell 13**). Andelen skadd bladlav har vært relativt stabil mellom årene, men er noe høyere i 2011 enn i 1994 ( $p < 0,001$ ), men ikke signifikant forskjellig mellom 1999 og 2011 ( $p = 0,204$ ). Det var en stor og signifikant økning i andelen skadd bristlav fra 1999 til 2011 ( $p = 0,032$ ), med spesielt høy andel skadd bristlav i felt 5 (Taftøy) i 2011 (**Figur 41**). Det var stor reduksjon i synlig skade på stiftbrunlav og vanlig papirlav fra 1999 til 2011.



**Figur 41.** Dekning (%) og andel av den totale dekingen med synlig skade (grå felter) av bristlav i sju prøvefelt i overvåkingsområdet Tjeldbergodden i 1994, 1999 og 2011.

Den vanligste skadetyper hos bristlav, vanlig kvistlav og vanlig papirlav var brunsvart thallus, etterfulgt av sverting av thallus og fiolett-rosa fargetoner, mens hos grå fargelav var fiolett-rosa fargetoner den vanligste skadetyper. Hos stiftbrunlav var det grå og brun-svart thallus.

### Skorpelav

Skorpelav var den dominerende epifyttgruppa både på felt 6 (Røstøya) og på felt 4 (Tuvik II). Det var en signifikant økning i dekning av skorpelav mellom 1994 og 2011 ( $t = 2,87$ ,  $df = 69$ ,  $p = 0,006$ ), men var ingen endring i mengden av skorpelav mellom 1999 og 2011, noe som viser at den største økningen i mengde skjedde mellom 1994 og 1999. I snitt dekket skorpelav 28,4 % av bjørkestammene i undersøkelsen i 2011, mot 26,6 i 1999. Av de seks epifyttene som hadde størst dekningsmessig omfang (**Figur 40**), var det likevel bare én skorpelav; *Lecanora expallens*. Dekningen av *L. expallens* hadde gått noe ned mellom 1999 og 2011, fra 7,1 % til 6,3 %. Størst nedgang var det i felt 4 (Tuvik II), hvor en nedgang fra 20,6 % i 1999 til 12,7 % i 2011 ble registrert.

Som i 1999 var diversiteten av skorpelav høy, og det ble i alt registrert 33 artsbestemte skorpelav på undersøkelsestrærne i 2011, mot 33 i 1999 og 30 i 1994. Fire nye skorpelavsarter er registrert på undersøkelsestrærne i 2011 (*Arthonia didyma*, *Lecanora fuscescens* coll., *Lopadium disciforme* og *Ochrolechia pallescens*).

### Moser

I snitt 7,4 % av arealet av de kartlagte bjørkestammene i fellesfeltene var dekt av epifyttiske moser i 2011, en signifikant økning fra tidligere år (2,5 % i 1999, 2,9 % i 1994; **Tabell 9** og **Tabell 10**). Denne økningen skyldes i hovedsak en sterk økning i mosedekningen i felt 4 (Tuvik II). Det var også svært høy dekning av moser i det nye felt 7 (Kjørsvik II). På undersøkelsestrærne ble det registrert totalt 13 bladmoser og 4 levermoser (**Vedlegg 10**). Matteflette var den dominerende moseepifytten på Tjeldbergodden, med spesielt høy dekning i felt 7 (Kjørsvik II), men også krusgullhette var stedvis vanlig, spesielt i felt 4 (Tuvik II) (**Vedlegg 11**).

Det kan være vanskelig å skille slektene bustehette og gullhette i felt. I fellesfeltene ble det i 2011 talt opp i alt 1569 "puter" av artene krusgullhette, piggeknopegullhette og bustehette (bestemt til slekt; **Vedlegg 10**), i snitt 39, mot 841 (24 pr tre) og 586 (15 pr tre) i hhv. 1994 og 1999. Ett tre i felt 4 (Tuvik II) var så mosedekt at å telle antall puter ble for omfattende.

## 6.3.3 Kjemiske analyser

pH-verdien i never varierte fra 4,1 til 5,1 på de 18 trærne det ble tatt barkprøver av i 2011. Gjennomsnittlig pH-verdi i 2011 var 4,5 (**Tabell 14**), signifikant lavere enn verdiene i 1994 ( $t = -4,43$ ,  $df = 57$ ,  $p < 0,001$ ), men ikke forskjellig fra verdiene i 1999 ( $p = 0,171$ ).

Nitrogen- og svovelkonsentrasjonene i vanlig kvistlav har hatt motsatt utvikling: nitrogenverdiene har gått ned mellom 1999 og 2011 ( $t = -13,53$ ,  $df = 28$ ,  $p < 0,001$ ), mens svovelverdiene har økt siden 1999 ( $t = 17,15$ ,  $df = 27$ ,  $p < 0,001$ ; **Tabell 14**).

## 6.4 Diskusjon

Epifyttvegetasjonen i denne undersøkelsen varierer svært mye mellom feltene. Enkelte felt, som på Røstøya, Taftøy og det nye felt 7 (Kjørsvik II), framstår som svært frodige, med høy dekning og relativt høyt arts mangfold. Bjørk har normalt en heller lav artsdiversitet sammenlignet med andre treslag (Coppins 1984). I Tjeldbergodden-området vokser en rekke typiske kystarter på bjørk, som barkrugg, groplav og en rekke skorpelavsarter. Forekomst av epifyttiske moser er også typisk i kystområder med høy luftfuktighet. Videre vokser en rekke arter som vanligvis bare finnes på rikere treslag på bjørk i dette området. Det gjelder blant

annet lungenever, frynserosettlav og flere skorpelavsarter. Lungenever kan også karakteriseres som gammelskogsindikator (Nitare 2005).

Den totale dekningen av epifytter har økt kraftig i løpet av overvåkingsperioden, først og fremst på bekostning av naken bark. Dekningen av epifytter er over 100 % i tre av feltene (1, 6 og 7), og graden av hyperepifyttisme har økt i omfang (**Figur 42**). Vanlige arter som vanlig kvistlav og vanlig papirlav og dels busklav står for det meste av økningen i epifyttdekningen. Dekning av lav øker ofte med økende alder av trærne (Johansson et al. 2007), og naturlig suksesjon fører ofte til en nedgang av skorpelavsarter og økning i bladlav og moser (Ellis & Coppins 2006). Andre studier viser en positiv sammenheng mellom dekning av lav og antall arter (Johansson et al. 2007), noe som tyder på at de samme faktorene påvirker både vekst og etablering på stammene. I de fleste prøvefeltene på Tjeldbergodden har det parallelt vært en økning i dekning, stabilt eller noe økning i antall lavarter på takseringslinjene og en stabil eller stigende diversitet. Feltene har imidlertid hatt noe ulik utvikling over tid. I felt 6 har det vært en kraftig økning i dekningen av busklav og bladlav og noe reduksjon i dekningen av skorpelav, i tråd med funn i andre studier (Ellis & Coppins 2006), men økningen i dekning av busk- og bladlav har i stor grad skjedd på bekostning av naken bark. De to Tuvik-feltene er relativt unge bestand i en tidlig suksesjonsfase og ligger i tillegg svært eksponert til. Disse feltene har hatt størst endring over tid, med en økning i epifyttdekningen fra 19 % i 1994 til 84 % i 2011 i Tuvik II, med stor økning spesielt av moser i Tuvik II og bladlav i Tuvik I.

Kystnære skoger er kjennetegnet ved høy dekning av epifytter (Hauck 2011), og den kraftige økningen i dekning tyder på gunstige vekstvilkår. Det er også registrert økt epifyttdekning i de fleste TOV-områdene i samme periode, både i Møsvatn fra 1996 til 2006 (Hagen et al. 2008), i Åmotsdalen og Lund fra 2001 til 2011 (Evju et al. under utarb.) og i Gutulia fra 1998 til 2008 (Evju et al. 2009). Flere faktorer bidrar sannsynligvis i samme retning. En av de viktigste faktorene er sannsynligvis økte middeltemperaturer (**Figur 6 og 7**), som betyr økt lengde av vekstsesongen. Kombinert med de høye nedbørsnivåene i området, vil en økning i vekstsesongens lengde være gunstig for veksten både av aerofyttiske alger, lav- og mosearter. Parallelt har det vært en generell nedgang i nedfall av langstransporterte sure komponenter i nedbør som følge av reduksjon av svovelutslipp i Europa (**Figur 14**), noe som også kan ha bidratt til økt epifyttdekning. På tross av lavere utslipp av NO<sub>x</sub> fra metanolfabrikken siden oppstarten, har det vært en generell økning av nitrogennedfall i området, i hovedsak fra langtransportert forurensing. Nitrogen gir en gjødslingseffekt på epifyttvegetasjonen og bidrar sannsynligvis til den økningen i epifyttdekning som vi ser. Trealder er også en faktor som kan påvirke artssammensetning og rikhet (Johansson et al. 2007), og endret substratkvalitet med økende alder på trærne kan være en forklaringsfaktor for økende dekning av epifytter.

**Tabell 14.** pH i bjørkenever og totalt nitrogen- og svovelinnhold (% av tørrvekt) i vanlig kvistlav *Hypogymnia physodes* i sju prøvefelt i Tjeldbergodden overvåkingsområde. Snitt angir gjennomsnitt ( $\pm$  standardavvik) for alle felt med data hvert år.

Prøvefelt	1	2	7	3	4	5	6	snitt
pH i bark 1994	4,8	5,2		5,0	5,1	4,7	4,3	4,9 $\pm$ 0,3
pH i bark 1999	4,3	4,4		4,5	4,8	4,3	4,6	4,5 $\pm$ 0,2
pH i bark 2011	4,5		4,4	4,9	4,8	4,4	4,1	4,5 $\pm$ 0,3
N i kvistlav 1994	0,48	0,52				0,52	0,55	0,52 $\pm$ 0,03
N i kvistlav 1999	0,61	0,65		0,65	0,75	0,56	0,61	0,64 $\pm$ 0,06
N i kvistlav 2011	0,46		0,43	0,44	0,55	0,42	0,41	0,45 $\pm$ 0,05
S i kvistlav 1994	0,051	0,051				0,048	0,053	0,051 $\pm$ 0,002
S i kvistlav 1999	0,046	0,046		0,042	0,058	0,036	0,038	0,044 $\pm$ 0,008
S i kvistlav 2011	0,065		0,072	0,082	0,093	0,071	0,063	0,074 $\pm$ 0,011

Andelen skadd lav har vært relativt stabil mellom årene. Det er registrert økt skadeomfang på noen arter, som kan skyldes naturlige prosesser som aldring, insektskader mv. Det kan også være resultat av innhold av skadelige komponenter i luft, da studier tyder på at høye konsentrasjoner av bakkenært ozon påvirker strukturen til algeceller i lavthallus (Tarhanen et al. 1997). Høyt skadeomfang er ofte et varsel om framtidig nedgang i dekning av lav, som f.eks. i TOV-området i Lund (Hagen et al. 2007, Evju et al. under utarb.). Imidlertid er skadeomfanget ved Tjeldbergodden relativt lavt og ser ikke ut til å begrense videre økning i dekning av lav.



**Figur 42.** Graden av hyperepifyttisme, dvs. at ulike arter vokser oppå/over hverandre, har økt i omfang siden 1999. Foto: Torbjørg Bjelland.

pH-verdiene i never fra 1994 var uvanlig høye, og det er usikkert om det er metodologiske ulikheter mellom analysene i 1994 og 1999/2011 som gir de store forskjellene i verdier, eller om det kan ha vært såkalte sjøsaltepisoder, dvs. episoder med uvanlig høy konsentrasjon av sjøsalt i nedbøren (Bruteig 2002). Ingen endring i pH ble registrert mellom 1999 og 2011.

Det er en nedgang i nitrogeninnhold i vanlig kvistlav, på tross av økende nedfall av nitrogen. NILUs målte verdier viser likevel store variasjoner i våtavsetning av nitrogen, med lave verdier i 2009-10, som kan ha gitt utslag på nitrogenkonsentrasjonen i kvistlaven. De lave verdiene kan også skyldes fortynningseffekter av høy vekstrate. Vanlig kvistlav har økt i dekning siden 1999, noe som tyder på rask vekst. Tidligere studier har vist at høy vekstrate virker fortynnende på konsentrasjoner av stoffer i laven, slik at målt nitrogen- og svovelinnhold kan være lavere enn forventet utfra verdier for tilførsel til et område (Bruteig 1998).

Parallelt er det likevel funnet høyere verdier av svovel i vanlig kvistlav i 2011 enn i 1999, på tross av redusert svovelnedfall og på tross av eventuelle fortynningseffekter av høy vekstrate. Rapporterte verdier for svoveltilførsel (**Figur 15**) er sjøsaltkorrigerte, dvs. bidrag fra sjøsalt til komponenter i nedbøren er ikke inkludert. Svovelkomponenter, men ikke nitrogenkomponenter, finnes i sjøsalt (Aas et al. 2008). Sjøsaltepisoder, dvs. episoder med høyt innhold av sjøsalt i nedbør, er først og fremst knyttet vinterstormer, men også til vestavind generelt (Aas et al. 2008), og bidraget fra sjøsalt til totalt svovelnedfall kan være betydelig, spesielt i kystnære områder som Tjeldbergodden. Slike episoder kan være med å forklare hvorfor svovelverdiene i vanlig kvistlav går opp og ned. Uansett er svovelinnholdet i kvistlaven såpass lavt at det ikke hemmer videre lavvekst.

## 6.5 Konklusjon

Det har vært en økning i dekningen av epifytter i overvåkingsområdet i Tjeldbergodden i perioden fra 1994 til 2011, først og fremst gjennom en økning i dekningen av bladlavarter som vanlig kvistlav og vanlig papirlav. Dette er endringer som kan knyttes først og fremst til klimatrender, der økte middeltemperaturer og lengre vekstsesong er gunstig for vekst av lav, spesielt i nedbørsrike områder (Evju & Bruteig 2012). Andre faktorer virker i samme retning, som redusert svovelnedfall, stabilt til økende nedfall av nitrogen, samt eldre undersøkelsestrær.

Det er ingen målbare effekter på epifyttvegetasjonen som kan knyttes til metanolfabrikken, med unntak av en økning i algedekning i de første årene etter at anlegget ble satt i drift. Den stabile dekningen av alger siden 1999 tyder på at det fremdeles er en gjødslingseffekt av nitrogen.



## 7 Referanser

- Abrahamsen, G. & Seip, H.M. 1991. Tilførsler og virkninger av lufttransporterte forurensninger. Kunnskapsstatus og forskningsbehov. – Nasjonal komité for miljøforskning.
- Achermann, B. & Bobbink, R. (red.) 2003. Empirical Critical Loads for Nitrogen. Expert Workshop Berne, 11-13 November 2002. – Proceedings. Environmental Documentation 164: 1-327. Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape SAEFL, Bern.
- Alstrup, V. 2001. Epifytiske mikrolaver. – Gads Forlag, København.
- Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. – *Austral Ecology* 26: 32-46.
- Anderson M.J. 2004. DISTLM v.5: a FORTRAN computer program to calculate a distance based multivariate analysis for a linear model. – Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand. 10 s.
- Anderson M.J. & ter Braak C.J.F. 2003. Permutation tests for multi-factorial analysis of variance. – *Journal of Statistical Computing and Simulation* 73: 85-113.
- Askvik, H. & Rokoengen, K. 1985. Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Kristiansund. M 1 : 250 000. – NGU.
- Aune, E.I. 1976. Botaniske undersøkjinger i samband med generalplanarbeidet i Hemne kommune, Sør-Trøndelag. – K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapp. Bot. Ser. 1976-1: 1-76.
- Bakkestuen, V., Aarrestad, P.A., Stabbetorp, O.E., Erikstad, L. & Eilertsen, O. 2010. Vegetation composition, gradients and environment relationships of birch forest in six reference areas in Norway. – *Sommerfeltia* 34: 1-223 + Suppl.
- Berg, I.A. 1995. Miljøovervåking Tjeldbergodden. Overvåking av jord og jordvann i 1993 og 1994. – Rapport fra Skogforsk 19/95: 1-11.
- Berg, I.A. 1996. Jordvann fra intensive skogovervåkingsflater i 1993. – Rapport fra Skogforsk 13/96: 1-14.
- Bobbink, R., Hornung, M. & Roelofs, J.G.M. 1998. Essay review: The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural vegetation. – *Journal of Ecology* 86: 717-738.
- Bobbink, R., Ashmore, M.R., Braun, S., Fluckiger, W. & Van den Wyngaert, I.J.J. 2003. Empirical nitrogen critical loads for natural and semi-natural ecosystems: 2002 update. – I: Achermann, B. & Bobbink, R. (red.) Empirical Critical Loads for Nitrogen. Expert Workshop Berne, 11-13 November 2002. – Proceedings. Environmental Documentation 164. Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape SAEFL, Bern. s. 43-170.
- Bobbink, R., Hicks, K., Galloway, D.J., Spranger, T., Alkemade, R., Ashmore, M.R., Bustamante, M., Cinderby, S., Davidson, E., Dentener, F., Emmett, B., Erisman, J.-W., Fenn, M., Gilliam, F., Nordin, A., Pardo, L. & de Vries, W. 2010. Global assessment of nitrogen deposition, effects on plant terrestrial biodiversity: a synthesis. – *Ecological Applications* 20: 30-59.
- Bobbink, B. & Hettelingh, J.-P. 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. – Coordination Centre for Effects, National Institute for Public Health and the Environment (RIUM).
- Bruteig, I.E. 1993. The epiphytic lichen *Hypogymnia physodes* as a biomonitor of atmospheric nitrogen and sulphur deposition in Norway. – *Environmental Monitoring and Assessment* 26: 27-47.
- Bruteig, I.E. 1998. Terrestrisk naturovervåking. Vekstrate hos vanleg kvistlav 1993-1997. – Allforsk Rapport 13: 1-46.
- Bruteig, I.E. 2001. Vekstrespons hos tre aerofyttiske algar på tilførsel av nitrogen. – NINA Oppdragsmelding 680: 1-14.
- Bruteig, I.E. 2002. Miljøovervåking Tjeldbergodden. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen 1999. – Allforsk Rapport 18: 1-39.
- Bruteig, I.E., Austrheim, G. & Norderhaug, A. 2003. Utreiingar i samband med ny rovviltmelding. Beiting, biologisk mangfald og rovviltforvaltning. – NINA Fagrapport 71: 1-65.
- Bruteig, I.E., Eilertsen, O., Kålås, J.A., Løbersli, E.M., Myklebust, I., Tørseth, K., Økland, R.H. & Aamlid, D. 1997. Natur i endring. Program for terrestrisk naturovervåking 1990-1995. – Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.
- Bruteig, I.E. & Wang, R. 1995. Miljøovervåking Tjeldbergodden. Epifyttvegetasjonen. Resultat frå referansekartlegging 1994. – Allforsk Rapport 4: 1-33.

- Coppins, B.J. 1984. Epiphytes of birch. – *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 85B: 115-128.
- Eilertsen, O. & Fremstad, E. 1994. Miljøovervåking Tjeldbergodden, jord- og vegetasjonsundersøkelser. – NINA Oppdragsmelding 278: 1-30.
- Eilertsen, O. & Fremstad, E. 1995. Miljøovervåking på Tjeldbergodden og Terningvatn. Jord- og vegetasjonsundersøkelser 1993-94. – NINA Oppdragsmelding 391: 1-38.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Dull, R., Wirth, V., Werner, W. & Paulissen, D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – *Scripta Geobotanica* XVII: 1-258.
- Ellis, C.J. & Coppins, B.J. 2006. Contrasting functional traits maintain lichen epiphyte diversity in response to climate and autogenic succession. – *Journal of Biogeography* 33: 1643-1656.
- Evju, M. & Bruteig, I.E. 2012. Lichen community change over a 15-year time period: effects of climate and pollution. – in prep.
- Evju, M., Bruteig, I.E. & Willmann, B. 2009. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjon på bjørk i Dividal og Gutulia i 2008. – I Framstad, E. (red.) *Natur i endring. Terrestrisk naturovervåking i 2008: Markvegetasjon, epifytter, smågnagere og fugl*. NINA Rapport 490. s. 85-109.
- Farmer, A. M., Bates, J.W. & Bell, J. 1992. Ecophysiological effects of acid rain on bryophytes and lichens. – I Bates, J.W. & Farmer, A.M. (red.) *Bryophytes and lichens in a changing environment*. Clarendon Press, Oxford. s. 284-313.
- Foucard, T. 1990. Svensk skorpelavsflora. – Stenström Interpublishing, Stockholm.
- Fremstad, E. 1994. Vegetasjonskart Tjeldbergodden, Aure, Møre og Romsdal. – NINA Oppdragsmelding 265: 1-21 + kart.
- Frisvoll, A., Elvebakk, A., Flatberg, K.I. & Økland, R.H. 1995. Sjekkliste over norske mosar. Vitskapleg og norsk namneverk. – NINA Temahefte 4: 1-104.
- Frogner, T. 1993. Jordvann i skog. Kjemisk sammensetning av jordvann på intensivt overvåkede forskningsflater. Status og tidsutvikling. – Rapport fra Skogforsk 3/93: 1-22.
- Førland, E. 1993. Årsnedbør 1 : 2 mill. – Statens kartverk, Nasjonalatlas for Norge, kartblad 3.1.1.
- Hagen, D., Bruteig, I.E., Larsen, R.S. & Wilmann, B. 2007. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen i Åmotsdalen og Lund 2006. – I Framstad, E. (red.) *Natur i endring. Terrestrisk naturovervåking i 2006: Markvegetasjon, epifytter, smågnagere og fugl*. NINA Rapport 262. s. 38-65.
- Hagen, D., Bruteig, I.E. & Wilmann, B. 2008. Gjenkartlegging av epifyttvegetasjonen i Møsvatn 2007. – I Framstad, E. (red.) *Natur i endring. Terrestrisk naturovervåking 2007: Markvegetasjon, epifytter, smågnagere og fugl*. NINA Rapport 362. s. 45-64.
- Hauck, M. 2011. Site factors controlling epiphytic lichen abundance in northern coniferous forests. – *Flora* 206: 81-90.
- Haugsbakk, I. 1997. Førundersøkelse av nedbørskvalitet ved Tjeldbergodden i Aure kommune. Mai 1996-april 1997. – NILU OR 59/97: 1-19.
- Haugsbakk, I. 2000. Undersøkelse av nedbørskvalitet ved Tjeldbergodden i Aure kommune. Mai 1999 - april 2000. – NILU OR 52/2000: 1-20.
- Haugsbakk, I. 2004. Undersøkelse av nedbørskvaliteten ved Tjeldbergodden i Aure kommune. Juni 2003-mai 2004. – NILU OR 79/2004: 1-20.
- Hegland, S.J., Rydgren, K. & Seldal, T. 2006. The response of *Vaccinium myrtillus* to variations in grazing intensity in a Scandinavian pine forest on the island of Svanøy. – *Canadian Journal of Botany* 83: 1638-1644.
- Hegland, S.J., Jongejans, E. & Rydgren, K. 2010. Investigating the interaction between ungulate grazing and resource effects on *Vaccinium myrtillus* populations with integral projection models. – *Oecologia* 163: 695-706.
- Hester, A.J., Bergman, M., Larson, G.R. & Moen, J. 2006. Impacts of large herbivores on plant community structure and dynamics. - I: Danell, K., Duncan, P., Bergström, R. & Pastor J. (red.), *Large herbivore ecology, ecosystem dynamics and conservation*. – Cambridge University Press, s. 97-141.
- Hill, M.O. 1979. DECORANA - A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. – Cornell Univ., Ithaca, New York.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. – *Vegetatio* 42: 47-58.
- Hilmo, O. & Larssen, H.C. 1994. Morfologi hos epifyttisk lav i områder med ulik luftkvalitet. – Allforsk Rapport 2: 1-44.
- Hodson, A.J., Mumford, P.N., Kohler, J. & Wynn, P.M. 2005. The High Arctic glacial ecosystem: new insights from nutrient budgets. – *Biogeochemistry* 72: 233-256.



- 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: 1-72.
- Holien, H. & Tønsberg, T. 2006. Norsk lavflora. – Tapir akademiske forlag, Trondheim.
- Holopainen, T. & Kärenlampi, L. 1984. Injuries to lichen ultrastructure caused by sulphur dioxide fumigations. – New Phytologist 98: 285-294.
- Holopainen, T. & Kärenlampi, L. 1985. Characteristic ultrastructural symptoms caused in lichens by experimental exposure to nitrogen compounds and fluorides. – Annales Botanici Fennici 22: 333-342.
- Jensen, A. 1991. Terrestrisk naturovervåking (TOV). Jordovervåking i Solhomfjell og Børgefjell 1990. – Norsk institutt for skogforskning. Rapport 14: 1-17.
- Johansson, P., Rydin, H. & Thor, G. 2007. Tree age relationships with epiphytic lichen diversity and lichen life history traits on ash in southern Sweden. – Ecoscience 14: 81-91.
- Kauppi, M. 1980. The influence of nitrogen-rich pollution components on lichens. – Acta Universitatis Oulensis A101 Biologica 9: 1-25.
- Klemsdal, T. & Sjulsén, O.E. 1992. Landformer, 1 : 1 000 000. – Statens kartverk, Nasjonalatlas for Norge, kartblad 2.1.2.
- Knudsen S. & Johnsrud M. 1996. Førundersøkelse av luftforurensingssituasjonen på Tjeldbergodden i Aure kommune. Mai 1993-april 1994. – NILU OR 32/1996: 1-31.
- Knudsen, S., Skjelkvåle, B.L. & Aarrestad, P.A. 2002. Effekter av økte nitrogenutslipp til luft fra Kårstøanleggene i Rogaland. – NILU OR 39/2002: 1-78.
- Krog, H., Østhagen, H. & Tønsberg, T. 1994. Lavflora. Norske busk- og bladlav. – Universitetsforlaget, Oslo.
- Legendre P. & Anderson M.J. 1999. Distance-based redundancy analysis: Testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments. – Ecological Monographs 69: 1-24.
- Lid, J. & Lid, D.T. 2005. Norsk flora. 7. utg. Elven, R. (red.) – Det norske samlaget, Oslo.
- Løbersli, E.M. 1989. Terrestrisk naturovervåking i Norge. – DN rapport 8-1989: 1-98.
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon. – Statens kartverk, Hønefoss.
- Mysterud, A., Askilrud, H., Loe, L.E. & Veiberg, V. 2010. Spatial patterns of accumulated browsing and its relevance for management of red deer *Cervus elaphus*. – Wildlife Biology 16: 162-172.
- Nimis, P.L., Scheidegger, C. & Wolseley, P. (red.) 2002. Monitoring with lichens - monitoring lichens. NATO Science Series, Series IV, Earth and environmental sciences. – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Nitare, J. (red.) 2005. Signalarter. Indikatorer på skyddsvärd skog. Flora over kryptogamer: 392. – Skogsstyrelsens förlag, Jönköping.
- Nordin, A., Näsholm, T. & Ericson, L. 1998. Effects of simulated N deposition on understorey vegetation of a boreal coniferous forest. – Functional Ecology 12: 691-699.
- Nordin, A., Sheppard, L.J., Strengbom, J., Gunnarsson, U., Hicks, K. & Sutton, M. 2009. Understanding of nitrogen deposition impacts. – Background paper for the Nitrogen Deposition & Natura 2000 Workshop, Brussels. 18. - 20. May 2009.
- Ogner, G., Opem, M., Remedios, G., Sjøtveit, G. & Sørli, B. 1991. The chemical analysis program of the Norwegian Forest Research Institute, 1991. – Norsk institutt for skogforskning, Ås.
- 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. – Norwegian Forest Research Institute, Ås.
- OPS, Overvåkingsprogram for skogskader, database. – Norsk institutt for skogforskning, Ås.
- Poikolainen, J., Lippo, H., Hongisto, M., Kubin, E., Mikkola, K. & Lindgren, M. 1998. On the abundance of epiphytic green algae in relation to the nitrogen concentrations of biomonitors and nitrogen deposition in Finland. – Environmental Pollution 102: 85-92.
- R Development Core Team. 2011. R: a language and environment for statistical computing. – R Foundation for Statistical Computing, Vienna.
- Rogers, R.W. 1990. Ecological strategies of lichens. – Lichenologist 22: 149-162.
- Røsberg, I. & Aamlid, D. 2002. Miljøovervåking Tjernbergodden - Overvåking av jord og jordvann i 1993/94 og 2001. Resultater, sammenligninger og vurderinger. – Skogforsk. Oppdragsrapport 05/02: 1-21.
- Santesson, R., Moberg, R., Nordin, A., Tønsberg, T. & Vitikainen, O. 2004. Lichen-forming and lichenicolous fungi of Fennoscandia. – Museum of Evolution, Uppsala University, Uppsala.
- Schroeder, D. 1984. Soil, facts and concepts. – International Potash Institute, Bern.
- SFT, Statens forurensningstilsyn 1991. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1990. – Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport 466/91: 1-320.

- 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.
- Skarpe, C. & Hester, A.J. 2008. Plant traits, browsing and grazing herbivores, and vegetation dynamics. – I: Gordon, I.J. & Prins, H.H.T. (red.) The ecology of grazing and browsing. Springer-Verlag, s. 217-261.
- Snäll, T., Ribeiro, P.J. & Rydin, H. 2003. Spatial occurrence and colonisation in patch-tracking metapopulations: Local conditions versus dispersal. – *Oikos* 103: 566-578.
- Solberg, S., Berg, I.A., Horntvedt, R., Aamlid, D. & Tørseth, K. 1997. Intensive skogovervåkingsflater. Resultater fra 1995. Intensive forest monitoring plots. Results 1995. – *Aktuelt fra Skogforskningen* 8/01: 1-22.
- Strengbom, J., Nordin, A., Näsholm, T. & Ericson, L. 2002. Parasitic fungus mediates change in nitrogen-exposed boreal forest vegetation. – *Journal of Ecology* 90: 61-67.
- Strengbom, J., Englund, G. & Ericson, L. 2006. Experimental scale and precipitation modify effects of nitrogen addition on a plant pathogen. – *Journal of Ecology* 94: 227-233.
- Stuanes, A.O. & Abrahamsen, G. 1996. Tålegrenser for nitrogen i skog. En vurdering av kunnskapsgrunnlaget. – *Aktuelt fra Skogforsk* 7-96.
- Stålfelt, M.G. 1969. Vækstekologi. Balansen mellom vækstværdens produktion och beskatning. – Svenska bokforlaget, Stockholm.
- Suding, K.N., Collins, S.L., Gough, L., Clark, C., Cleland, E.E., Gross, K.L., Milchunas, D.G. & Pennings, S. 2005. Functional- and abundance-based mechanisms explain diversity loss due to N fertilization. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102: 4387-4392.
- Søchting, U. 1991. Laver som kvælstofmonitorer i danske skove. – Institut for Sporeplanter, Universitetet i København.
- Tamm, C.O. 1991. Nitrogen in terrestrial ecosystems. *Ecological Studies*. 81. – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Tarhanen, S., Holopainen, T. & Oksanen, J. 1997. Ultrastructural changes and electrolyte leakage from ozone fumigated epiphytic lichens. – *Annals of Botany* 80: 611-621.
- ter Braak, C.J.F. & Smilauer, P. 1998. CANOCO Reference Manual and User Guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). – Microcomputer Power, Ithaca, NY.
- Thomassen, J. (red.) 1995. Miljøovervåking Tjeldbergodden. Etablering av overvåkingsprogram 1993-1994. – NINA oppdragsmelding 376: 1-20.
- Thomsen, M.G. 1992. Epifyttisk belegg på barnåler i Norge i relasjon til nitrogendeposisjon og klima. – Rapport fra Skogforsk 23/92: 1-11.
- Thoresen, M.K. 1990. Jordarter. M 1 : 1 mill. – Statens kartverk, Nasjonalatlas for Norge, kartblad 2.3.7.
- Tolvanen, A., Laine, K., Pakonen, T., Saari, E. & Havas, P. 1994. Responses to harvesting intensity in a clonal dwarf shrub, the bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.). – *Vegetatio* 110: 163-169.
- Tønnesen, D. & Haugsbakk, I. 2012. Målinger av luftkvalitet og nedbørkvalitet på Tjeldbergodden oktober 2009 – september 2010. – NILU OR 1/2012: 1-181.
- Underwood A.J. 1997. Experiments in ecology. Their logical design and interpretation using analysis of variance. – Cambridge university Press, Cambridge.
- United Nations Economic Commission for Europe, UN/ECE 1994. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. – Program Coordinating Centers, Hamburg and Prague 1994.
- Von Arb, C. & Brunold, C. 1990. Lichen physiology and air pollution. 1. Physiological responses of in situ *Parmelia sulcata* among air pollution zones within Biel, Switzerland. – *Canadian Journal of Botany* 68: 35-42.
- Økland, R.H. 1990. Vegetation ecology: theory, methods and applications with reference to Fennoscandia. – *Sommerfeltia* Suppl. 1: 1-233.
- 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.
- Aas, W., Hjelbrekke, A., Hole, L. R. & Tørseth, K. 2008. Deposition of major inorganic compounds in Norway 2002-2006. – NILU OR 72/2008: 1-56.
- Aas, W., Solberg, S., Manø, S. & Yttri, K.E. 2012. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 2010. – NILU OR 29/2011: 1-218.

## Vedlegg 1 – Jordprøver, utbyttbare element

Jordprøver fra Tjeldbergodden, Felt Tj2, 2011, 2001 og 1993. Volumvekt (vv) er gitt i g/l, utbyttingskapasitet (CEC) er gitt i mmol(+)/kg, total nitrogen (tot-N) er gitt i mmol/kg, og glødetap (LOI) og basemetningsgrad (BS) er gitt i %. Utbyttbare element, ekstrahert med  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (E1). Enhet er mmol/kg tørrstoff unntatt for Ba, Sr, Zn, Ni og Ti som er gitt i  $\mu\text{mol/kg}$ .

År	Serie	Sjikt	vv	tot-N	LOI	pH	E6 pH	E1 H	E1 CEC	E1 BS
2011	A	O1	194	836	95,67	4,40	3,64	98,1	419,8	74,8
2011	A	O2	252	923	92,26	4,18	3,39	137,9	414,9	66,6
2011	A	M5	1072	63	5,60	4,53	3,70	23,4	33,9	30,8
2011	A	M15	1008	69	5,30	4,58	3,80	31,3	40,1	21,8
2011	B	O1	173	858	96,92	4,31	3,56	109,2	435,3	73,5
2011	B	O2	250	892	91,38	4,11	3,34	139,1	428,6	67,4
2011	B	M5	1028	56	5,50	4,47	3,63	25,4	35,0	27,3
2011	B	M15	1086	56	5,21	4,76	4,08	24,0	30,5	21,2
2011	C	O1	204	868	95,39	4,41	3,73	96,9	471,9	77,5
2011	C	O2	257	892	93,66	4,09	3,33	123,8	406,5	69,3
2011	C	M5	831	85	6,74	4,44	3,55	21,7	33,9	35,9
2011	C	M15	956	78	6,27	4,84	4,10	27,6	35,5	22,2
2011	D	O1	171	855	95,21	4,36	3,61	99,8	442,0	75,7
2011	D	O2	261	906	92,96	4,15	3,39	139,7	422,2	66,7
2011	D	M5	1091	52	4,25	4,55	3,77	22,8	31,3	27,3
2011	D	M15	990	93	5,91	4,60	3,78	26,7	39,3	32,1
2001	A	O1	211	800	88,96	4,34		75,5	425,7	80,5
2001	A	O2	395	728	67,46	4,23		101,0	282,5	64,0
2001	A	M5	823	81	6,20	4,76		26,3	40,3	34,6
2001	A	M15	934	60	4,68	4,80		23,6	31,9	26,2
2001	B	O1	200	788	88,50	4,23		85,2	412,3	77,8
2001	B	O2	394	745	77,39	4,22		107,1	331,8	67,4
2001	B	M5	811	69	5,63	4,48		29,0	47,5	38,9
2001	B	M15	867	90	7,12	4,80		37,7	53,5	29,5
2001	B	M40	795	107		4,54		47,9	62,6	23,4
2001	C	O1	207	785	88,84	4,19		84,2	392,9	76,9
2001	C	O2	417	644	63,89	4,16		99,8	268,8	62,6
2001	C	M5	942	66	5,61	4,88		23,1	34,9	33,8
2001	C	M15	906	59	4,76	4,84		29,5	42,6	30,6
2001	D	O1	228	800	90,53	4,15		85,4	390,7	76,8
2001	D	O2	422	728	73,25	4,10		97,0	295,6	67,0
2001	D	M5	912	67	5,13	4,56		24,6	34,7	29,1
2001	D	M15	886	62	5,20	4,79		27,6	36,4	24,1
2001	D	M40	916	54	5,60	4,64		18,5	21,3	13,3
1993	A	O1	208	905	91,86	4,20	3,49	107,8	419,4	73,4
1993	A	O2	390	873	70,73	4,27	3,61	115,4	302,7	61,7
1993	A	M5	963	122	9,33	4,54	3,74	27,5	53,4	48,3
1993	A	M15	1087	42	3,47	4,62	3,94	25,5	39,1	34,6
1993	B	O1	237	936	85,94	4,20	3,50	88,7	393,5	76,3
1993	B	O2	404	1016	76,24	4,46	3,75	120,7	324,2	62,6
1993	B	M5	1020	96	7,85	4,81	3,94	29,7	49,1	39,3
1993	B	M15	1113	41	3,51	4,91	4,13	20,5	31,5	34,9
1993	C	O1	223	994	92,46	4,16	3,48	93,5	414,9	76,3
1993	C	O2	403	972	72,66	4,32	3,67	123,4	304,9	59,3
1993	C	M5	1100	75	5,64	4,68	3,90	21,0	38,9	45,7
1993	C	M15	1068	51	4,73	4,85	4,14	25,5	39,3	34,9
1993	D	O1	207	990	93,27	4,15	3,52	95,8	428,2	76,4
1993	D	O2	452	760	60,11	4,26	3,56	98,3	273,8	63,9
1993	D	M5	1117	63	5,16	4,60	3,76	19,1	33,2	42,1
1993	D	M15	1065	50	4,01	4,74	3,98	25,9	34,8	25,4

**Vedlegg 1 – Jordprøver, utbyttbare element (forts.)**

År	Serie	Sjikt	E1 Al	E1 Ba	E1 C	E1 Ca	E1 Fe	E1 K	E1 Mg	E1 Mn
2011	A	O1	4,2	137,8	545	87,8	0,44	35,0	45,5	3,95
2011	A	O2	24,1	108,3	456	62,1	1,78	20,9	55,7	0,43
2011	A	M5	6,6	14,0	20	1,5	0,68	0,9	2,4	0,01
2011	A	M15	9,4	16,6	19	1,2	0,86	0,7	2,1	0,01
2011	B	O1	3,1	152,1	513	90,5	0,17	34,8	46,1	3,06
2011	B	O2	22,2	127,4	469	66,7	2,04	20,9	57,7	0,32
2011	B	M5	7,2	14,5	24	1,4	0,72	1,0	2,1	0,01
2011	B	M15	7,8	14,1	21	0,5	0,59	0,7	1,6	0,01
2011	C	O1	5,7	125,9	755	110,7	0,57	32,0	50,0	4,57
2011	C	O2	14,7	109,7	505	66,1	2,76	23,9	53,6	0,59
2011	C	M5	5,4	15,1	29	1,5	0,68	1,4	2,9	0,01
2011	C	M15	8,8	15,4	19	1,3	0,83	0,8	1,5	0,01
2011	D	O1	2,7	124,6	739	92,5	0,19	35,6	50,2	3,76
2011	D	O2	23,7	119,9	501	56,7	5,43	21,5	63,2	0,36
2011	D	M5	6,7	13,1	20	1,0	0,61	0,8	2,1	0,01
2011	D	M15	7,7	20,6	26	2,4	0,55	0,9	2,7	0,01
2001	A	O1	8,7	157,1	864	95,2	1,03	32,7	53,8	3,87
2001	A	O2	28,5	115,1	477	37,6	3,20	17,1	36,9	0,40
2001	A	M5	8,7	23,6	37	2,7	0,27	1,2	2,8	0,01
2001	A	M15	8,6	19,7	30	1,5	0,30	0,8	1,5	0,01
2001	B	O1	4,4	134,6	783	87,3	0,52	29,6	52,0	3,16
2001	B	O2	30,1	126,5	517	45,5	2,09	19,5	48,0	0,44
2001	B	M5	8,8	27,8	42	3,4	0,55	1,1	4,1	0,02
2001	B	M15	13,7	25,8	42	3,2	0,83	0,9	3,1	0,01
2001	B	M40	16,9	29,3	46	2,5	0,78	0,9	3,5	0,01
2001	C	O1	5,4	131,2	759	82,7	0,43	28,8	48,0	3,28
2001	C	O2	28,2	97,1	387	33,9	1,61	13,7	37,2	0,38
2001	C	M5	8,3	14,9	29	2,3	0,23	0,8	2,4	0,01
2001	C	M15	10,7	20,0	28	1,9	0,39	0,6	3,4	0,01
2001	D	O1	5,9	140,4	754	80,5	0,63	30,8	48,8	2,67
2001	D	O2	25,0	106,9	439	41,1	1,59	16,6	42,5	0,34
2001	D	M5	8,0	18,4	32	1,8	0,43	0,8	2,2	0,01
2001	D	M15	10,2	19,4	32	1,7	0,64	0,6	1,8	0,01
2001	D	M40	6,8	13,9	34	0,2	0,19	0,4	0,4	0,00
1993	A	O1	14,4	134,0	824	75,9	1,87	30,0	53,7	1,91
1993	A	O2	33,3	97,0	470	37,1	2,01	15,5	39,4	0,26
1993	A	M5	8,1	28,0	82	5,1	0,50	2,3	4,8	0,03
1993	A	M15	8,3	19,0	62	2,1	0,75	1,5	2,8	0,01
1993	B	O1	9,2	132,0	722	74,6	1,09	28,2	52,4	2,17
1993	B	O2	37,7	119,0	393	42,4	1,63	13,9	41,5	0,25
1993	B	M5	10,3	28,0	66	3,7	0,62	1,5	3,7	0,06
1993	B	M15	7,4	19,0	53	1,8	0,57	0,9	2,1	0,01
1993	C	O1	7,7	141,0	865	83,2	0,71	31,9	50,7	2,40
1993	C	O2	39,4	104,0	444	38,5	2,50	15,6	35,1	0,31
1993	C	M5	7,0	19,0	55	3,9	0,36	1,2	3,1	0,02
1993	C	M15	9,2	22,0	52	2,5	0,60	1,1	2,6	0,01
1993	D	O1	7,1	145,0	864	81,0	0,78	33,0	57,7	2,65
1993	D	O2	26,7	107,0	414	35,8	3,33	13,0	37,3	0,30
1993	D	M5	5,9	20,0	71	2,6	0,73	1,7	2,5	0,06
1993	D	M15	9,2	23,0	54	1,5	0,88	1,4	1,3	0,01

**Vedlegg 1 – Jordprøver, utbyttbare element (forts.)**

År	Serie	Sjikt	E1 Na	E1 P	E1 S	E1 Si	E1 Sr	E1 Zn	E1 Ni	E1 Pb	E1 Ti
2011	A	O1	12,2	5,24	4,52	693	411	485	3,6	1,2	5
2011	A	O2	19,7	1,19	3,70	739	465	286	5,9	2,9	7
2011	A	M5	1,7	0,04	0,25	471	23	51	0,9	0,2	26
2011	A	M15	1,6	0,02	0,29	480	23	39	2,2	0,2	26
2011	B	O1	12,1	6,50	4,38	494	399	469	3,3	1,4	1
2011	B	O2	19,2	1,31	3,45	572	492	318	7,4	11,4	6
2011	B	M5	1,6	0,03	0,26	627	22	24	1,5	0,3	41
2011	B	M15	1,6	0,01	0,44	886	14	15	2,0	0,2	17
2011	C	O1	12,4	5,05	4,01	485	429	520	4,1	4,3	7
2011	C	O2	18,3	1,77	3,64	677	453	374	7,2	3,9	5
2011	C	M5	2,0	0,06	0,33	602	26	27	0,8	0,8	22
2011	C	M15	1,5	0,01	0,36	789	20	15	1,5	0,2	25
2011	D	O1	13,6	6,33	4,21	600	395	523	0,3	0,2	6
2011	D	O2	20,4	1,05	3,49	714	521	290	8,0	3,1	5
2011	D	M5	1,6	0,02	0,28	510	19	17	1,0	0,2	27
2011	D	M15	1,7	0,04	0,27	671	29	37	1,8	0,3	51
2001	A	O1	11,9	3,60	4,39	644	404	442	11,2	2,1	6
2001	A	O2	14,6	0,76	3,18	510	304	160	11,5	2,8	4
2001	A	M5	1,8	0,08	0,25	167	29	8	2,9	0,4	3
2001	A	M15	1,4	0,01	0,28	322	16	4	3,2	0,2	4
2001	B	O1	12,7	4,77	3,98	365	384	441	12,2	3,3	8
2001	B	O2	17,4	1,02	3,85	454	403	201	9,4	3,3	5
2001	B	M5	2,3	0,04	0,34	217	36	13	3,4	0,8	2
2001	B	M15	2,4	0,02	0,54	622	35	9	5,5	0,2	2
2001	B	M40	1,7	0,03	0,24	382	40	11	12,5	0,2	2
2001	C	O1	11,9	4,82	3,90	355	375	466	9,5	2,6	5
2001	C	O2	12,3	0,64	2,73	499	322	173	8,1	2,4	5
2001	C	M5	1,6	0,04	0,36	318	21	8	2,5	0,2	3
2001	C	M15	1,8	0,01	0,31	397	28	7	3,0	0,2	2
2001	D	M15	1,2	0,01	0,42	498	21	7	5,2	0,2	3
2001	D	O1	10,7	4,38	3,93	435	383	437	9,1	2,6	5
2001	D	O2	14,2	0,96	2,95	394	358	195	9,3	2,9	4
2001	D	M5	1,2	0,03	0,20	177	20	9	2,5	0,3	3
2001	D	M40	1,2	0,04	0,85	752	6	3	2,0	0,2	2
1993	A	O1	18,5	2,13	4,05	405	433	438			
1993	A	O2	18,4	0,43	3,34	676	326	169			
1993	A	M5	3,6	0,10	0,42	650	49	18			
1993	A	M15	2,3	0,10	0,27	539	25	10			
1993	B	O1	18,2	2,21	3,73	374	394	420			
1993	B	O2	21,3	0,31	3,23	812	382	153			
1993	B	M5	3,0	0,10	0,41	666	43	19			
1993	B	M15	2,2	0,10	0,31	613	23	10			
1993	C	O1	16,9	4,45	4,80	342	423	478			
1993	C	O2	18,1	0,43	3,25	879	375	185			
1993	C	M5	2,5	0,10	0,34	470	38	18			
1993	C	M15	2,4	0,10	0,38	620	34	21			
1993	D	O1	16,7	4,15	4,56	322	439	498			
1993	D	O2	15,6	0,44	2,36	477	361	181			
1993	D	M5	2,2	0,10	0,33	472	33	17			
1993	D	M15	1,8	0,17	0,29	428	23	9			

## Vedlegg 2 – Jordprøver, totalt elementinnhold

Jordprøver fra Tjeldbergodden, Felt Tj2, 2011, 2001 og 1993. Totalt elementinnhold. Oppslutningsmiddel er  $\text{HClO}_4 + \text{HNO}_3$ . Enhet er mmol/kg tørrstoff unntatt for Ba, Sr, Tn og Zn som er gitt i  $\mu\text{mol/kg}$ .

År	Serie	Sjikt	Al	Ba	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Sr	Ti	Zn
2011	A	O1	40	167	110,2	149	19	37,8	56,7	4,03	12,7	22,4	40,2	459	1403	676
2011	A	O2	154	144	74,9	147	60	24,3	68,2	0,61	21,2	22,3	53,3	511	4457	420
2011	A	M5	151	62	97,2	172	128	12,6	57,4	1,33	15,2	3,3	4,1	395	35952	171
2011	A	M15	147	55	53	159	188	9,2	47,2	0,93	10,7	3,3	4,3	212	34763	159
2011	B	O1	31	185	110,9	163	12	37,9	54,4	3,14	12,9	24,1	41,7	457	1115	642
2011	B	O2	135	158	80,1	150	74	23,5	71,4	0,51	20,3	20,4	47,7	536	4852	461
2011	B	M5	144	57	89,8	53	122	8,6	47	1,12	13,1	2,1	3,3	373	36864	110
2011	B	M15	272	52	81,4	26	179	8,9	64,6	1,3	13,1	3,8	3,7	300	37994	143
2011	C	O1	54	167	130,3	179	30	35,9	60,1	5,01	12,8	23,8	41,1	486	2027	669
2011	C	O2	97	161	86	186	124	31,5	73,8	0,85	22,0	27,2	58,1	552	4134	628
2011	C	M5	111	53	78,4	37	97	8,2	35	0,96	15,2	3,3	5,1	352	31786	91
2011	C	M15	306	58	87,4	34	237	9,7	65	1,29	12,8	3,6	5,9	350	39078	143
2011	D	O1	33	172	113,9	127	16	39,1	63,6	4,14	14,5	23,5	40,1	463	1756	762
2011	D	O2	135	152	65,8	128	154	24,4	74,7	0,47	21,4	22,5	49,9	548	3639	409
2011	D	M5	132	52	53,9	29	164	9,2	52,9	0,99	12,5	3,3	3,5	219	33128	119
2011	D	M15	144	60	79,2	118	111	8	42,7	1,01	11,2	2,8	5,8	320	36276	128
2001	A	O1	84	182	112,2	103	63	35,9	63,8	4,20	12,8	26,5	44,7	483	4939	673
2001	A	O2	174	147	58,0	70	118	21,1	47,0	0,62	17,9	23,3	55,2	426	12506	294
2001	A	M5														
2001	A	M15														
2001	B	O1	54	155	109,5	91	44	34,4	67,9	3,55	14,8	25,3	44,2	457	4091	691
2001	B	O2	195	152	62,4	74	90	23,3	58,0	0,64	20,2	24,0	49,9	495	10276	358
2001	B	M5														
2001	B	M15														
2001	B	M40														
2001	C	O1	58	146	98,3	83	33	32,7	59,8	3,75	13,8	24,9	41,3	452	4628	676
2001	C	O2	203	120	59,6	55	102	19,1	52,5	0,71	16,0	19,2	43,8	448	16502	312
2001	C	M5														
2001	C	M15														
2001	D	O1	58	163	96,8	90	39	34,9	57,1	2,96	12,4	25,5	43,8	463	4770	646
2001	D	O2	158	127	62,6	69	86	20,3	51,7	0,59	17,0	22,9	51,8	470	11748	349
2001	D	M5														
2001	D	M15														
2001	D	M40														
1993	A	O1	81	177	89,1	107	68	33,2	62,9	2,39	21,1	24,7	46,8	499	3717	577
1993	A	O2	258	133	52,7	94	193	17,6	53,7	0,52	21,0	25,3	59,7	409	12650	296
1993	A	M5	100	57	44,2	33	73	10,3	38,9	0,77	10,3	3,9	7,2	186	25172	101
1993	A	M15	163	58	58,9	27	193	12,2	69,9	1,24	9,4	3,6	2,8	209	39117	183
1993	B	O1	61	169	85,5	121	59	30,3	61,7	2,49	20,5	23,6	43,1	463	4724	542
1993	B	O2	324	167	52,7	122	147	15,2	50,6	0,46	22,6	27,7	64,5	447	12327	243
1993	B	M5	151	95	44,6	31	116	14,5	57,0	0,96	8,7	4,8	6,6	177	28140	140
1993	B	M15	140	48	41,8	20	163	8,6	59,6	0,90	8,5	2,6	2,8	151	33797	152
1993	C	O1	53	177	94,3	116	33	35,8	58,1	2,59	18,7	26,4	47,8	487	2844	619
1993	C	O2	291	137	48,2	93	159	19,2	41,9	0,45	20,0	25,3	54,3	434	12136	299
1993	C	M5	104	49	44,9	25	85	11,4	40,1	0,77	8,4	2,9	4,6	178	25623	105
1993	C	M15	179	46	41,9	20	189	8,5	46,6	0,77	8,1	2,7	3,2	164	34567	143
1993	C	M40	1037	106	88,2	20	720	13,9	135,6	1,68	16,1	8,4	12,6	355	49999	398
1993	D	O1	52	177	89,1	149	37	34,8	64,0	2,80	18,3	24,4	45,9	484	3245	620
1993	D	O2	189	129	57,4	75	148	15,7	43,1	0,54	18,5	19,4	39,5	457	15373	258
1993	D	M5	89	39	58,6	20	82	7,2	23,2	0,67	9,0	2,0	3,6	240	31822	76
1993	D	M15	142	46	51,6	20	246	6,4	22,2	0,59	7,1	2,9	2,9	210	38988	104

## Vedlegg 3 – Artsliste vegetasjon

Arter registrert på Tjeldbegodden og ved Terningvatn, årene 1993-1994, 2001 og 2011.

Navn	Norsk navn	Navn	Norsk navn
<b>Trær, busker og lyng</b>		<b>Gras og halvgras</b>	
<i>Andromeda polifolia</i>	Kvitlyng	<i>Agrostis capillaris</i>	Engkvein
<i>Arctous alpinus</i>	Rypebær	<i>Anthoxanthum odoratum</i> coll.	Gulaks/Fjellgulaks
<i>Betula pubescens</i>	Bjørk	<i>Avenella flexuosa</i>	Smyle
<i>Calluna vulgaris</i>	Røsslyng	<i>Carex canescens</i>	Gråstarr
<i>Empetrum nigrum</i>	Krekling	<i>Carex nigra</i> var. <i>nigra</i>	Vanlig slåttestarr
<i>Juniperus communis</i>	Einer	<i>Carex panicea</i>	Kornstarr
<i>Oxycoccus microcarpus</i>	Småtranebær	<i>Carex pilulifera</i>	Bråtestarr
<i>Pinus sylvestris</i>	Furu	<i>Carex</i> sp.	Starrslekta
<i>Sorbus aucuparia</i>	Rogn	<i>Danthonia decumbens</i>	Knegras
<i>Sorbus hybrida</i>	Rognasal	<i>Deschampsia cespitosa</i>	Sølvbunke
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Blåbær	<i>Luzula pilosa</i>	Hårfrytle
<i>Vaccinium uliginosum</i>	Blokkebær	<i>Luzula sylvatica</i>	Storfrytle
 <i>Vaccinium vitis-idaea</i>	 Tyttebær	<i>Trichophorum cespitosum</i> ssp. <i>cespitosum</i>	 Småbjønnskjegg
<b>Urter og karsporeplanter</b>		<i>Trichophorum cespitosum</i>	Bjønnskjegg
<i>Anemone nemorosa</i>	Kvitveis	<b>Bladmose</b>	
<i>Athyrium filix-femina</i>	Skogburkne	<i>Aulacomnium palustre</i>	Myrfiltmose
<i>Blechnum spicant</i>	Bjørnekam	<i>Brachythecium reflexum</i>	Sprinkelundmose
<i>Chamaepericlymenum suecicum</i>	Skrubbær	<i>Calypogeia integristipula</i>	Skogflak
<i>Dactylorhiza maculata</i>	Flekkmariland	<i>Calypogeia muelleriana</i>	Sumpflak
<i>Goodyera repens</i>	Knerot	<i>Cirriphyllum piliferum</i>	Lundveikmose
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	Fugletelg	<i>Dicranum drummondii</i>	Kjempesigd
<i>Linnaea borealis</i>	Linnea	<i>Dicranum fuscescens</i>	Bergsigd
<i>Listera cordata</i>	Småttveblad	<i>Dicranum majus</i>	Blanksigd
<i>Melampyrum pratense</i>	Stormarimjelle	<i>Dicranum scoparium</i>	Ribbesigd
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	Småmarimjelle	<i>Dicranum spurium</i>	Rabbesigd
<i>Narthecium ossifragum</i>	Rome	<i>Hylocomiastrum umbratum</i>	Skuggehusmose
<i>Orthilia secunda</i>	Nikkevintergrønn	<i>Hylocomium splendens</i>	Etasjemose
<i>Oxalis acetosella</i>	Gjøkesyre	<i>Hypnum cupressiforme</i>	Matteflette
<i>Phegopteris connectilis</i>	Hengeving	<i>Hypnum jutlandicum</i>	Heiflette
<i>Potentilla erecta</i>	Tepperot	<i>Plagiothecium laetum</i>	Glansjamnemose
<i>Pteridium aquilinum</i>	Einstape	<i>Plagiothecium undulatum</i>	Kystjamnemose
<i>Pyrola media</i>	Klokkevintergrønn	<i>Pleurozium schreberi</i>	Furumose
<i>Pyrola minor</i>	Perlevintergrønn	<i>Polytrichum commune</i>	Storbjørnemose
<i>Rubus saxatilis</i>	Tågebær (teiebær)	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	Narremose
<i>Solidago virgaurea</i>	Gullris	<i>Ptilium crista-castrensis</i>	Fjormose
<i>Succisa pratensis</i>	Blåknapp	<i>Racomitrium lanuginosum</i>	Heigråmose
<i>Trientalis europaea</i>	Skogstjerne	<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	Kystkransmose
 <i>Viola palustris</i>	 Myrfiol	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	 Storkransmose
<i>Viola riviniana</i>	Skogfiol	<i>Rhytidiadelphus squarrosus/subpinnatus</i>	Eng-/Fjørkransmose
		<i>Sanionia uncinata</i>	Klobleikmose
		<i>Sphagnum capillifolium</i>	Furutorvmose
		<i>Sphagnum compactum</i>	Stivtorvmose
		<i>Sphagnum quinquefarium</i>	Lyngtorvmose
		<i>Thuidium tamariscinum</i>	Stortujamose

**Vedlegg 3 – Artsliste vegetasjon (forts.)**

Navn	Norsk navn	Navn	Norsk navn
<b>Levermoser</b>		<b>Lav</b>	
<i>Anastrophyllum minutum</i>	Tråddraugmose	<i>Cladonia arbuscula</i> <i>/portentosa/stellaris</i>	Lys reinlav/ Kystreinlav/Kvitkrull
<i>Barbilophozia atlantica</i>	Kystskjeggmoser	<i>Cladonia arbuscula</i> <i>ssp. arbuscula</i>	Lys reinlav
<i>Barbilophozia attenuata</i>	Piskskjeggmoser	<i>Cladonia bellidiflora</i>	Blomsterlav
<i>Barbilophozia barbata</i>	Skogskjeggmoser	<i>Cladonia carneola</i>	Bleikbeger
<i>Barbilophozia floerkei</i>	Lyngskjeggmoser	<i>Cladonia cenotea</i>	Meltraktlav
<i>Barbilophozia kunzeana</i>	Myrskjeggmoser	<i>Cladonia ciliata</i>	Gaffelreinlav
<i>Barbilophozia lycopodioides</i>	Gåsefotskjeggmoser	<i>Cladonia coniocraea</i>	Stubbesyl
<i>Bazzania trilobata</i>	Storstylte	<i>Cladonia furcata</i>	Gaffellav
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	Piggtrådmose	<i>Cladonia gracilis</i>	Syllav
<i>Calypogeia integristipula</i>	Skogflak	<i>Cladonia macrophylla</i>	Trevlelav
<i>Calypogeia muelleriana</i>	Sumpflak	<i>Cladonia portentosa</i>	Kystreinlav
<i>Calypogeia sp.</i>	Flakmose	<i>Cladonia rangiferina</i>	Grå reinlav
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	Broddglefsemose	<i>Cladonia squamosa</i>	Fnaslav
<i>Cephalozia loitlesbergeri</i>	Sveltglefsemose	<i>Cladonia stellaris</i>	Kvitkrull
<i>Cephalozia lunulifolia</i>	Myrglefsemose	<i>Cladonia uncialis</i>	Piggjav
<i>Cephalozia sp.</i>	Glefsemose	<i>Cladonia chlorophaea coll.</i>	Pulverbrunbeger/ Kornbrunbeger
<i>Cephaloziella sp.</i>	Pistremoseslekta	<i>Cladonia coccifera coll.</i>	Rødbeger
<i>Chiloscyphus coadunatus</i>	Totannblonde	<i>Cladonia sp.</i>	Begerlav
<i>Diplophyllum albicans</i>	Stripefoldmose	<i>Platismatia glauca</i>	Vanlig papirlav
<i>Hepaticae</i>	Levermoser		
<i>Lepidozia reptans</i>	Skogkrekmose		
<i>Lophozia excisa</i>	Rabbeflik		
<i>Lophozia obtusa</i>	Buttflik		
<i>Lophozia ventricosa coll.</i>	Grokorn-/Skogflik		
<i>Lophozia sp.</i>	Flikmose		
<i>Mylia taylorii</i>	Raudmuslingmose		
<i>Plagiochila asplenioides</i>	Prakthinnemose		
<i>Ptilidium ciliare</i>	Bakkefrynse		
<i>Scapania nemorea</i>	Fjordtvibladmose		
<i>Tritomaria quinquedentata</i>	Storhoggtann		



## Vedlegg 4 – Ruteanalyser vegetasjon, dekning

a) Ruteanalyser for vegetasjon, %-dekning. Analyseruter 1-20 og 61-70 fra Tjeldbergodden 2011.

Felt	Tj01				Tj02				Tj03				Tj04				Tj13				Tj14									
Rutenr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Trær, busker og lyng																														
<i>Andromeda polifolia</i>	5	2	2	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arctous alpinus</i>	7	5	15	2	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Betula pubescens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Calluna vulgaris</i>	40	60	45	45	20	15	35	.	45	40	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Empetrum nigrum</i>	5	3	7	1	3	1	1	2	1	.	.	.	1	1	1	1	.	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juniperus communis</i>	.	.	.	.	.	.	.	35	.	.	25	20	.	.	7	.	.	.	.	.	25	.	6	.	.	.	.	.	1	7
<i>Pinus sylvestris</i>	.	1	8	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sorbus aucuparia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	2	.	.	.	.	.	1	.	.	1	4	1	3	1	1	.
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1	1	1	1	5	35	25	35	20	5	50	45	30	30	45	50	50	30	50	30	45	55	55	20	40	70	75	30	35	35
<i>Vaccinium uliginosum</i>	.	5	.	5	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	3	3	2	3	2	25	25	45	10	10	20	10	10	10	25	30	25	35	25	20	3	4	2	1	5	10	5	20	7	15
Urter og karsporeplanter																														
<i>Anemone nemorosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	2	1	1	.
<i>Blechnum spicant</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chamaepericlymenum suecicum</i>	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	7	3	7	2	10	1	10	1	5	5	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	7	2	7	3	.	.	.	.	.	.	2	3	.	.	.	1	1	1	.
<i>Linnaea borealis</i>	.	.	.	.	.	1	1	1	1	1	2	2	1	10	2	1	1	1	1	1	1	1	15	15	7	1	1	1	1	3
<i>Melampyrum pratense</i>	.	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Narthecium ossifragum</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Orthilia secunda</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2	2	.	.	1	1	2	2
<i>Oxalis acetosella</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	.	.	.	.	2	.
<i>Phegopteris connectilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1	.	.	.	.	.	.	2	8	3	.	3	5	1	2	.
<i>Pteridium aquilinum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	20	4	3	5	10	7	25	.	.	.	4	.	5	.	10	1	15
<i>Rubus saxatilis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Succisa pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Trientalis europaea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Viola palustris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.

**Vedlegg 4 – Ruteanalyser, dekning (forts.).****a) Analyseruter 1-20 og 61-70 fra Tjeldbergodden 2011.**

Felt	Tj01				Tj02				Tj03				Tj04				Tj13				Tj14									
Rutenr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Gras og halvgras																														
Agrostis capillaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	20	1	.	.	3	1	2
Avenella flexuosa	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	2	3	2	3	10	2	1	1	2	1	1	2	12	15	25	3	20	15	40	25
Carex nigra var. nigra	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carex panicea	1	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Luzula pilosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	1	.	.
Luzula sylvatica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bladmoser																														
Aulacomnium palustre	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calypogeia integristipula	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calypogeia muelleriana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum fuscescens	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum majus	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	2	.	1	.	1	1	1	2	1	1	1	1	.	.	1	1
Dicranum scoparium	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hylocomium splendens	1	15	2	20	5	60	30	50	10	50	30	60	10	40	25	50	50	60	45	60	20	55	15	20	40	60	25	20	25	25
Hypnum cupressiforme	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypnum jutlandicum	1	1	1	1	1	1	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plagiothecium undulatum	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	1	.	1	1	1	.	1	.	1	1	1	.	.	1	.	1	.	1
Pleurozium schreberi	3	7	5	1	5	10	5	1	1	5	2	7	2	3	2	2	7	5	7	2	1	.	1	1	1	2	1	2	1	1
Polytrichum commune	1	1	1	1	1	1	.	1	2	1	.	1	30	.	2	1	.	.	.	.	.	.	7	.	.	.	.	1	.	.
Pseudoscleropodium purum	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	1	1	1	.	1	.	1	10	7	5	2	.	1	2	1
Ptilium crista-castrensis	1	.	.	5	.	2	1	1	1	1	5	5	1	1	2	15	1	7	7	2	1	.	.	1	.	.	.	1	2	1
Racomitrium lanuginosum	60	7	15	1	40	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhytidiadelphus loreus	.	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhytidiadelphus triquetrus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	35	35	2	.	.	3	.	.	.	1
Sphagnum capillifolium	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sphagnum compactum	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sphagnum quinquefarium	1	25	.	30	15	.	.	4	7	.	1	1	2	.	7	2	.	15	1	.	10	1	7	.	.	1	.	.	.	.

# **Vedlegg 4 – Ruteanalyser, dekning (forts.).**

## **a) Analyseruter 1-20 og 61-70 fra Tjeldbergodden 2011.**

Felt	Tj01				Tj02				Tj03				Tj04				Tj13				Tj14									
Rutenr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Levermoser																														
Anastrophyllum minutum	1	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Barbilophozia atlantica	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Barbilophozia barbata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Barbilophozia floerkei	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Barbilophozia kunzeana	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bazzania trilobata	.	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calypogeia sp.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cephalozia loitlesbergeri	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cephaloziella sp.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chiloscyphus coadunatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hepaticae	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Lophozia ventricosa coll.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mylia taylorii	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Plagiochila asplenioides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.	.	.	.	1
Ptilidium ciliare	1	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tritomaria quinquedentata	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lav																														
Cladonia arbuscula/ portentosa/stellaris	3	1	7	3	3	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia bellidiflora	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia cenotea	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia ciliata	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia furcata	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia gracilis	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia macrophylla	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia rangiferina	2	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia uncialis	2	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia chlorophaea coll.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia sp.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Platismatia glauca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

**Vedlegg 4 – Ruteanalyser, dekning (forts.).****b) Ruteanalyser for vegetasjon, %-dekning. Analyseruter 31-60 fra Terningvatn 2011.**

Felt	Te07					Te08				Te09				Te10					Te11				Te12							
Rutenr	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Trær, busker og lyng																														
Andromeda polifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16	3	16	16	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Betula pubescens	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calluna vulgaris	.	.	.	.	.	11	16	16	16	16	.	14	15	15	16	15	1	16	16	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Empetrum nigrum	.	.	.	.	.	14	16	13	4	12	16	11	15	12	16	.	5	7	3	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juniperus communis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	4	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
Oxycoccus microcarpus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pinus sylvestris	.	.	.	.	.	7	.	.	.	1	1	.	1	5	3	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Sorbus aucuparia	7	1	1	2	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	8	4	.	4	.	1	4	.	.	1	.	1	4
Sorbus hybrida	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vaccinium myrtillus	16	16	16	16	16	12	5	14	2	1	16	5	12	11	16	16	16	14	13	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Vaccinium uliginosum	.	.	.	.	.	15	16	15	.	13	13	13	12	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vaccinium vitis-idaea	14	12	13	6	6	16	16	14	16	16	16	16	16	16	16	16	16	14	14	16	6	4	2	3	5	8	4	11	8	6
Urter og karsporeplanter																														
Anemone nemorosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	9	5	8	.	1	7	7	12	7	1	11	5	1	2
Athyrium filix-femina	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chamaepericlymenum suecicum	.	.	.	1	5	.	.	.	.	.	.	.	.	7	2	4	.	1	.	.	4	.	.	1	.	15	.	16	12	16
Dactylorhiza maculata	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Goodyera repens	5	5	1	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gymnocarpium dryopteris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	14	6	5	1	3	12	10	5	.
Linnaea borealis	9	.	.	1	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16	16	15	10	15	4	2	11	10	8	4	8	2	8	8
Melampyrum pratense	.	.	.	.	1	1	2	4	2	.	7	7	8	4	5	5	2	.	.	1	.	.	2	1	.	.	.	.	.	6
Melampyrum sylvaticum	.	1	2	6	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Oxalis acetosella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	10	11	7	11	1	16	7	12	10
Potentilla erecta	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	16	16	15	7	.	4	11	5	9	.	2	2	1	9
Pyrola media	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Solidago virgaurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.
Trientalis europaea	.	.	.	1	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	6	3	11	6	.	2	3	1	2	6	2	8	.	3
Viola riviniana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	8	4	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.

# **Vedlegg 4 – Ruteanalyser, dekning (forts.).**

## **b) Analyseruter 31-60 fra Terningvatn 2011.**

Felt	Te07					Te08					Te09					Te10					Te11					Te12					
Rutenr	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
Gras og halvgras																															
Agrostis capillaris	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	14	5	1	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	
Anthoxanthum odoratum coll.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	
Avenella flexuosa	16	16	13	16	16	.	.	.	.	.	3	.	8	3	2	16	16	16	15	16	16	16	16	16	16	16	15	15	16	16	
Carex pilulifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Luzula pilosa	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	6	4	3	.	.	5	3	9	3	
Luzula sylvatica	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	9	.	.	12	.	.	.	.	.	.	.	
Bladmoser																															
Brachythecium reflexum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	
Cirriphyllum piliferum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	
Dicranum drummondii	.	.	.	.	.	3	5	2	8	1	6	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Dicranum fuscescens	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Dicranum majus	7	.	7	12	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	2	1	7	8	.	.	14	10	8	3	10	
Dicranum scoparium	2	.	.	.	2	11	4	1	7	2	3	4	1	8	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	
Hylocomiastrum umbratum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	8	.	.	.	.	.	.	
Hylocomium splendens	16	16	16	16	16	6	16	6	2	7	16	14	16	8	11	16	16	16	16	16	16	16	15	16	16	16	16	16	16	16	
Hypnum jutlandicum	.	.	.	.	2	12	4	13	13	5	12	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Plagiothecium laetum	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	.	.	1	.	6	
Plagiothecium undulatum	6	5	9	8	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6	1	6	7	16	9	6	11	12	4	6	8	11	.	
Pleurozium schreberi	3	2	1	10	3	16	16	16	16	16	9	16	16	16	16	10	1	1	3	.	2	2	5	1	8	10	7	6	13	4	
Polytrichum commune	.	1	.	1	.	1	.	5	.	5	7	.	.	7	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	6	
Ptilium crista-castrensis	11	.	.	13	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	15	14	14	12	9	16	16	7	16	12	14	12	7	14	
Racomitrium lanuginosum	.	.	.	.	15	2	.	16	4	.	11	.	15	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Rhytidiadelphus loreus	2	1	1	3	1	.	.	.	.	.	.	2	2	.	1	3	.	1	.	1	.	.	1	.	.	4	5	6	.	.	
Rhytidiadelphus triquetrus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	16	.	
Rhytidiadelphus squarrosus/subpinnatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	3	.	
Sphagnum quinquefarium	.	.	.	.	3	6	4	.	1	11	5	15	15	15	1	1	11	8	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Thuidium tamariscinum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	11	.	2	1	.	

**Vedlegg 4 – Ruteanalyser, dekning (forts.).****b) Analyseruter 31-60 fra Terningvatn 2011.**

Felt	Te07					Te08				Te09				Te10					Te11				Te12								
Rutenr	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
Levermoser																															
Anastrophyllum minutum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Barbilophozia atlantica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Barbilophozia barbata	.	.	.	.	.	1	5	.	.	1	10	2	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	1	
Barbilophozia lycopodioides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bazzania trilobata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	12	15	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
Blepharostoma trichophyllum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Calypogeia muelleriana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Calypogeia sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Cephalozia bicuspidata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cephalozia lunulifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cephalozia sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Cephaloziella sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Chiloscyphus coadunatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Diplophyllum albicans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Lophozia obtusa	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lophozia ventricosa coll.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
Lophozia sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Plagiochila asplenoides	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.	5	.	3	4	5	5	.	.
Ptilidium ciliare	.	.	.	.	.	2	4	5	16	5	3	3	5	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lav																															
Cladonia arbuscula/ portentosa/stellaris	.	.	.	.	.	16	11	10	16	16	7	16	10	15	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia furcata	.	.	.	.	.	.	2	.	4	3	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia gracilis	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia rangiferina	.	.	.	.	.	16	13	15	16	16	14	13	3	15	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia squamosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia uncialis	.	.	.	.	.	.	.	.	6	7	.	4	.	6	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

## Vedlegg 5 – Ruteanalyser vegetasjon, smårutefrekvens

a) Ruteanalyser for vegetasjon, smårutefrekvens av arter (1-16). Analyseruter 1-20 og 61-70 fra Tjeldbergodden 2011.

Felt	Tj01				Tj02				Tj03				Tj04				Tj13				Tj14									
Rutenr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Trær, busker og lyng																														
Andromeda polifolia	13	12	13	12	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Arctous alpinus	12	15	15	7	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Betula pubescens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Calluna vulgaris	16	16	14	16	12	10	12	.	15	16	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Empetrum nigrum	13	9	15	4	12	3	3	6	1	.	.	.	3	4	3	7	.	11	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juniperus communis	.	.	.	.	.	.	.	15	.	.	16	8	.	.	8	.	.	.	.	.	10	.	5	.	.	.	.	.	1	6
Pinus sylvestris	.	2	5	3	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Sorbus aucuparia	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	5	.	.	.	.	.	1	.	.	2	5	1	3	1	1	.	.
Vaccinium myrtillus	1	12	8	9	13	16	15	14	13	14	15	16	15	16	16	16	16	16	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Vaccinium uliginosum	.	10	.	12	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vaccinium vitis-idaea	11	14	11	16	6	13	14	14	15	16	14	14	15	11	16	13	14	16	16	16	8	7	9	3	11	14	14	11	12	13
Urter og karsporeplanter																														
Anemone nemorosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	5	2	1	.
Blechnum spicant	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chamaepericlymenum suecicum	.	.	.	.	.	5	3	1	3	5	10	7	14	4	9	4	10	2	7	13	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.
Gymnocarpium dryopteris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	13	10	8	15	8	.	.	.	.	.	.	5	9	.	.	.	8	1	1	.
Linnaea borealis	.	.	.	.	.	2	3	5	3	5	12	11	3	16	12	7	8	8	10	10	9	1	13	14	13	3	5	3	4	13
Melampyrum pratense	.	.	1	7	3	6	.	2	8	4	3	2	10	.	5	6	7	3	8	8	8	8	7	4	5	5	5	8	2	10
Melampyrum sylvaticum	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Narthecium ossifragum	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Orthilia secunda	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2	.	.	.	.	.	.	.	2	.	3	8	.	3	5	7	4	.
Oxalis acetosella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2	1	.	.	.	.	3	.
Phegopteris connectilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Potentilla erecta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	2	.	.	.	.	.	.	8	16	12	.	8	14	3	8	.
Pteridium aquilinum	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	9	2	2	4	6	6	12	.	.	.	3	.	8	.	4	2	7	.
Rubus saxatilis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Solidago virgaurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Succisa pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.
Trientalis europaea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Viola palustris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.

**Vedlegg 5 – Ruteanalyser, smårutefrekvens (forts.).****a) Analyseruter 1-20 og 61-70 fra Tjeldbergodden 2011.**

Felt	Tj01				Tj02				Tj03				Tj04				Tj13				Tj14									
Rutenr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Gras og halvgras																														
<i>Agrostis capillaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	15	2	.	.	10	6	4
<i>Avenella flexuosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	1	7	1	12	16	13	14	16	16	2	1	10	10	14	12	13	12	14	7	16	14	16	16
<i>Carex nigra</i> var. <i>nigra</i>	.	.	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex panicea</i>	3	.	6	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula pilosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	4	.	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	1	.	2	.	.
<i>Luzula sylvatica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bladmoser																														
<i>Aulacomnium palustre</i>	.	.	.	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calypogeia integristipula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Calypogeia muelleriana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranum fuscescens</i>	.	5	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dicranum majus</i>	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	4	.	.	.	4	.	1	.	1	3	2	7	2	2	3	1	.	.	2	3
<i>Dicranum scoparium</i>	3	10	5	9	6	2	1	1	1	3	1	.	.	.	.	.	1	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hylocomium splendens</i>	3	10	13	16	9	16	16	16	15	16	16	16	12	16	16	16	16	16	16	14	15	16	12	14	16	16	16	16	16	16
<i>Hypnum cupressiforme</i>	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypnum jutlandicum</i>	3	9	6	4	1	1	1	.	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Plagiothecium undulatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	3	5	4	.	3	4	1	.	6	.	4	1	1	.	.	3	.	3	.	1
<i>Pleurozium schreberi</i>	14	11	12	11	10	15	12	5	8	13	5	14	8	10	6	8	13	13	8	12	2	.	3	1	2	5	8	6	4	14
<i>Polytrichum commune</i>	5	1	3	9	4	5	.	6	13	1	.	3	16	.	12	2	.	.	.	.	.	.	13	.	.	.	.	1	.	.
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	7	.	.	9	1	8	.	4	2	1	.	5	.	3	10	13	13	4	.	4	10	5
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	1	.	.	13	.	8	4	5	12	1	12	15	9	6	11	15	7	14	16	14	1	.	.	1	.	.	.	3	6	5
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	16	11	11	4	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	.	11	6	9	9	6	2	3	2	5	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14	15	6	.	.	6	.	.	.	1
<i>Sphagnum capillifolium</i>	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum compactum</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sphagnum quinquefarium</i>	8	13	.	12	10	.	.	5	8	.	1	1	8	.	13	2	.	16	4	.	8	3	10	.	.	3	.	.	.	.



### Vedlegg 5 – Ruteanalyser, smårutefrekvens (forts.).

#### a) Analyseruter 1-20 og 61-70 fra Tjeldbergodden 2011.

Felt	Tj01				Tj02				Tj03				Tj04				Tj13				Tj14									
Rutenr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Levermoser																														
Anastrophyllum minutum	1	4	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Barbilophozia atlantica	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Barbilophozia barbata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Barbilophozia floerkei	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Barbilophozia kunzeana	.	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bazzania trilobata	.	3	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calypogeia sp.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cephalozia loitlesbergeri	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cephaloziella sp.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chiloscyphus coadunatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hepaticae	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
Lophozia ventricosa coll.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mylia taylorii	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plagiochila asplenioides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	6	7	3	.	.	.	.	2
Ptilidium ciliare	2	6	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tritomaria quinquedentata	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lav																														
Cladonia arbuscula/ portentosa/stellaris	16	6	15	15	10	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia bellidiflora	.	.	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia cenotea	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia ciliata	1	.	8	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia furcata	.	.	.	.	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia gracilis	2	8	6	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia macrophylla	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia rangiferina	9	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia uncialis	15	5	3	1	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia chlorophaea coll.	.	.	2	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia sp.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Platismatia glauca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

**Vedlegg 5 – Ruteanalyser, smårutefrekvens (forts.).****b) Ruteanalyser for vegetasjon, smårutefrekvens av arter (1-16). Analyseruter 31-60 fra Terningvatn 2011.**

Felt	Te07					Te08					Te09					Te10					Te11					Te12				
Rutenr	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Trær, busker og lyng																														
Andromeda polifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16	3	16	16	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Betula pubescens	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Calluna vulgaris	.	.	.	.	.	11	16	16	16	16	.	14	15	15	16	15	1	16	16	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Empetrum nigrum	.	.	.	.	.	14	16	13	4	12	16	11	15	12	16	.	5	7	3	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Juniperus communis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	4	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
Oxycoccus microcarpus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pinus sylvestris	.	.	.	.	.	7	.	.	.	1	1	.	1	5	3	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Sorbus aucuparia	7	1	1	2	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	8	4	.	4	.	1	4	.	.	1	.	1	4
Sorbus hybrida	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vaccinium myrtillus	16	16	16	16	16	12	5	14	2	1	16	5	12	11	16	16	16	14	13	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Vaccinium uliginosum	.	.	.	.	.	15	16	15	.	13	13	13	12	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vaccinium vitis-idaea	14	12	13	6	6	16	16	14	16	16	16	16	16	16	16	16	16	14	14	16	6	4	2	3	5	8	4	11	8	6
Urter og karsporeplanter																														
Anemone nemorosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	9	5	8	.	1	7	7	12	7	1	11	5	1	2
Athyrium filix-femina	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chamaepericlymenum suecicum	.	.	.	1	5	.	.	.	.	.	.	.	.	7	2	4	.	1	.	4	.	.	1	.	15	.	16	12	16	
Dactylorhiza maculata	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Goodyera repens	5	5	1	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gymnocarpium dryopteris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	14	6	5	1	3	12	10	5	.
Linnaea borealis	9	.	.	1	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16	16	15	10	15	4	2	11	10	8	4	8	2	8	8
Melampyrum pratense	.	.	.	.	1	1	2	4	2	.	7	7	8	4	5	5	2	.	.	1	.	.	2	1	.	.	.	.	.	6
Melampyrum sylvaticum	.	1	2	6	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Oxalis acetosella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9	10	11	7	11	1	16	7	12	10
Potentilla erecta	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	16	16	15	7	.	4	11	5	9	.	2	2	1	9
Pyrola media	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Solidago virgaurea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trientalis europaea	.	.	.	1	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	6	3	11	6	.	2	3	1	2	6	2	8	.	3
Viola riviniana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	8	4	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.

## Vedlegg 5 – Ruteanalyser, smårutefrekvens (forts.).

### b) Analyseruter 31-60 fra Terningvatn 2011.

Felt	Te07					Te08					Te09					Te10					Te11					Te12				
Rutenr	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Gras og halvgras																														
Agrostis capillaris	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	14	5	1	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.
Anthoxanthum odoratum coll.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.
Avenella flexuosa	16	16	13	16	16	.	.	.	.	.	3	.	8	3	2	16	16	16	15	16	16	16	16	16	16	16	15	15	16	16
Carex pilulifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Luzula pilosa	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	6	4	3	.	.	5	3	9	3
Luzula sylvatica	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	9	.	.	12	.	.	.	.	.	.	.
Bladmoser																														
Brachythecium reflexum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
Cirriphyllum piliferum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.
Dicranum drummondii	.	.	.	.	.	3	5	2	8	1	6	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum fuscescens	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicranum majus	7	.	7	12	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	2	1	7	8	.	.	14	10	8	3	10
Dicranum scoparium	2	.	.	.	2	11	4	1	7	2	3	4	1	8	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Hylocomiastrum umbratum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	8	.	.	.	.	.	.
Hylocomium splendens	16	16	16	16	16	6	16	6	2	7	16	14	16	8	11	16	16	16	16	16	16	16	15	16	16	16	16	16	16	16
Hypnum jutlandicum	.	.	.	.	2	12	4	13	13	5	12	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Plagiothecium laetum	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	.	.	1	.	6	
Plagiothecium undulatum	6	5	9	8	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	6	1	6	7	16	9	6	11	12	4	6	8	11	
Pleurozium schreberi	3	2	1	10	3	16	16	16	16	16	9	16	16	16	16	10	1	1	3	.	2	2	5	1	8	10	7	6	13	4
Polytrichum commune	.	1	.	1	.	1	.	5	.	5	7	.	.	7	5	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	6	
Ptilium crista-castrensis	11	.	.	13	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	15	14	14	12	9	16	16	7	16	12	14	12	7	14
Racomitrium lanuginosum	.	.	.	.	15	2	.	16	4	.	11	.	15	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhytidiadelphus loreus	2	1	1	3	1	.	.	.	.	.	.	2	2	.	1	3	.	1	.	1	.	.	1	.	.	4	5	6	.	
Rhytidiadelphus triquetrus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	16	
Rhytidiadelphus squarrosus/subpinnatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	3	
Sphagnum quinquefarium	.	.	.	.	3	6	4	.	1	11	5	15	15	15	1	1	11	8	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Thuidium tamariscinum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	11	.	2	1	

**Vedlegg 5 – Ruteanalyser, smårutefrekvens (forts.).****b) Analyseruter 31-60 fra Terningvatn 2011.**

Felt	Te07					Te08					Te09					Te10					Te11					Te12				
Rutenr	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Levermoser																														
Anastrophyllum minutum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Barbilophozia atlantica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Barbilophozia barbata	.	.	.	.	.	1	5	.	.	1	10	2	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	1
Barbilophozia lycopodioides	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Bazzania trilobata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	12	15	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
Blepharostoma trichophyllum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Calypogeia muelleriana	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Calypogeia sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Cephalozia bicuspidata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cephalozia lunulifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cephalozia sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Cephaloziella sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Chiloscyphus coadunatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Diplophyllum albicans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
Lophozia obtusa	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lophozia ventricosa coll.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.
Lophozia sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Plagiochila asplenoides	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	.	.	5	.	3	4	5	5	.
Ptilidium ciliare	.	.	.	.	.	2	4	5	16	5	3	3	5	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lav																														
Cladonia arbuscula/ portentosa/stellaris	.	.	.	.	.	16	11	10	16	16	7	16	10	15	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia furcata	.	.	.	.	.	.	2	.	4	3	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia gracilis	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia rangiferina	.	.	.	.	.	16	13	15	16	16	14	13	3	15	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia squamosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia uncialis	.	.	.	.	.	.	.	.	6	7	.	4	.	6	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

## Vedlegg 6 – Humusprøver

**a) Jorddata fra Tjeldbergodden, 2011. pH ved vanneksraksjon. Total nitrogen (tot--N), utbyttbart H, ammoniumnitrat ekstraherbare element Al, C, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S og kationbyttekapasitet (CEC) i mmol/kg tørr jord. Ekstraherbart Ba, Cd, Co, Ni, Pb, Si, Sr, Ti og Zn i µmol/kg tørr jord. Glødetap (LOI) og basemetning (BS) i %.**

Felt	Rutenr	LOI	pH	tot- N	H	Al	Ba	C	Ca	Cd	Co	Fe	K
Tj01	1	76,21	4,13	646	102,9	11,45	69,9	322	22,69	2,1	7,1	2,05	15,12
	2	89,11	4,15	666	106,2	5,83	92,2	322	48,12	3,3	5,8	1,01	17,42
	3	52,75	4,16	617	84,2	13,47	46,2	288	16,76	1,7	4,5	1,18	14,48
	4	60,64	4,18	536	96,0	11,21	63,5	256	28,25	2,4	4,9	0,95	15,99
	5	82,70	4,20	618	93,9	5,18	48,4	296	41,87	2,7	3,5	0,89	19,88
Tj02	6	88,69	4,13	684	94,4	2,53	91,7	313	61,17	2,2	3,1	0,24	21,40
	7	95,10	4,12	806	124,7	9,58	102,0	364	62,34	2,4	6,1	0,90	23,21
	8	84,47	3,95	706	125,5	5,73	115,4	305	42,86	2,4	5,4	0,74	20,45
	9	90,27	4,18	754	131,7	4,65	49,8	303	57,01	2,6	5,4	0,93	23,55
	10	78,95	4,16	702	91,2	2,99	92,0	270	55,35	2,0	3,8	0,21	20,78
Tj03	11	83,05	4,10	891	101,5	7,32	137,4	336	74,64	1,6	7,7	1,02	23,64
	12	89,50	4,20	1111	113,1	11,58	73,1	410	44,66	1,0	7,5	1,95	24,60
	13	80,45	4,19	736	108,9	10,06	91,6	472	43,64	3,3	10,0	2,65	21,58
	14	95,19	4,15	867	114,5	2,70	67,6	361	75,82	1,1	2,1	0,16	17,57
	15	70,38	4,21	650	125,1	19,89	85,9	440	39,37	1,7	13,5	5,68	22,61
Tj04	16	85,71	4,06	744	106,4	2,95	108,3	400	62,78	1,9	2,4	0,23	25,24
	17	90,12	4,09	719	110,4	3,08	142,3	421	65,26	1,6	2,8	0,22	27,19
	18	91,97	4,09	755	152,9	3,58	73,4	432	67,63	1,7	2,8	0,30	27,36
	19	91,06	4,04	786	135,8	3,33	185,8	381	63,18	1,7	2,9	0,34	24,90
	20	75,15	4,06	731	114,4	4,26	136,7	333	56,42	1,6	4,0	0,53	24,42
Tj13	61	57,53	5,03	941	60,2	17,52	193,3	275	24,41	0,9	120,7	0,24	15,67
	62	70,41	4,25	911	81,2	8,52	256,0	386	53,31	1,4	15,5	0,79	19,03
	63	28,74	4,96	373	54,9	17,91	105,9	93	9,73	0,3	48,8	0,62	5,16
	64	26,76	5,06	434	44,6	14,61	108,1	119	12,48	0,4	92,7	0,29	5,65
	65	36,52	5,01	555	46,2	14,19	187,3	154	22,21	0,5	94,5	0,21	7,04
Tj14	66	94,59	4,05	874	110,1	3,67	160,7	506	78,46	1,9	8,1	0,41	25,62
	67	90,43	4,03	917	124,8	5,45	157,6	390	59,13	2,2	10,0	0,42	19,17
	68	50,96	5,00	783	56,5	16,50	224,3	269	39,43	1,3	124,3	0,19	13,61
	69	66,77	4,76	819	63,3	17,60	225,0	289	43,52	1,4	232,8	0,13	14,83
	70	65,49	4,75	890	40,8	5,85	339,4	376	68,04	1,3	50,9	0,12	18,09

**Vedlegg 6 – Humusprøver (forts.).****a) Jorddata fra Tjeldbergodden, 2011.**

Felt	Rutenr	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	S	Si	Sr	Ti	Zn	CEC	BS
Tj01	1	38,78	0,149	11,0	7,7	1,20	6,4	2,40	427	259,6	6	640	252,2	59,1
	2	56,91	0,383	15,7	7,8	2,12	7,6	3,01	369	351,8	4	835	350,1	69,4
	3	23,39	0,260	10,9	5,9	1,67	18,3	2,87	360	150,6	6	518	190,3	55,5
	4	37,76	0,239	12,6	6,0	1,62	32,3	2,98	378	231,3	5	590	257,1	62,5
	5	53,88	0,333	20,0	6,4	1,97	7,9	3,53	332	294,9	1	888	326,0	71,0
Tj02	6	59,41	0,693	24,1	3,6	5,42	5,5	3,40	422	420,0	1	761	382,4	74,9
	7	60,76	0,571	22,7	3,7	5,50	10,0	3,34	509	444,8	9	545	417,9	69,9
	8	51,38	0,240	13,3	3,8	4,81	6,7	2,71	409	442,2	4	679	348,3	63,8
	9	52,14	0,556	24,0	0,3	6,04	3,8	3,25	514	318,9	1	795	398,6	66,7
	10	46,00	0,598	14,7	4,1	6,69	5,3	3,01	382	344,1	18	828	330,5	72,0
Tj03	11	47,77	0,695	15,9	5,1	5,03	4,4	3,79	362	476,3	1	712	387,3	73,4
	12	46,11	0,683	19,4	6,7	5,72	4,4	4,29	508	357,2	5	634	339,9	66,3
	13	44,73	0,606	16,9	10,3	3,35	3,4	3,72	645	369,2	19	1123	325,3	66,2
	14	59,06	1,019	25,2	4,5	3,90	3,1	3,54	418	452,8	1	779	429,0	72,8
	15	40,23	1,190	16,4	11,3	1,33	2,1	3,92	675	299,8	8	847	325,7	60,8
Tj04	16	56,60	1,048	20,1	3,9	5,67	2,8	3,96	383	424,1	1	709	392,6	72,4
	17	52,16	1,342	21,7	3,4	6,85	3,6	3,96	386	364,6	1	681	396,8	71,5
	18	60,10	0,698	22,7	4,6	5,81	7,2	4,67	393	450,3	1	734	459,8	66,4
	19	51,30	0,912	17,3	5,2	4,89	4,7	3,91	403	445,9	5	758	408,8	66,3
	20	43,52	0,827	18,0	3,7	4,68	3,7	3,48	487	380,1	1	798	358,3	67,6
Tj13	61	25,96	8,322	16,4	26,8	0,29	0,2	3,86	1104	209,7	8	306	209,6	63,3
	62	38,26	4,739	14,5	17,9	2,50	1,9	4,28	432	322,9	14	657	307,4	70,5
	63	8,73	1,083	6,1	10,2	0,08	0,2	1,62	1054	83,9	48	194	105,3	45,7
	64	11,47	3,193	7,0	13,8	0,06	0,2	1,62	738	108,7	16	361	111,5	54,3
	65	19,58	6,754	9,1	17,6	0,09	0,5	1,82	825	186,0	14	291	159,4	62,5
Tj14	66	50,51	4,133	17,7	7,5	4,41	3,0	5,57	471	289,6	5	775	419,6	71,8
	67	47,11	2,197	16,7	14,5	3,48	3,7	4,24	437	299,4	1	698	377,5	65,8
	68	34,32	4,010	12,2	31,0	0,20	0,2	3,09	1435	315,4	16	293	237,8	72,9
	69	38,07	9,708	14,4	26,4	0,21	1,6	3,93	1182	324,5	3	385	275,1	69,9
	70	61,61	5,562	15,8	15,2	1,57	2,1	4,13	611	494,6	4	322	345,1	85,0

**Vedlegg 6 – Humusprøver (forts.).**

**b) Jorddata fra Terningvatn, 2011. pH ved vanneksstraksjon. Total nitrogen (tot-N), utbyttbart H, ammoniumnitrat ekstraherbare element Al, C, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S og kationbyttekapasitet (CEC) i mmol/kg tørr jord. Ekstraherbart Ba, Cd, Co, Ni, Pb, Si, Sr, Ti og Zn i µmol/kg tørr jord. Glødetap (LOI) og basemetning (BS) i %.**

Felt	Rutenr	LOI	pH	tot-									
				N	H	Al	Ba	C	Ca	Cd	Co	Fe	K
Te07	31	63,03	4,31	763	106,5	14,31	192,7	294	42,79	1,5	3,6	0,544	16,04
	32	63,83	4,46	892	129,5	30,92	122,1	300	32,00	1,0	3,6	0,787	14,71
	33	72,06	4,33	1083	138,0	21,20	290,4	374	30,39	3,1	10,8	0,719	17,89
	34	44,18	4,50	560	57,9	6,93	191,9	218	35,75	1,0	4,1	0,573	11,64
	35	44,32	4,20	562	82,1	4,50	110,0	184	35,64	0,7	2,2	0,662	10,47
Te08	36	62,11	4,17	483	101,6	15,53	89,5	257	22,42	4,0	6,2	1,462	14,39
	37	68,91	4,23	489	118,2	14,65	115,1	294	31,08	4,0	5,8	1,887	15,48
	38	57,77	4,15	405	81,5	11,83	87,0	245	14,01	2,1	2,6	1,381	13,43
	39	47,20	4,15	378	71,9	10,50	84,2	242	13,52	1,9	2,8	0,958	13,35
	40	34,64	4,25	285	65,2	10,86	86,4	188	9,88	1,7	3,1	0,660	10,94
Te09	41	74,67	4,10	444	118,2	4,30	128,5	327	34,61	3,3	3,3	0,912	21,91
	42	73,60	4,12	465	105,5	8,46	128,4	346	29,72	2,9	6,3	1,310	21,16
	43	70,72	4,17	458	109,1	11,30	119,0	323	26,24	2,2	2,5	0,918	17,22
	44	82,73	4,12	477	108,7	6,69	189,8	273	31,37	3,1	3,4	1,025	18,82
	45	89,05	4,17	501	130,0	5,25	204,1	261	37,50	2,7	2,1	0,453	19,02
Te10	46	19,19	4,67	262	73,9	22,79	139,3	132	15,87	0,6	20,4	2,097	5,47
	47	25,74	4,72	335	72,9	22,10	128,9	122	16,78	0,5	38,6	1,139	5,04
	48	25,65	4,83	404	60,5	17,91	104,7	140	20,43	0,8	28,5	0,554	6,34
	49	43,45	4,75	543	95,7	28,17	126,5	197	23,18	1,4	23,4	1,309	9,49
	50	58,64	4,31	624	105,6	17,77	150,5	245	36,07	1,1	10,2	1,323	13,45
Te11	51	37,16	4,29	467	52,6	5,54	83,5	164	32,68	0,9	3,9	1,221	10,70
	52	30,94	4,34	441	50,4	4,78	66,7	137	24,25	0,8	3,3	0,515	8,77
	53	32,32	4,69	663	62,2	16,24	74,8	154	15,36	0,8	26,6	0,616	8,02
	54	46,54	4,83	819	60,9	16,11	141,8	217	23,26	0,9	44,3	0,480	10,41
	55	28,07	4,76	495	43,2	10,09	101,5	135	16,72	0,7	14,0	0,324	6,94
Te12	56	71,14	4,25	972	98,0	5,29	164,9	223	51,20	1,4	5,9	0,676	16,85
	57	17,76	4,70	295	25,5	4,31	85,9	69	21,53	0,2	3,8	0,541	4,39
	58	25,93	4,46	350	38,9	4,94	92,4	97	21,44	0,5	3,8	0,635	5,68
	59	58,96	4,32	503	44,5	2,68	103,4	145	28,59	0,8	2,5	0,331	9,48
	60	54,60	4,21	705	77,9	3,55	160,9	178	50,83	1,4	3,7	0,336	16,13

**Vedlegg 6 – Humusprøver (forts.).****b) Jorddata fra Terningvatn, 2011.**

Felt	Rutenr	Mg	Mn	Na	Ni	P	Pb	S	Si	Sr	Ti	Zn	CEC	BS
Te07	31	33,85	1,157	10,9	13,4	3,87	4,6	2,64	673	293,4	8	533	289,1	62,4
	32	25,67	0,921	9,0	22,8	1,67	3,4	2,94	750	191,4	11	590	270,4	51,4
	33	38,03	0,415	12,6	21,8	3,53	6,6	3,12	768	325,9	13	548	306,1	54,7
	34	32,90	1,322	8,9	11,0	1,59	2,3	2,10	857	241,5	11	397	218,4	72,3
	35	21,13	1,158	7,4	7,7	2,70	3,1	2,05	740	182,0	10	647	215,9	60,9
Te08	36	22,56	0,477	8,5	5,9	1,34	9,7	2,48	999	186,9	19	517	215,4	52,4
	37	27,80	0,547	9,6	9,2	1,98	9,9	2,72	663	270,1	7	567	262,1	54,5
	38	14,36	0,396	5,7	3,5	1,48	6,4	2,08	475	111,7	6	364	158,2	48,0
	39	13,62	0,335	5,2	4,6	1,62	7,7	2,03	653	127,9	8	317	145,4	50,1
	40	11,10	0,270	4,9	4,3	1,15	7,0	1,51	506	90,0	11	346	123,5	46,8
Te09	41	42,75	1,445	13,3	5,1	3,15	9,9	3,03	495	243,1	1	681	311,0	61,1
	42	32,79	1,062	10,3	6,4	3,01	11,3	3,11	480	222,7	5	627	264,2	59,2
	43	31,70	0,815	11,9	5,9	2,77	7,4	2,81	473	185,2	18	566	255,7	56,7
	44	43,68	0,770	11,2	6,7	2,65	13,9	2,66	427	258,0	1	617	290,4	62,0
	45	44,12	1,114	14,3	6,2	3,00	15,9	3,10	371	274,0	1	840	328,9	59,8
Te10	46	8,22	2,268	4,0	16,4	0,07	1,0	1,29	2055	69,1	33	383	136,1	42,4
	47	9,94	3,530	4,6	16,4	0,05	1,2	1,18	1343	79,2	29	432	143,1	44,1
	48	11,03	3,041	4,4	20,7	0,07	0,9	1,40	748	86,7	10	407	140,2	52,5
	49	11,45	2,239	5,7	24,3	0,14	1,5	1,89	725	108,7	8	515	184,7	45,7
	50	21,16	2,164	8,1	17,7	0,93	3,7	2,40	872	180,6	18	565	246,0	55,3
Te11	51	22,57	1,839	7,8	10,9	1,31	1,9	1,87	580	154,6	16	414	185,3	69,6
	52	16,50	1,659	5,2	8,1	1,26	2,2	1,67	570	105,1	11	472	149,2	64,0
	53	9,80	4,854	4,1	12,4	0,22	1,4	2,32	909	66,3	15	323	134,4	46,5
	54	14,25	10,720	6,8	20,9	0,20	1,4	2,98	888	112,8	13	364	174,6	52,8
	55	10,55	8,085	4,4	11,8	0,17	1,0	1,69	700	80,8	15	261	125,2	52,6
Te12	56	40,36	2,825	10,5	16,3	3,78	2,6	2,98	547	275,9	6	548	314,2	67,0
	57	11,78	1,417	2,9	5,9	0,28	1,0	0,83	823	93,7	21	175	102,3	72,3
	58	14,36	1,318	3,9	6,4	0,57	1,3	1,06	798	101,4	15	278	122,7	66,2
	59	19,93	2,039	4,9	7,3	2,13	1,6	1,88	687	135,4	7	526	160,0	69,7
	60	34,58	2,768	9,5	10,2	3,42	2,6	2,74	613	251,4	7	601	279,9	70,2



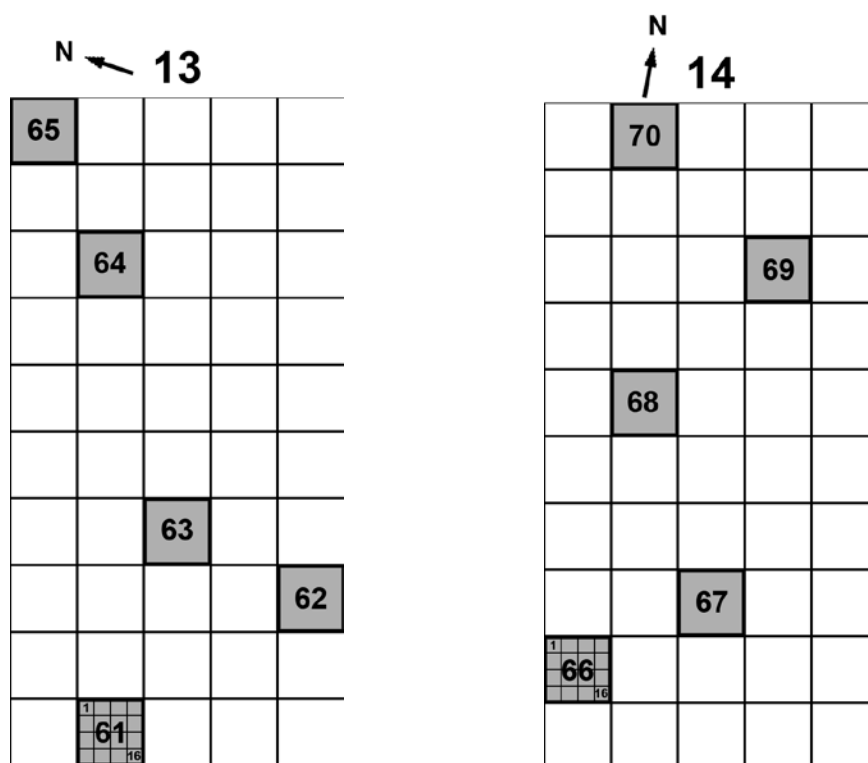
## Vedlegg 7 – Nye analysefelt, vegetasjon



**Figur 43.** De gamle analysefeltene Tj5 (til venstre) og Tj6 (til høyre) var ødelagt av skoghogst. Foto: Bård Pedersen, 20. juni 2011.

**a)** Størrelse, beliggenhet (UTM-koordinater, GPS-UTM), høyde over havet (Hoh, m), helning og eksposisjon for de to nye analysefeltene Tj13 og Tj14.

Felt	Felt- størrelse	GPS-UTM	Hoh.	Helning	Eksposisjon
Tj13	5 x 10 m	489286 7030810	88	2-10	277
Tj14	5 x 10 m	489325 7030796	83	2-4	250

**Vedlegg 7 – Analysefelt (forts.).**

**Figur 44.** Plassering av analyseruter Tj61 – Tj70 i de nye feltene Tj13 og Tj14.

**b)** Høyde over havet (Hoh, m), eksposisjon (400G) og helning(grader) for analyserutene i felt Tj13 og Tj14. Rute Tj61-Tj65 i felt Tj13 og rute Tj66-Tj70 i felt Tj14

Rute	Hoh	Helning	Eksposisjon
Tj61	87	2	275
Tj62	88	10	375
Tj63	87	2	375
Tj64	87	5	275
Tj65	87	5	275
Tj66	83	0	-
Tj67	83	2	400
Tj68	83	2	250
Tj69	83	4	200
Tj70	83	0	-

## Vedlegg 8 – Prøvefelt, epifytter

*Lokalisering av prøvefelt for overvåking av epifytter på stammen av bjørk (Betula pubescens) i Tjeldbergodden overvåkingsområde.*

<b>Prøvefelt</b>	<b>felt 1 Buslette</b>	<b>felt 2 Kjørsvik I</b>	<b>felt 3 Tuvik I</b>	<b>felt 4 Tuvik II</b>	<b>felt 5 Taftøy</b>	<b>felt 6 Røstøya</b>	<b>felt 7 Kjørsvik II</b>
Kommune	Aure	Aure	Aure	Aure	Hemne	Hemne	Aure
Høyde over havet (m)	15	80	10	20	85	50	56
Eksposisjon (g)	110	370	290	310	385	150	350
Helling (g)	15	5	5	10	20	7	30

## Vedlegg 9 – Undersøkelsestrær, epifytter

Data om undersøkelsestrærne for overvåking av epifytter på Tjeldbergodden. Retning (g) og avstand (m) fra fastmerke til treet, omkrets (cm) 130 cm over bakken, trehøyde (m) og analyseår.

Tre nr	Retning	Av-stand	Tre-omkrets	Tre-høyde	Analyseår	Merknad
101	0	7,3	45	10,0	94 99 11	
102	32	3,3	45	11,0	94 99 11	
103	102	8,8			94 99	Død gadd , mye kjuke (2011)
104	200	6,4	76	11,5	94 99 11	
105	205	7,7			94 99	Død, ligg (2011)
106	305	4,7	91	13,5	94 99 11	
107	375	6,7	42	9,0	94 99 11	
108	235	3,1	36	8,5	99 11	
109	35	3,6	38	9,5	11	
110	210	9,6	47	11,0	11	
201	40	4,8	37	7,0	94 99	
202	75	4,8	43	10,5	94 99	
203	98	7,8	38	10,0	94 99	
204	236	4,6	54	12,0	94 99	
205	280	0,2	36	8,5	94 99	
206	325	4,5	46	8,5	94 99	
207	376	9,6	37	8,0	94 99	
208	260	3,7	42	11,0	99	
301	70	8,1	47	9,0	94 99 11	Treet har flasset en del (2011)
302	72	8,1	59	9,0	94 99 11	
303	87	9,5	46	8,0	94 99 11	
304	197	1,3	41	8,0	94 99 11	
305	242	1,2	35	7,5	94 99 11	
306	282	7,9			94 99	Død, knekt (2011)
307	352	1,7	46	8,0	94 99 11	
308	40	3,8	46	8,0	99 11	
309	340	6,1	36	8,5	11	
401	21	5,5	51	8,0	94 99 11	
402	110	6	45	9,0	94 99 11	
403	115	6	54	9,0	94 99 11	
404	198	4,5	45	7,5	94 99 11	
405	204	8	44	7,0	94 99 11	
406	220	8,5	39	7,0	94 99 11	
407	280	9	45	7,5	94 99 11	
408	250	4,3	42	7,0	99 11	

**Vedlegg 9 – Undersøkelsestrær (forts.).**

Tre nr	Retning	Av-stand	Tre-omkrets	Tre-høyde	Analyseår	Merknad
501	10	6,5	63	12,0	94 99 11	
502	60	5,5	58	11,0	94 99 11	
503	130	9,0	96	12,0	94 99 11	
504	156	1,5	43	9,0	94 99 11	
505	167	4,5	44	8,5	94 99 11	Død topp (2011)
506	238	8,0	56	9,5	94 99 11	Gammel topp død, ny topp 9,5 m høy (2011)
507	287	6,0	51	10,5	94 99 11	
508	300	8,5	41	9,0	99 11	
601	65	8,5	58	16,5	94 99 11	
602	88	6,2	47	13,5	94 99 11	
603	94	7,3	62	13,0	94 99	Dødt; 6 m høg gadd (1999)
604	180	3,3	46	13,5	94 99 11	
605	182	7,7	63	16,0	94 99 11	
606	234	9,6	97	16,0	94 99 11	
607	365	5,5	65	15,0	94 99 11	Haller pga velta tre (1999)
608	60	9,8	63	15,5	99 11	
609	75	10,2	47	13,5	99 11	
701	100	5,9	37	8,5	11	
702	115	4,7	42	10,5	11	
703	250	6,3	46	9,5	11	
704	270	9,5	55	8,0	11	
705	290	6,1	41	8,5	11	
706	330	7,9	43	8,5	11	
707	360	2,9	40	8,0	11	
708	375	4,2	35	7,0	11	

## Vedlegg 10 – Forekomst av epifytter

Forekomst av epifytter på stammen av bjørk (*Betula pubescens*) i sju prøvefelt i Tjeldbergodden overvåkningsområde. Frekvens: frekvens av arten i % av 42 undersøkelsestrær i 1994 (felt 1-6), 48 undersøkelsestrær i 1999 (felt 1-6) og 2011 (felt 1 + 3-7). Dekning: gjennomsnittlig dekning i %.

Artsgruppe	Vitenskapelig navn	Kode	Norsk navn	Frekvens			Dekning		
				1994	1999	2011	1994	1999	2011
<b>Alger</b>	Aerophytic algae, total	Alger	Alger, totalt	43	73	71	1,85	6,18	6,88
<b>Sopp</b>	Ascomyc	Ascomyc		2			0,04		
	Fungus	Sopp				4			0,03
	<i>Hysterium pulicare</i>	Hys puli			2	2		0,02	x
	Pyrenocarp, non-lichenized fungi	Perith		12	42	54	0,25	1,95	2,10
	Pyrenocarp, non-lichenized fungi, small	Miniperi			8	8		0,15	0,12
<b>Busklav</b>	<i>Bryoria</i> sp.	Bryoriaz	Brunskjegg	14	27	38	0,03	0,02	0,81
	<i>Cladonia</i> sp.	Cladoniz	Begerlav	24	35	77	0,06	0,19	0,44
	<i>Evernia prunastri</i>	Ever pru	Bleiktjafs		4	4		x	x
	<i>Ramalina farinacea</i>	Ram fari	Barkragg	50	58	75	0,28	0,33	0,73
	<i>Sphaerophorus globosus</i>	Sph glob	Brun korallav	2	2	8	x	x	x
	<i>Usnea</i> sp.	Usneaz	Strylav	17	35	31	0,09	0,56	1,00
<b>Bladlav</b>	<i>Cavernularia hultenii</i>	Cav hult	Groplav	14	15	8	0,02	0,06	0,02
	<i>Hypogymnia physodes</i>	Hyp phys	Vanlig kvistlav	74	79	90	6,46	11,10	20,91
	<i>Hypogymnia tubulosa</i>	Hyp tubu	Kulekvistlav	10	15	8	0,02	0,04	0,02
	<i>Imshaugia aleurites</i>	Ims aleu	Furustokklav	2	2		0,01	x	
	<i>Lobaria pulmonaria</i>	Lob pulm	Lungenever	2	4	2	x	x	x
	<i>Melanelia exasperata</i>	Mel exaa	Vortebrunlav	2	2	8	x	x	x
	<i>Melanelia fuliginosa</i>	Mel fuli	Stiftbrunlav	69	81	83	2,02	1,86	1,36
	<i>Parmelia omphalodes</i>	Par omph	Brun fargelav	2	4	6	x	x	x
	<i>Parmelia saxatilis</i>	Par saxa	Grå fargelav	21	48	69	0,69	0,93	3,26
	<i>Parmelia sulcata</i>	Par sulc	Bristlav	76	83	96	14,60	16,17	11,72

**Vedlegg 10 – Forekomst av epifytter (forts.).**

Artsgruppe	Vitenskapelig navn	Kode	Norsk navn	Frekvens			Dekning		
				1994	1999	2011	1994	1999	2011
Bladlav (forts.)									
	<i>Parmeliopsis ambigua</i>	Par ambi	Gul stokklav	17	35	6	x	0,01	x
	<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	Par hype	Grå stokklav	7			0,03		
	<i>Physcia stellaris</i>	Phys ste	Stjernerosestlav	7	2		0,03	0,01	
	<i>Physcia tenella</i>	Phy tene	Frynserosestlav		8	2		0,04	0,02
	<i>Platismatia glauca</i>	Pla glau	Vanlig papirlav	38	52	73	3,41	4,68	7,57
	<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	Tuc chlo	Vanlig kruslav	5			0,01		
	<i>Vulpicida pinastri</i>	Vul pina	Gullroslav	7	4	2	x	x	x
	<i>Xanthoria candelaria</i>	Xan cand	Grynmessinglav	5	4		x	x	
Skorpelav									
	Microlichen	Ubest	Skorpelav	50	83	54	5,30	3,05	0,73
	<i>Arthonia didyma</i>	Artn did				2			x
	<i>Arthonia radiata</i>	Art radi	Vanlig flekklav		4	8		x	0,05
	<i>Biatora efflorescens</i>	Bia effl	Bleik knopplav	57	73	85	0,47	1,04	2,83
	<i>Biatora sp.</i>	Biatoraz	Knopplav	17	23	6	0,09	0,06	x
	<i>Buellia disciformis</i>	Bue disc	Bleik bønnelav	19	13	40	0,16	0,13	0,31
	<i>Buellia griseovirens</i>	Bue gris	Kornbønnelav	10	13	13	0,03	0,12	0,06
	<i>Caliciales</i>	Calicial	Knappenåslav			2			0,09
	<i>Calicium viride</i>	Cal viri	Grønnsotnål		2			0,01	
	<i>Caloplaca ferruginea</i>	Cal ferr	Jernoransjelav	2		2	0,01		x
	<i>Caloplaca sp.</i>	Caloplaz	Oransjelav	2			x		
	<i>Cliostomum griffithii</i>	Cli grif	Brun dråpelav	17	58	67	0,16	0,46	2,31
	<i>Fuscidea arboricola</i>	Fus arbo	Bjørkerandlav	43	40	40	0,44	0,40	0,34
	<i>Fuscidea pusilla</i>	Fusc pus		17	35	19	0,36	0,50	0,22
	<i>Japewia subaurifera</i>	Jap suba		24	48	42	0,17	0,24	0,29
	<i>Lecanora carpinea</i>	Lca carp	Rimkantlav		2	10		0,02	0,08
	<i>Lecanora chlarotera</i>	Lca chla	Vortekantlav	14	8	8	0,20	0,14	0,04
	<i>Lecanora expallens</i>	Lca expa		86	92	88	3,24	6,30	5,70
	<i>Lecanora farinaria</i>	Lca fari	Melkantlav	10	21	13	0,12	0,45	0,32

**Vedlegg 10 – Forekomst av epifytter (forts.).**

Artsgruppe	Vitenskapelig navn	Kode	Norsk navn	Frekvens			Dekning		
				1994	1999	2011	1994	1999	2011
Skorpelav (forts.)									
	<i>Lecanora fuscescens coll.</i>	Lca/fusc				2			0,02
	<i>Lecanora pulicaris</i>	Lca/puli		5	2	27	0,05	0,02	0,21
	<i>Lecanora subfusca coll.</i>	Lca/subf		76	81	65	1,13	1,44	0,92
	<i>Lecanora symmicta coll.</i>	Lca/symm	Halmkantlav mm.	69	65	48	2,17	1,21	0,99
	<i>Lecidea sp.</i>	Lecideaz		5			0,08		
	<i>Lecidella elaeochroma</i>	Lec elae	Vanlig smaragdlav	50	58	52	0,89	0,90	0,98
	<i>Lepraria caesioalba</i>	Lep caes		2	4	4	0,02	0,02	0,06
	<i>Lepraria sp.</i>	Leprariz	Mellav	10	29	54	0,06	x	0,44
	<i>Lopadium disciforme</i>	Lopa dis	Barkravnlav			2			0,01
	<i>Loxospora elatina</i>	Lox elat	Brisklav	24	38	54	0,49	0,88	1,31
	<i>Micarea prasina</i>	Mic pras		31	31	60	0,37	1,21	1,69
	<i>Mycoblastus fucatus</i>	Myc fuca		38	63	56	0,66	1,19	2,11
	<i>Mycoblastus sanguinarius</i>	Myc sang	Vanlig blodlav	21	40	56	0,49	0,99	2,07
	<i>Mycoblastus sp.</i>	Mycoblaz	Blodlav	21	15	15	0,29	0,52	0,47
	<i>Ochrolechia androgyna</i>	Och andr	Grynkorkje	17	29	23	0,10	0,44	0,36
	<i>Ochrolechia microstictoides</i>	Och micr		45	50	56	0,83	1,04	1,04
	<i>Ochrolechia pallescens</i>	Och pall				2			0,02
	<i>Ochrolechia szatalaensis</i>	Och szat	Kystkorkje		8			x	
	<i>Pertusaria amara</i>	Per amaa	Bitterlav	10	19	23	0,07	0,05	0,13
	<i>Pertusaria ophthalmiza</i>	Per opht	Rimvortelav	12	6	4	0,12	0,03	0,08
	<i>Pertusaria pupillaris</i>	Per pupi		79	92	90	2,26	2,66	1,75
	<i>Pertusaria sp.</i>	Pertusaz	Vortelav	12			x		
	<i>Placynthiella dasaea</i>	Pla dasa		7	4		0,03	x	
	<i>Protoparmelia ochrococca</i>	Pro ochr		5	6	4	0,03	x	x
	<i>Pycnora leucococca</i>	Pyc leuc		2	2		0,02	x	
	<i>Rinodina efflorescens</i>	Rin effl		36	31	67	0,51	0,46	1,23
	<i>Scoliciosporum chlorococcum</i>	Sco chlo			2			x	



**Vedlegg 10 – Forekomst av epifytter (forts.).**

Artsgruppe	Vitenskapelig navn	Kode	Norsk navn	Frekvens			Dekning		
				1994	1999	2011	1994	1999	2011
Levermoser									
	<i>Frullania dilatata</i>	Frul dil	Hjelmbælremose	12	25	27	0,33	0,03	0,41
	<i>Lophozia sp.</i>	Lophoziz	Flikmose			2			x
	<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	Ptil pul	Barkfrynse			4			x
	<i>Radula complanata</i>	Radu com	Krinsflatmose	2		2	0,02		x
Bladmoser									
	<i>Amblystegium sp.</i>	Amblystz	Krypmoseslekta			2			x
	<i>Bryum sp.</i>	Bryum z	Vrangmose			2			x
	<i>Dicranum majus</i>	Dicr maj	Blanksigd			2			x
	<i>Dicranum sp.</i>	Dicranuz	Sigdmose	2	29	77	x	0,05	0,08
	<i>Hylocomium splendens</i>	Hylo spl	Etasjemose	2	10	48	x	x	x
	<i>Hypnum cupressiforme</i>	Hypn cup	Matteflette	31	67	88	2,12	2,69	4,93
	<i>Orthotrichum sp.</i>	Orthotrz	Bustehette	31	6	2	0,15	0,03	0,02
	<i>Plagiothecium undulatum</i>	Plag und	Kystjåmnemose		2	23		x	x
	<i>Pleurozium schreberi</i>	Pleu sch	Furumose			23			x
	<i>Ptilium crista-castrensis</i>	Ptil cri	Fjormose		4	13		x	x
	<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	Rhyt lor	Kystkransmose		8	19		x	x
	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	Rhyt tri	Storkransmose		2	2		x	x
	<i>Ulota crispa</i>	Ulot cri	Krusgullhette	95	94	98	1,28	1,22	3,59
	<i>Ulota phyllantha</i>	Ulot phy	Piggknoppgullhette	2	10		x	0,20	
Lyng og dvergbusker									
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Vacc vit	Tyttebær			4			x

## Vedlegg 11 – Prosentvis dekning av epifytter

Prosentvis dekning av arter pr tre (snitt av fem takseringslinjer), x = registrert utenom takseringslinjene.

Kode	101	102	104	106	107	108	109	110	301	302	303	304	305	307	308	309	401	402	403	404	405	406	407	408
Never	1,9	6,8	23,2	12,9	5,4	18,8	4,5	7,5	46,4	16,5	41,3	27,5	14,1	45,2	38,4	41,6	10,9	16,1	4,3	23,6	42,2	39,6	23,4	38,3
Alger	x	2,7			x				2,1	17,2	12,9	5,3	10,3	20,8	21,0	19,7	13,7	23,3	45,9	22,3	16,1	23,6	11,7	2,6
Hys puli																						x		
Miniperi																								
Perith	0,9					5,0	1,7		2,5	1,0	4,0	12,2	2,7	x	6,1	3,9	19,8	5,4	0,4	3,2	1,0	12,1	5,9	
Sopp																					1,0	0,5		
Bryoriaz		x					3,9		x				x		x									
Cladoniz	1,9	1,4	x	2,0	0,5	2,8	x	1,8		x	x	x		x	x				x		x	x	x	x
Ever pru	x				x																			
Ram fari	0,9	3,6	0,3	x	x	x	4,5	0,4	x	x	x	x	x	x	1,3	x	x	x	x	x	x		x	x
Sph glob										x					x						x			
Usneaz				0,2																				
Cav hult																								
Hyp phys	34,6	45,0	30,3	36,2	56,0	41,4	43,8	44,3	8,4	3,8	0,9	x	4,3		6,6	x	0,4	1,3	0,4					x
Hyp tubu							x																	
Lob pulm																								
Mel exaa																x								x
Mel fuli	4,7	x	2,2	3,6	1,1	1,1	2,2	x	1,3	3,1	2,2	5,8	x	1,4	0,9	2,8	1,6	4,5	2,3		x	1,1	x	1,0
Par ambi					x																			
Par omph					x					x						x								
Par saxa	x	1,4		6,9		x		7,0	x	1,4	1,3	21,2	41,8	3,2	3,9	11,2	0,4	x	1,6					
Par sulc	21,8	21,2	27,0	18,8	32,6	12,7	17,4	11,8	27,6	46,4	4,4	12,7	16,3	x	11,8	0,6		6,7	1,9	x	x	x	0,5	1,0
Phy tene												1,1												
Pla glau	0,5	1,8	9,2	3,3	2,7	6,6	2,8	18,4		0,7					x	x						0,5		
Vul pina																								

**Vedlegg 11 – Prosentvis dekning av epifytter (forts.).**

Kode	501	502	503	504	505	506	507	508	601	602	604	605	606	607	608	609	701	702	703	704	705	706	707	708
Never	24,7	21,5	18,6	14,1	5,6	5,8	4,7	1,5	3,4	9,0	3,3	2,2	1,8	7,7	6,8	7,0	1,6	0,5	4,9	1,6	2,5	3,3	5,8	2,9
Alger	3,0		3,6	x	16,4	5,8	8,5	15,2			x		x	2,0	x				x		1,0		0,5	2,9
Hys puli																								
Miniperi										1,8	2,3			0,3	1,4									
Perith			3,6	0,5													1,1		0,5	1,9	2,5		1,6	1,2
Sopp																								
Bryoriaz		x							5,8	5,8	1,9	11,8	4,3	0,7	1,0	2,2			x	1,2		0,5		x
Cladoniz		x	x	x		0,4			x	x	x	x	0,2	x		x	1,1	2,0	1,5	x	2,5	3,2	x	x
Ever pru																								
Ram fari	x	x		x		x	x										7,7	3,4	x	0,8	3,0	1,4	5,8	1,8
Sph glob																			x					
Usneaz									3,1	7,2	5,6	3,1	7,6	1,7	6,2	12,6	x	x	x	x			0,5	x
Cav hult										0,4	x	x	0,4											
Hyp phys	43,3	47,1	33,3	47,1	45,8	36,3	49,6	40,9	8,6	11,2	10,7	7,6	7,6	2,0	11,0	3,9	28,6	26,6	49,8	17,8	34,3	10,7	34,2	38,0
Hyp tubu											0,5		x		0,3									
Lob pulm																						x		
Mel exaa																			x					x
Mel fuli		0,7	x	1,9	0,5	0,4	1,3	x			x		0,2				1,1	x	0,5	1,9	7,5	1,4	3,2	1,8
Par ambi	x							x																
Par omph																								
Par saxa	x	0,7	5,0			10,4	x	0,5		0,4	0,5		3,8		1,7		3,3	x	9,3	1,2	2,5	x	15,8	
Par sulc	7,7	14,3	11,6	18,4	18,7	29,3	23,1	36,9	0,7	1,3	1,4	4,5	3,1		0,7	1,3	4,4	3,4	6,8	22,9	5,5	16,8	14,2	22,2
Phy tene																								
Pla glau		2,4	3,4	0,5	1,4	5,8	1,3	x	52,2	32,3	29,4	44,3	49,7	12,8	25,3	24,8	x	15,8	2,4	5,0	3,5	1,9	1,1	1,8
Vul pina	x																							

**Vedlegg 11 – Prosentvis dekning av epifytter (forts.).**

Kode	101	102	104	106	107	108	109	110	301	302	303	304	305	307	308	309	401	402	403	404	405	406	407	408
Art radi																								
Artn did																			x					
Bia effl	x		1,4	0,2			0,6	3,1	x	x		0,5	x	2,7	1,3	0,6	5,6	4,9	0,8	x	4,2	1,1	0,9	2,1
Biatoraz		x																						
Bue disc	x				1,1		5,1			x	x			x						x	1,6	x	0,9	
Bue gris		x	1,1																	x	1,6			
Cal ferr											x													
Calicial																								
Cli grif		0,9	0,5	1,8	x	0,6	6,7					0,5			x		5,2	3,1		7,7	1,0	x	0,5	1,0
Fus arbo		0,9		0,7	x	x			x				x						x		x			
Fusc pus																								
Jap suba				0,2		0,6							x						3,5		x	x		
Lca carp	0,5						3,4						x	x	x									
Lca chla	1,9										x							x			x			
Lca expa	4,7	7,2	1,6		2,7	2,8	3,9	1,3	10,9	7,2	15,1	6,9	9,2	20,8	8,3	10,7	10,9	10,8	8,2	8,2	18,8	5,5	13,5	26,4
Lca fari																				2,7	1,0	1,1	1,4	9,3
Lca puli												2,1	x	x	x					0,9	x	1,1	0,9	2,1
Lca/fusc																		0,9						
Lca/subf	0,9		0,3		1,6	0,6	1,7		0,8	2,1	7,6	0,5	1,1	2,3	1,3	0,6	2,0	0,9	4,3		2,6	0,5		
Lca/symm	2,4	x		0,4					0,4	1,0	4,0	0,5		1,4	0,9	6,2	3,6	2,7	3,1	2,3	5,7	1,6	6,8	3,6
Lec elae	0,5	5,9	0,3		1,6	1,7			x		6,7	7,4	2,7	1,4		x	1,2	0,4	3,1	3,2	x	1,1	2,3	7,3
Lep caes				2,9				x																
Leprariz	x	x	x	x	x	x	x			x							x	x	1,6		x	1,1		
Lopa dis																			0,4					
Lox elat		x	x	0,4		x		1,3	x		x						x					x		
Mic pras										1,4	0,4	2,6	x		1,3	12,9		x	x	0,9	1,0	x	1,4	
Myc fuca				0,7		x								x	4,4	1,1	7,3	21,5	14,4	0,9		3,3	3,6	x
Myc sang	x	x	x	x		x		2,6						x							x			
Mycoblaz																								

**Vedlegg 11 – Prosentvis dekning av epifytter (forts.).**

Kode	501	502	503	504	505	506	507	508	601	602	604	605	606	607	608	609	701	702	703	704	705	706	707	708
Art radi									0,7	0,9	x					0,9								
Artn did																								
Bia effl	6,3	1,7	7,7	5,8	2,8	1,2	2,1	2,0	6,2		1,4		0,2	2,0	0,7		6,0	8,9	8,3	14,3	x	12,1	3,2	12,9
Biatoraz					x		x																	
Bue disc			x	x			x										0,5		0,5	1,2	4,0	x	x	
Bue gris			x	x																				
Cal ferr																								
Calicial		4,4																						
Cli grif	0,3	1,0	x		0,9		0,9				8,9	2,9		7,4	0,7	9,6		1,5	7,3	7,4	2,0	11,7	13,7	5,3
Fus arbo	1,0		4,5	0,5	x		2,6	x											0,5	2,3		1,4	x	1,8
Fusc pus		0,3	1,6							0,9	2,3	3,2	0,7	0,3	0,3	0,9								
Jap suba			x		x	0,4			0,3	1,3	1,4	x	1,6	0,7	2,7	0,4				x		x	0,5	
Lca carp																								
Lca chla																								
Lca expa	9,0	3,4	1,6	1,9	4,2	0,4		1,5	2,7	0,9	3,7	1,0	0,4		3,4	2,6	11,5	1,5			3,0	3,3		1,8
Lca fari								x																
Lca puli			x																	0,4	0,5		2,1	
Lca/fusc																								
Lca/subf		0,3	0,5	x		x	x	1,0		x	x						0,5			0,4	5,0	3,7	1,1	
Lca/symm			x	x				x												0,4			0,5	
Lec elae					x			x											x		x		0,5	x
Lep caes																								
Leprariz				x	x						x	x		x		x		11,8	1,5	3,1	1,0	x	x	1,2
Lopa dis																								
Lox elat			x	x		1,2	1,7		4,5	8,5	10,3	6,7	2,7	15,2	0,7	1,7	3,8	x	1,5	2,7				x
Mic pras	2,0		5,9	1,0	1,9				9,3	1,3		1,0	2,7	18,9	5,1	3,5		1,0	0,5	1,2		1,9	1,1	1,2
Myc fuca	x	0,7	3,6	0,5	3,7		0,4	x				x					3,8		3,4	5,4	7,0	5,6	3,7	6,4
Myc sang		x		x			6,4	x	1,7	17,0	5,1	11,1	15,5	x	17,1	18,7	x	x	1,5	1,2	x	x		1,2
Mycoblaz										0,9	3,7	1,9	6,7	5,1	1,4	3,0								

**Vedlegg 11** – Prosentvis dekning av epifytter (forts.).

Kode	101	102	104	106	107	108	109	110	301	302	303	304	305	307	308	309	401	402	403	404	405	406	407	408
Och andr				0,2																	x			
Och micr	2,8	8,1		0,2	x	1,1		x				x							x					
Och pall																								
Per amaa																								
Per opht																								
Per pupi	x	x	x	0,4	1,6				x		x	1,1	1,1	x	x	x	x	x	x	x	1,6		x	x
Pro ochr																								
Rin effl	0,5		1,6	3,3	4,3	x	2,2	3,9	1,7	0,7	x	1,1	2,2	0,9	x	3,9	x	0,9	0,4		x	0,5	0,9	
Ubest		0,5	1,9		1,1	2,8	1,1	7,5			0,4	1,6	2,2							0,5	1,0		1,4	0,5
Frul dil										x							0,8	0,9	5,4	x	0,5	11,0	x	x
Lophoziz																								
Ptil pul																	x							
Radu com																							x	
Amblystz												x												
Bryum z												x												
Dicr maj																								
Dicranuz	x	x		x	x	x	x	x	x	x				x	x		x	x		x	x	x	x	
Hylo spl		x				x	x	x													x			
Hypn cup	38,4	1,8	4,1	13,6	x	6,1	1,1	x	x	x	x	x		x	x	x	2,8	x	x	x	x	1,1	7,2	x
Orthotr																								
Plag und												x				x		x	x		x			
Pleu sch				x		x		x						x										
Ptil cri	x					x				x														
Rhyt lor																								
Rhyt tri																								
Ulot cri	0,5	2,7	0,5	0,9	3,8	x	1,7	x	2,1	3,1	0,9	5,3	3,3	3,6	0,9	6,7	27,8	9,0	12,1	27,3	0,5	6,0	23,0	5,7
Vacc vit					x	x																		

**Vedlegg 11 – Prosentvis dekning av epifytter (forts.).**

Kode	501	502	503	504	505	506	507	508	601	602	604	605	606	607	608	609	701	702	703	704	705	706	707	708
Och andr	x	x	x	x					1,7				x		6,5	5,2		3,4						
Och micr	x	x		x		x	1,3	4,5	9,3	5,4	1,9	1,9	x	2,4		3,0	3,8	1,0	2,9	x	x			x
Och pall														1,0										
Per amaa		x	x						2,1	x	x	x	1,6		1,4	1,3			x	x				
Per opht											0,5	3,2												
Per pupi	3,3	x	x	3,9	2,3	x	0,4	x	x	6,3	14,5	9,6	2,7	14,8	3,8	6,5	0,5	x	x	0,8	7,0	1,9	x	x
Pro ochr											x				x									
Rin effl		2,7	0,5	6,8	5,1	2,3	1,7	1,0									4,9	2,0			2,0	0,9		
Ubest	0,7		x			0,8	1,3	2,0	0,3	1,3	2,3	0,3			0,7	2,2	0,5				x			
Frul dil															x		0,5						0,5	x
Lophoziz																		x						
Ptil pul			x																					
Radu com																								
Amblystz																								
Bryum z																								
Dicr maj																			x					
Dicranuz		x	x		x	x			x	x	x	x	0,4	x	x	x	0,5	2,0	x	x	x	0,9	x	x
Hylo spl	x	x	x		x				x	x	x		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Hypn cup	x	x	x	x		15,1			x	x	0,5		0,4	16,5	6,2		26,4	26,6	2,4	15,1	24,4	22,4	x	4,7
Orthotr				1,0																				
Plag und			x							x		x				x					x			x
Pleu sch		x	x		x													x		x	x			x
Ptil cri																					x	x	x	
Rhyt lor	x						x	x		x		x							x	x			x	x
Rhyt tri																x								
Ulot cri	0,3	0,3	0,2	0,5	0,5	3,1	3,8	3,0		x	0,5	x	0,7	0,7	0,3	0,4	x	3,0	2,0	0,8	0,5	0,9	x	3,5
Vacc vit																								









*Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.*

*NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.*

*Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.*

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-2456-7

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger