

Etablering av overvåkingsfelter for markvegetasjon i Endalen, Svalbard 2009



Per Arild Aarrestad
Vegar Bakkestuen
Kristian Hassel
Odd Egil Stabbetorp
Bodil Wilmann



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.

Norsk institutt for naturforskning

Etablering av overvåkingsfelter for markvegetasjon i Endalen, Svalbard 2009

Per Arild Aarrestad
Vegar Bakkestuen
Kristian Hassel
Odd Egil Stabbetorp
Bodil Wilmann

Aarrestad, P. A., Bakkestuen, V., Hassel, K., Stabbetorp, O.E. & Wilmann, B. 2010. Etablering av overvåkingsfelter for markvegetasjon i Endalen, Svalbard 2009 - NINA Rapport 579. 28 s. + Vedlegg.

Trondheim, april 2010

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2156-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Per Arild Aarrestad

KVALITETSSIKRET AV

Inga E. Bruteig

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Inga E. Bruteig (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)

Norsk Polarinstitutt

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

John Richard Hansen

FORSIDEBILDE

Kantlyng (*Cassiope tetragona*). Foto: P.A. Aarrestad

NØKKEWORD

Svalbard, overvåking, vegetasjon, karplanter, moser, lav, klimændring, luftforurensing, grunnlagsundersøkelse, jordsmonn, jordtemperatur

KEY WORDS

Svalbard, monitoring, vegetation, vascular plants, bryophytes
lichens, air pollution, baseline study, soil, soil temperature

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Polarmiljøsentret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkeltgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Aarrestad, P.A., Bakkestuen, V., Hassel, K., Stabbetorp, O.E. & Wilmann, B. 2010. Etablering av overvåkingsfelter for markvegetasjon i Endalen, Svalbard 2009 - NINA Rapport 579. 28 s. + Vedlegg.

Markvegetasjonen på Svalbard forventes å bli påvirket av klimaendringer, samtidig som tilførsel av miljøgifter, sur nedbør og langtransportert nitrogen kan øke som et resultat av økt nedbør og økt avsmelting av snø og is. Som et ledd i den pågående overvåking av miljøet på Svalbard ble det etablert en stasjon for overvåking av markvegetasjon i Endalen i 2009. Målsettingen er å avdekke mulige effekter av klimaendringer, sur nedbør, eutrofiering og annen luftforurensing på bakkenær vegetasjon.

Endalen ligger i mellomarktisk region i et relativt varmekjært område på Svalbard nær Longye-arbyen med løsmasser fra sedimentære bergarter som sandstein, siltstein og leirskifer. Etableringen av stasjonen følger tilsvarende metodikk som for vegetasjonsøkologisk overvåking i Program for terrestrisk naturovervåking (TOV) på fastlandet, der arters forekomst og mengde overvåkes i permanent oppmerkede analyseruter i de viktigste floristiske og økologiske gradienter innen overvåkingsområdet. Økologiske parametere som kan forklare artssammensetning og endring i vegetasjon måles samtidig. Analysene gjentas med jevne mellomrom hvert femte år. I Endalen ble det valgt å overvåke vegetasjon i en gradient fra reinroserabb, via kantlynghei til grassnøleie, med vekt på overgangssoner mellom de tre habitatene.

Ti analysefelter à 5 m x 10 m ble subjektivt lagt ut i den sørøsteksponerte dalsiden, to felter i hvert habitat og to felter i hver overgangssone. I hvert felt ble det lagt ut 5 analyseruter à 0,5 m x 0,5 m med tilfeldig plassering av rutene. I hver analyserute ble det bl.a. registrert prosent dekning av total vegetasjonsdekke, feltsjikt, bunnsjikt, strø, stein og åpen jord, død kantlyng og avstand til nærmeste kantlyngbestand. Vegetasjonen i rutene ble analysert ved hjelp av 0,5 m x 0,5 m aluminiumsrammer inndelt i 16 småruter. I hver av smårutene ble forekomst og fravær av alle karplanter, moser og lav registrert. I tillegg ble dekning av hver art innen analyseruta angitt i prosent. Alle analyseruter og småruter ble fotografert med digitalt kamera. Det ble samlet inn jordprøver for målinger av jordfuktighet, jordtetthet og for kjemisk analyse av jordparametere rett utenfor analyserutene i tilsvarende vegetasjon som inne i ruta. Jordfysikalske parametere er analysert, men prøver til kjemisk analyse ligger lagret. En temperaturlogger ble satt ned i øvre jordlag utenfor hver analyserute for kontinuerlig måling hver tredje time. Loggerne må tømmes for data en gang i året.

Antall kryptogamer i analyserutene, særlig bladmoser, er betydelig høyere enn antall karplanter, og diversiteten er størst i det mest våte grassnøleiet. Ordinasjonsanalyser viser en gradient i vegetasjonen fra relativt tørre, vindeksponerte reinroserabber med grovt mineralrikt substrat, via arter som er mer tilpasset et humusrikt jordsmonn i mer beskyttet kantlynghei til fuktigere, moserike grassnøleier. Trolig er vegetasjonen også påvirket av en gradient i mikroklima fra rabb til snøleie. De femti analyserutene av vegetasjonens artssammensetning vil sammen med målinger av jordtemperatur og kjemiske analyser av jordsmonnet gi et godt grunnlag for å avdekke eventuelle fremtidige vegetasjonsendringer knyttet til klimaendring og forurensing. Det bør vurderes å utvide overvåkingsprogrammet til også å omfatte mer kjølige vegetasjonselementer i overgangen mellom mellomarktisk og høyarktisk region.

Per Arild Aarrestad (per.a.aarrestad@nina.no), Bodil Wilmann, NINA, Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Odd Egil Stabbetorp, NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo

Vegar Bakkestuen, Naturhistorisk museum, Boks 1172 Blindern, 0318 Oslo. NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo

Kristian Hassel, NTNU Vitenskapsmuseet, 7491 Trondheim

Abstract

Aarrestad, P. A., Bakkestuen, V., Hassel, K., Stabbetorp, O.E. & Wilmann, B. 2010. Establishment of monitoring sites for ground vegetation in Endalen, Svalbard 2009 - NINA Report 579. 28 pp. + Attachments.

The ground vegetation on Svalbard will probably be affected by changes in climate, increased input of organic and inorganic pollutants, acid rain and long-range transported nitrogen as a result of scenarios of increased precipitation and increased melting of snow and ice. As a part of an ongoing environmental monitoring program for Svalbard a station for monitoring ground vegetation was established in Endalen in 2009. The aim of the project is to identify possible effects of climatic change and air pollution on the floristic composition of the ground vegetation.

The valley Endalen is situated in the mid arctic region in a relative thermophilous area on Svalbard near Longyearbyen with deposits made from sedimentary bedrocks such as sandstone, siltstone and clay schist. The monitoring design is comparable with the methods used in the Terrestrial Monitoring Program (TOV) on the mainland, where species abundance are monitored in permanent plots in the most important floristically and ecological gradients within the monitoring area. Environmental variables that explain the variation and changes in species composition are measured simultaneously. The analyses are repeated with five years intervals. In Endalen we selected to monitor the vegetation gradient from *Dryas octopetala* ridges, through *Cassiope tetragona* heaths to grass dominated snow beds, with an emphasize on the ecotones between the habitats. Ten macroplots, each 5 m x 10 m, were placed subjectively in the south-east exposed hillside, two plots in each habitat and two plots in each transitional zone. Five mesoplots, each 0.5 m x 0.5 m, were randomly distributed within each of the macroplots. The percentage cover of the field layer, ground layer, total vegetation cover, litter, stone, open soil, dead *Cassiope*, and the distance to the nearest *Cassiope* were recorded from each mesoplot. The species composition of the mesoplots was analysed by use of 0.5 m x 0.5 m aluminum frames divided into 16 subplots. The abundance of vascular plants, bryophytes and lichens was estimated using percentage cover of each species within the mesoplot and by frequency distribution based on present/absent data of the species from each of the 16 subplots. All mesoplots and subplots were photographed using a digital camera. Soil samples were collected outside each mesoplot for analyses of soil humidity, bulk density and chemical analyses. However, chemical analyses are not yet carried out. Data loggers were put down in the soil outside each mesoplot to measure soil temperature each third hour. The loggers must be cleared for data once a year.

The number of cryptogames within the mesoplots, especially mosses, was considerably higher than number of vascular plants, and the species richness was highest in the most pronounced snow bed. Ordination analysis showed a gradient in species composition related to environmental gradients from wind-exposed, relative dry ridges with coarse mineral soil, through more protected humus-rich soil in the *Cassiope* heath to humid snow beds, rich in bryophytes. The vegetation is probably also reflected by a soil temperature gradient. The fifty mesoplots for vegetation analyses will together with measurements of soil temperatures, soil chemical and physical parameters act as a solid foundation for identifying possible effects of changes in climate and air pollution on the floristic composition of the ground vegetation. One should consider expanding the monitoring sites to cover areas closer to the high arctic region.

Per Arild Aarrestad (per.a.aarrestad@nina.no), Bodil Wilmann, NINA, Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim
Odd Egil Stabbetorp, NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo
Vegar Bakkestuen, Naturhistorisk museum, Boks 1172 Blindern, 0318 Oslo. NINA, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo
Kristian Hassel, NTNU Vitenskapsmuseet, 7491 Trondheim

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold.....	5
Forord	6
1 Innledning.....	7
2 Overvåkingsområdet Endalen	8
2.1 Valg av område	8
2.2 Områdebeskrivelse	8
3 Overvåkingsdesign, materiale og metoder.....	10
3.1 Analysefelter og analyseruter	10
3.2 Analyse av vegetasjonsstruktur, antall arter, artsmengde og artssammensetning.....	11
3.3 Nomenklatur, arter og artsgrupper	11
3.4 Jordprøver.....	12
3.5 Temperaturloggere.....	13
3.6 Ordinasjon og statistiske analyser.....	14
4 Resultat.....	15
4.1 Egenskaper ved feltene	15
4.2 Flora og vegetasjon.....	20
4.3 Sammenheng mellom vegetasjon og målte miljøvariabler	23
5 Diskusjon og konklusjon	24
6 Referanser	26
7 Vedlegg.....	28

Forord

Norsk institutt for naturforskning (NINA) fikk i 2009 i oppdrag av Norsk Polarinstitutt (NP) å opprette et overvåkingsområde for markvegetasjon på Svalbard med metodikk tilpasset den som benyttes i overvåkingen av markvegetasjon i Program for terrestrisk naturovervåking (TOV) på fastlandet. Metodeutviklingen som ligger bak dette prosjektet bygger også på erfaringer fra befaringer og tidligere overvåkingsprosjekter på Svalbard.

Metodikken er diskutert med flere faglige miljøer, og vi takker Inger Greve Alsås (UNIS), Pernille B. Eidesen (UNIS), Elisabeth Cooper (UiT), Lennart Nilsen (UiT), Bernt Johansen (Norut), Stein Rune Karlsen (Norut), Dagmar Hagen (NINA) og Hans Tømmervik (NINA) for å ha bidratt med inngående kunnskap om Svalbards flora og økologi som har vært til nytte i opprettelse av overvåkingsområdet. Det er opprettet et samarbeid med Ingibjörg Svala Jonsdottir ved Agricultural University of Iceland, som har ansvaret for vegetasjonsovervåkingen i ITEX-feltene (The International Tundra Experiment) i Endalen. En takk til Lokalstyret på Svalbard som gav tillatelse til å opprette et overvåkingsområde i Endalen, og ikke minst til John Richard Hansen ved NP for et godt samarbeid underveis.

Det er et håp at det etablerte overvåkingsprogrammet for markvegetasjon på Svalbard kan videreutvikles til også å omfatte flere stasjoner i mellomarktisk- og høyarktisk region for å dekke større vegetasjonsgradienter, samtidig som resultatene fra overvåkingen kan benyttes i forhold til annen pågående vegetasjonsovervåking på Svalbard og sirkumpolar overvåking i Arktis.

Trondheim, 28. april 2010

Per Arild Aarrestad
Prosjektleder

1 Innledning

Vegetasjonen på Svalbard er et resultat av aktive prosesser knyttet til isbreer, smeltevann, jorderosjon, forvitring av berggrunn og løsmasser og samspill med dyr og mennesker i et arktisk klima preget av korte, kjølige somrer med relativt lite nedbør. Klimaet har blitt varmere og våtere de siste 100 år og klimaendringen forventes å øke betydelig de nærmeste tiår. NorACIAs klimascenarier for Svalbard (Førland et al. 2008) viser en antatt økning i årstemperatur på 3-8 °C og 10-40 % økte nedbørsmengder de kommende 50 til 100 år, der mer nedbør også vil komme som snø. Dette kan påvirke lengden av plantenes vekstsesong, tilgang på jordfuktighet og næring og sammen med økte temperaturer bidra til endringer i ulike vegetasjonstypers arts-sammensetning og utbredelse, trolig mot mer varmekrevende vegetasjon.

Tilførsel av miljøgifter (POP og tungmetaller), sur nedbør og langtransportert nitrogen kan øke som resultat av økt nedbør og ved avsmelting av snø og is som har akkumulert miljøgifter over tid, særlig gjelder dette nitrogen med en forventet økning på mer enn 30 % i Norsk Arktis (Hole & Engardt 2008). Økt nitrogentilgang kan føre til eutrofiering, økt biomasseproduksjon og redusert plantediversitet. Arktisk-alpine heier på Svalbard kan således få en tilbakegang av lav, moser og eviggrønne busker og økt grasvekst hvis nitrogenavsetningen øker (Achermann & Bobbink 2003).

I 1991 ble det satt i gang en vegetasjonsovervåking ved Dyrevika i Kongsfjorden på Svalbard av NP i samarbeid med Direktoratet for naturforvaltning (DN) i regi av Program for terrestrisk naturovervåking - TOV (Wegener et al. 1992). Området ble re-analysert i 1994 (Jacobsen 1994), men overvåkingen har siden ikke blitt videreført pga. av en sterk økning i beite av rein som helt har endret den opprinnelige vegetasjon.

Som et ledd i en videreføring av den pågående overvåking av miljøet på Svalbard i regi av Miljøovervåkingssystemet for Svalbard og Jan Mayen (MOSJ) har NINA fått i oppdrag av Norsk Polarinstitutt (NP) å etablere en ny stasjon for intensiv overvåking av markvegetasjon i Endalen i 2009. Målsettingen med overvåkingen er å avdekke mulige effekter av klimatiske endringer, sur nedbør (svovel), eutrofiering (nitrogen) og annen forurensing (organiske miljøgifter og metaller) på bakkenær vegetasjon. Markvegetasjonen er en sentral komponent i de fleste terrestriske økosystemer og representerer en viktig strukturerende faktor for andre deler av biologisk mangfold og for mange økologiske prosesser. Et stort antall arter responderer forskjellig på ulike typer av naturlige og menneskeskapte endringer og er således viktige indikatorer for miljøendringer.

Overvåkingen av markvegetasjon er lagt opp slik at den på et tidlig tidspunkt kan oppdage eventuelle endringer i vegetasjon knyttet til påvirkningsfaktorene. For å kunne gjøre dette må programmet også framskaffe kunnskap om naturlige variasjoner i naturen. Overvåkingen skal være harmonisert med overvåking av markvegetasjon i regi av TOV på fastlandet, og resultatene skal kunne gå inn i en samlet vurdering av overvåking av markvegetasjon i en sør-nord-gradient. Resultatene skal videre kunne benyttes i forhold til annen overvåking av vegetasjon på Svalbard i regi av MOSJ og annen sirkumpolar overvåking i Arktis.

Denne rapporten omhandler etableringen av overvåkingsstasjon i Endalen i 2009. Rapporten beskriver metodikk for utlegging av overvåkingsfelter, registreringer av biotiske og abiotiske variabler og gir en oversikt over alt innsamlet og analyserte data som et utgangspunkt for en fremtidig gjenanalyse for registreringer av eventuelle vegetasjonsendringer.

2 Overvåkingsområdet Endalen

2.1 Valg av område

Det ble utført en forundersøkelse på Svalbard sommeren 2008 med formål å velge ut egnede lokaliteter for overvåkingen. Tidligere overvåkingsfelter og områder med pågående forskning ble vurdert. Av 7 oppsøkte lokaliteter ble Endalen (**Figur 1**) anbefalt som den best egnede (Aarrestad & Hagen 2008). Lokaliteten inneholder vegetasjonstyper som er representative for den midlere varmekjære delen av Svalbard og som kan respondere på et endret klima. Området er allerede benyttet til klimarelatert forskning knyttet til vegetasjon, noe som fremtidig overvåking kan dra nytte av. Bl.a. kan referansedata fra et eksisterende ITEX (The International Tundra Experiment) forskningsfelt i Endalen (Arft et al. 1999) og fra et forskningsfelt for gåsebeite i Adventdalen (Kuijper et al. 2006) bidra med tolkninger av vegetasjonsendringer.

2.2 Områdebeskrivelse

Klima og geologi

Endalen er en sidedal til Adventdalen og ligger i mellomarktisk region i et relativt varmekjært område på Svalbard nær Longyearbyen (**Figur 1** og **2**). Årsnormalen for temperatur er -6.7°C med gjennomsnittstemperaturer for sommermånedene (vegetasjonsperioden) juni, juli og august på henholdsvis 2.0 , 5.9 og 4.7°C (Svalbard lufthavn, Longyearbyen, perioden 1961-1990, Meteorologisk institutt - eKlima). Gjennomsnittstemperaturen for sommermånedene har her økt med ca 2°C siden 1960 tallet, og den gjennomsnittlige årstemperaturen forventes å øke med $3-8^{\circ}\text{C}$ de nærmeste 50 – 100 år (Førland et al. 2008).

Årsnormalen for nedbør, basert på målinger fra samme stasjon og samme tidsperiode, er 190 mm. Normalen har vist en svak økning de siste 100 år, men det forventes en betydelig økning i årlige nedbørsmengder opp til 40 % de nærmeste 50-100 år (Førland et al. 2008).

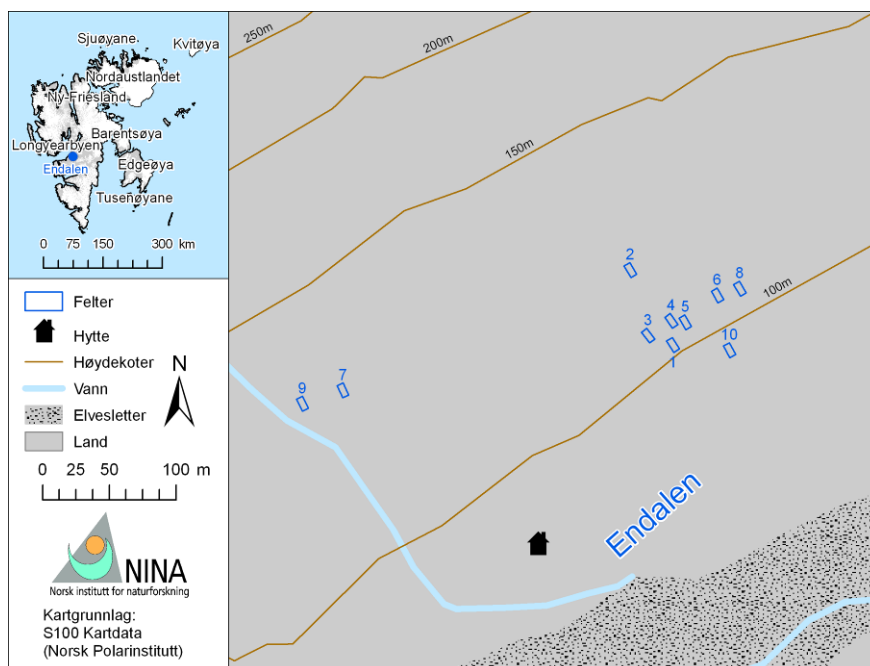
Berggrunnen i Endalen består av flatt-liggende sedimentære bergarter (Major et al. 2000, Dallmann et al. 2001). Dalsidenes nedre deler, der overvåkingsfeltene ligger, tilhører "Carolinefjellformasjonen" med sandstein, siltstein og leirskifer fra perioden middeljura til underkritt. De brattere, øvre deler av dalsidene består av "firkantformasjonen" med sandstein, siltstein og leirskifer med kullag fra perioden paleocen til eocen.

Overvåkingsfeltene ligger på løsmasser som er en blanding av rasmateriale og solifluskjonsmateriale av de nevnte sedimentære bergartene fra fjellmassivet mellom Trollsteinen 849 m o.h. og Lindholhøgda 455 m o.h. ved utløpet av dalen (Tolgensbakk et al. 2000). Sammen med erosjon fra snø og snøavsmelting er det dannet et undulerende landskap med rygger og forsenkninger langs dalsidene (**Figur 2**). Området har permafrost og det aktive, øverste laget som smelter om sommeren varierer fra 20-30 cm opp til 1,5 m avhengig av snødekket, vegetasjon, jordsmonnstype og jordfuktighet (Sørbel et al. 2001). Berggrunnen og sammensetningen av løsmassene bør gi opphav til et kalkrikt jordsmonn for vegetasjonen.

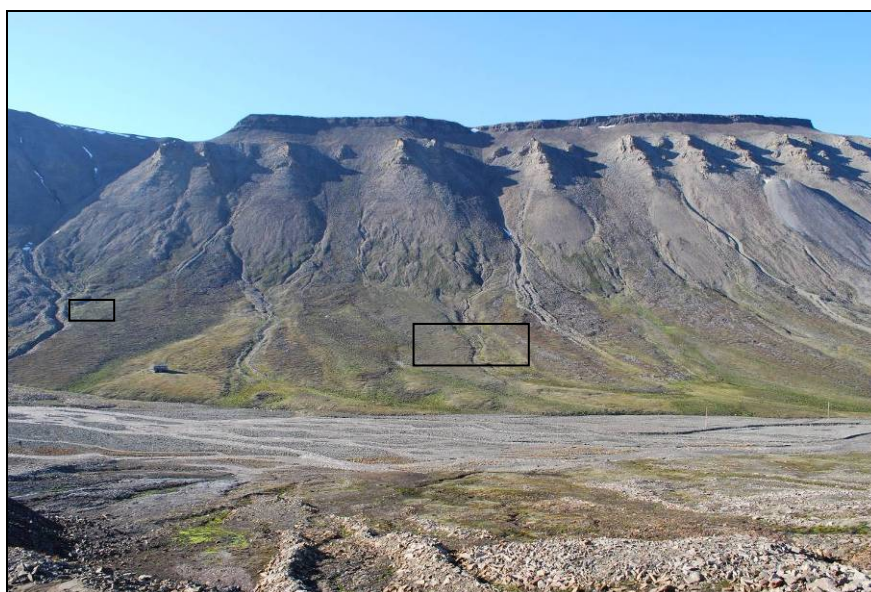
Vegetasjon og ytre påvirkningsfaktorer

Endalen går i sydvestlig til nordøstlig retning og den relativt varmekjære sydøsteksponerte dalsiden, som er valgt som overvåkingsområde, inneholder ulike vegetasjonsutforminger av rabbevegetasjon og lyngdominert lesidevegetasjon som følger små variasjoner i topografien med veksling mellom rygger og forsenkninger bortover dalsiden (**Figur 2**). Øverst på ryggene finnes eksponert rabbevegetasjon som polarvier-reinrosesamfunn (*Salix polaris* - *Dryas octopetala*), mens lesider inneholder kantlynghei (*Cassiope tetragona*) som går over i gras- og mosesnøleier i forsenkningene (Elvebakk 1994, Rønning 1996). Nederst i lia mot elva finnes våt snøleie-påvirket og kildepåvirket vegetasjon.

Variasjonen i vegetasjonsutformingene er avhengig av snødekkets varighet og mikroklima, men også av de edafiske forhold og massetransport av materiale og vannsig nedover lia. Vegetasjonen er typisk for denne regionen på Svalbard, og Endalen har samtidig innslag av det mer sjeldne, varmekjære elementet som finnes mer utbredt i den nærliggende Colesdalen, bl.a. finnes små, fragmenterte bestander av dvergbjørk (*Betula nana*) og fjellkreking (*Empetrum nigrum* ssp. *hermaphroditum*), I.G. Alsos (pers medd.). Disse bestandene er ikke innlemmet i overvåkingsflatene, men ved økte temperaturer er det en mulighet at de kan spre seg inn i overvåkingsflatene.



Figur 1. Kart over overvåkingsområdet i Endalen med plassering av overvåkingsfelter.



Figur 2. Overvåkingsområdet i Endalen under fjellmassivet Trollsteinen/Lindholmhøgda. Feltene ligger innenfor de to avgrensede områdene. Foto: P.A. Aarrestad.

Beitetrykket fra reinsdyr er middels, men relativt konstant. Noe gåsebeite er også registret i feltene. Overvåkingsområdet er ikke påvirket av gruvedrift og det er ikke anlagt veger innover den aktuelle dalsiden. Endalen er foreslått avsatt som et forskningsområde i arealplanen for Svalbard og vil derfor trolig ikke påvirkes av fremtidige inngrep. Lokaliteten skulle således være et velegnet område for intensiv overvåking av markvegetasjon.

3 Overvåkingsdesign, materiale og metoder

Etableringen av overvåkingsområdet i Endalen følger tilsvarende metodikk som for overvåking av klimaeffekter og langtransportert forurensing i Program for Terrestrisk Naturovervåking (TOV) (jfr. Framstad 2009, Bakkestuen et al. 2010). Metodikken er tilpasset konseptet for vegetasjonsøkologiske undersøkelser som er utviklet av NINA, NIJOS (nå Norsk institutt for skog og landskap) og Universitetet i Oslo. Konseptet omfatter studier av arters (lav, moser, karplanter) forekomst og mengde over tid i permanent oppmerkede analyseruter som er lagt ut ved en "begrenset tilfeldig" metodikk i de viktigste økologiske gradienter i et overvåkingsområde. Økologiske parametere som kan forklare artssammensetning og endring i vegetasjon måles samtidig. Ved etablering av et overvåkingsområde utføres det en grunnlagsanalyse som gjentas med samme metodikk med jevne mellomrom (5-årsperioder).

For markvegetasjonen i Endalen ble det valgt å overvåke vegetasjonen i en gradient fra reinroserabb, via kantlynghei til grassnøleie, med vekt på overgangssoner mellom vegetasjonstypene. Det forventes at en eventuell endring i vegetasjonens artssammensetning knyttet til klimaendring først vil inntreffe her, da disse overgangssonene er knyttet til små variasjoner i temperatur og snødekkets varighet.

Etableringen av overvåkingsfeltene ble utført i perioden 24. juli til 2. august 2009.

3.1 Analysefelter og analyseruter

Ti analysefelter à 5 m x 10 m for vegetasjonsøkologiske studier ble subjektivt lagt ut i den sørøsteksponerte dalsiden for å dekke gradienten fra rabb til snøleie (**Figur 1, Vedlegg 1 og 2**). Feltene er lagt ut med langsiden oppover dalsiden, to felter på reinroserabb (Felt 1 og 2), to på overgang fra rabb til kantlynghei (Felt 3 og 4), to i kantlyngvegetasjon (Felt 7 og 8), to i overgangssone fra kantlynghei til grassnøleie (Felt 5 og 6) og to i grassnøleie (Felt 9 og 10) der felt 10 er det mest snøleiepåvirkede feltet. Feltene er merket med pinner i hvert hjørne, og UTM-koordinater for nederste venstre hjørne ble registrert sammen med gjennomsnittlig helning og eksposisjon av feltet.

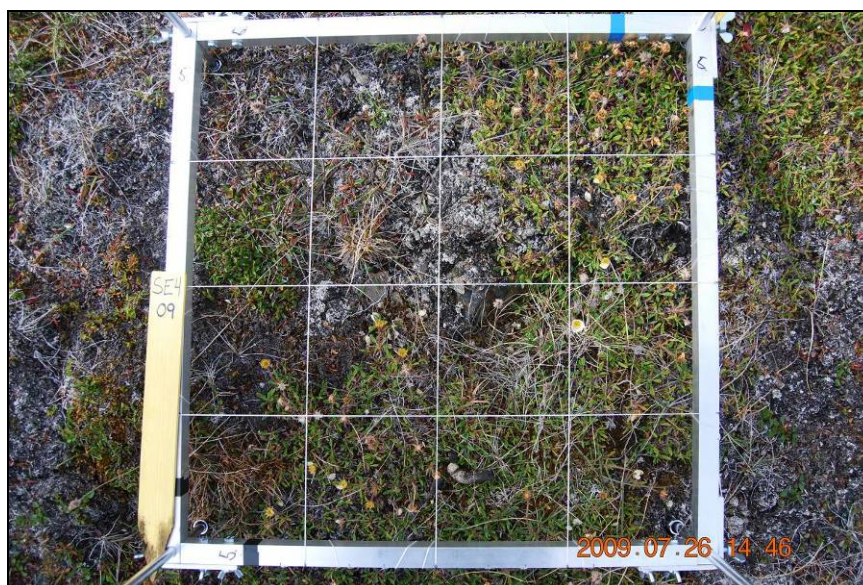
I hvert analysefelt ble det lagt ut 5 permanente analyseruter à 0,5 m x 0,5 m med tilfeldig plassering av rutene (**Figur 3, Vedlegg 2**). Enkelte forkastningsregler ble benyttet. Ingen analyseruter skulle ligge nærmere hverandre enn 1 meter, og åpen jord og stein skulle ikke dekke mer enn 20 % av ruta. Utleggingen tilfredsstiller således en "restricted random sampling" som kan benyttes til statistiske analyser (Økland 1990). Gjennomsnittlig helning og eksposisjon ble registrert for hver analyserute. Aluminiumsrør tilpasset analyserammen er slått ned i alle fire hjørner av analyseruta. En merkepinne med analyserutenummer er satt ned i nederste venstre hjørne av analyseruta og en umerket pinne i øvre høyre hjørne (i forhold til bakkens helning). Analyserutene er samplingsenhetene i overvåkingen og er utgangspunkt for registreringer av vegetasjonens artssammensetning, innsamling av jordprøver og temperaturmålinger i jordsmonn.

3.2 Analyse av vegetasjonsstruktur, antall arter, artsmengde og artssammensetning

Analyserutene ble analysert ved hjelp av 0,5 m x 0,5 m aluminiumsrammer som var delt inn i 16 like store småruter (**Figur 3**). For hver analyserute ble det registrert prosent dekning av totalt vegetasjonsdekke, feltsjikt (alle karplanter), bunnsjikt (moser og lav), strø, stein og åpen jord, samt gjennomsnittlig høyde av graminider og kantlyng i cm (**Vedlegg 3**). Antall fertile skudd av reinrose og antall blomster/frukter av kantlyng ble angitt som antall inntil 10 eller mer enn 10 forekomster. Avstand fra analyserute til nærmeste bestand av kantlyng ble målt i cm. Videre ble det gjort merknader om mengde død kantlyng (% dekning) og om synlige ekskrementer av reinsdyr og gress (+/-) i rutene.

Antall karplantearter ble registrert for hvert analysefelt uten mengdeangivelse, som grunnlag for total karplantediversitet i feltene (**Vedlegg 5**).

I hver av de 16 smårutene ble forekomst og fravær av alle arter av karplanter, moser og lav registrert. De 16 smårutene ble analysert med start i nederste venstre hjørne av analyseruta, fortløpende mot høyre. Disse registreringene danner grunnlag for utregning av artenes smårute-frekvens, som nyttes som kvantitativ angivelse for hver art i analyseruta (frekvensdatasett, **Vedlegg 6**). I tillegg ble dekningen (projeksjonen i horisontalplanet) av hver art innen analyseruta angitt i prosent. Denne informasjonen (prosentdatasett, **Vedlegg 7**) gir et supplement til frekvensdataene, og er av betydning for vurdering av endrete dominansforhold i analyseruta over tid. Mange mosetaksa ble samlet inn for dokumentasjon og artsbestemmelse på laboratorium. I tillegg ble vegetasjonen i analyserutene og i smårutene dokumentert ved digital fototeknikk.



Figur 3. Analyseramme (0,5 m x 0,5 m) inndelt i 16 småruter for analyse av vegetasjonens artssammensetning og artsmengde. Foto: O.E. Stabbetorp.

3.3 Nomenklatur, arter og artsgrupper

Navn på arter følger Lid & Lid (2005) for karplanter og Frisvoll et al. (1995) for bladmoser og levermoser. Vitenskapelige navn på lav følger Santesson et al. (2004). Norske navn på skorpe-lav følger Holien & Tønsberg (2006), mens norske navn på blad- og busklav følger Krog et al.

(1994) (**Vedlegg 4**). Interessante belegg av moser er levert herbarium TRH ved NTNU Vitenskapsmuseet.

De fleste artene er bestemt til artsnivå, men siden mange av "problemartene" var sterile ved analysetidspunktet, og da lav og moser ofte må analyseres på lite velutviklede individer, er det gjort en del sammenslåinger på slektsnivå og gruppenivå.

Karplanter

Rublomartene (*Draba* spp.) var for det meste sterile og ble kun bestemt til slekt, men flere av artene som gullrublom (*D. alpina*), bleikrublom (*D. oxycarpa*), puterublom (*D. corymbosa*), mjølrublom (*D. arctica*), vanlig skredrublom (*D. glabella* var. *glabella*), lapprublom (*D. lactea*), snørublom (*D. nivalis*) og halvkulerublom (*D. lactea*) kan forekomme i rutene, da de fleste av disse er relativt vanlige på Svalbard (Lid & Lid 2005). Raudsvingel (*Festuca rubra*) er ikke oppdelt i underarter, men både vanlig raudsvingel (*F. rubra* ssp. *rubra*) og polarraudsvingel (*F. rubra* ssp. *richardsonii*) ble registrert i området, der polarraudsvingel var klart mest vanlig.

Kryptogamer

Moser som var vanskelig å bestemme i felt ble samlet inn for senere identifikasjon ved hjelp av stereolupe og mikroskop. Men selv med godt utstyr er det ikke alltid mulig å komme frem til en sikker artsbestemmelse. Det kan for eksempel være på grunn av sparsomt med materiale eller at oljelegemene inne i cellene var degradert. I slike tilfeller er moser kun angitt til slekt. Mange av kryptogamene var dekket med et svart belegg (trolig alger), og særlig bladlav som neverarter (*Peltigera* spp.) var vanskelig å skille fra hverandre. Det ble opprettet en enhet kalt *Peltigera canina* coll. som kan inneholde bikkjenever (*P. canina*), hinnenever (*P. membranacea*) og flere andre gråbrune neverarter. Skorpelavene var særdeles vanskelig å skille, og vi har derfor benyttet skorpelav som et felles taksa, hovedsakelig bestående av fjellkorkje (*Ochrolechia frigida*), men trolig også flere andre arter.

Der vegetasjonsdekket er sparsomt, særlig på tørt substrat, dannes det ofte spesialiserte samfunn av sopphyfer, cyanobakterier (blågrønnalger), grønn- og brunalger, sammen med levermoser og lav, kalt for "soil crust" eller "biocrust". Crust forekommer som et tynt, mørkt belegg (1-5 mm) på jordsmonnet, og den mørke fargen skyldes hovedsakelig alger og levermoser. Dekning og frekvens av crust er oppgitt for hver analyserute på samme linje som for arter.

3.4 Jordprøver

Innsamling og bearbeiding

Det ble samlet inn to typer jordprøver. En for volumbestemte målinger av jordfuktighet, jordtettethet, og en for kjemisk analyse av elementer og jordkjemiske egenskaper. Begge typer prøver ble samlet inn rett utenfor analyserutene i tilsvarende vegetasjon som inne i ruta. De volumbestemte prøvene ble samlet inn med en 100 cm³ metallsylinder (5 cm høyde og 5,05 cm diameter) og lagt i tette plastposer. Prøver til kjemisk analyse ble tatt fra øverste 5 cm jordlag med jordbor, flere stikk utenfor hver rute og samlet til en gjennomsnittsprøve for ruta.

Alle jordprøver ble tatt siste feltarbeidsdag under oppholdsvær. Jordprøvene ble viderebehandlet to dager etter innsamling ved NINAs laboratorium i Trondheim. De volumbestemte prøvene ble veid fuktig, deretter tørket ved luftsirkulasjon ved 105 °C i fem dager og så veid på nytt. Prøvene til kjemisk analyse ble tørket ved luftsirkulasjon ved 30 °C i fem dager, deretter siktet gjennom 2 mm sifter og lagret tørt ved romtemperatur i påvente av kjemisk analyse. Jordprøvene er ved dags dato ikke analysert.

Jordfysikalske parametere

Følgende parametere ble utregnet basert på de volumbestemte jordprøvene (**Vedlegg 8**):

Romtetthet (R), også kalt romvekt, volumvekt og jordtetthet, er mengde tørr jord per volumenhet jord og oppgis i g/cm³.

$$R = \text{vekt av tørr jord} / \text{volum av sylinder}$$

Volum vatn (V_v) er mengde av jordvatn pr volumenhet naturlig jord, også kalt volumbasert vanninnhold og oppgis i ml/cm³.

$$V_v = (\text{vekt av frisk jord} - \text{vekt av tørket jord}) / \text{volum av sylindren}$$

Vanninnholdet (V) i % av frisk jord oppgis i %

$$V = (\text{vekt av frisk jord} - \text{vekt av tørka jord}) / \text{vekt av frisk jord} * 100$$

3.5 Temperaturloggere

En datalogger for temperaturmålinger (iBCod Thermo-Button 22L) ble satt ned 5 cm under jordoverflata utenfor hver analyserute, bortsett fra rute 48 i felt 10, fortrinnsvis utenfor øverste venstre hjørne av hver analyserute i tilsvarende vegetasjon som inne i ruta. Et hull ble laget med et jordbor og dataloggeren ble lagt horisontalt i jordsmonnet. Den opprinnelige jorden fra jordboret ble lagt over loggeren og mosedekket gjenskapet (**Figur 4** og **5**). Loggerne er påsatt en merkelapp festet med et 5-10 cm fiskesnøre slik at merkelappen er synlig i mosedekket. Alle loggerne ble forhåndsinnstilt til å starte logging med beste oppløsning på $\pm 0,06$ °C ca klokka 06.00 den 2. august 2009 og måle temperatur hver 3 time.

Dataloggerens minne vil være fullt etter vel ett års målinger, og loggeren må tømmes for data til PC og innstilles for nye målinger hvert år. Batteriet i loggerne er ikke utbyttbart, men tåler ca 500.000 temperaturmålinger ved høyeste nøyaktighet. Dataloggernes interne nummer er vist i **Vedlegg 9**.



Figur 4. Metodikk for utlegging av dataloggere. Jordbor, datalogger med snøre og merkelapp og aluminiumsrør som viser hjørne av analyseruta. Foto: O.E. Stabbetorp.



Figur 5. Merket datalogger etter utlegging. Nummer på dataloggeren følger nummer på analyseruta. Foto: O.E. Stabbetorp.

3.6 Ordinasjon og statistiske analyser

DCA-ordinasjon (Hill 1979; Hill & Gauch 1980) av analyserutene er benyttet for å beskrive de viktigste gradientene i vegetasjonens artssammensetning. Ordinasjonen er utført ved hjelp av programbiblioteket *vegan* (versjon 1.11.1; Oksanen 2007) i R versjon 2.8.1 (Anonym 2008). DCA-ordinasjonen ble utført med standardvalg tilsvarende CANOCO 4.5 (ter Braak & Smilauer 2002), bortsett fra segmentdetrending og nedveiing av arter med lavere frekvens i materialet enn medianfrekvensen (Eilertsen et al. 1990).

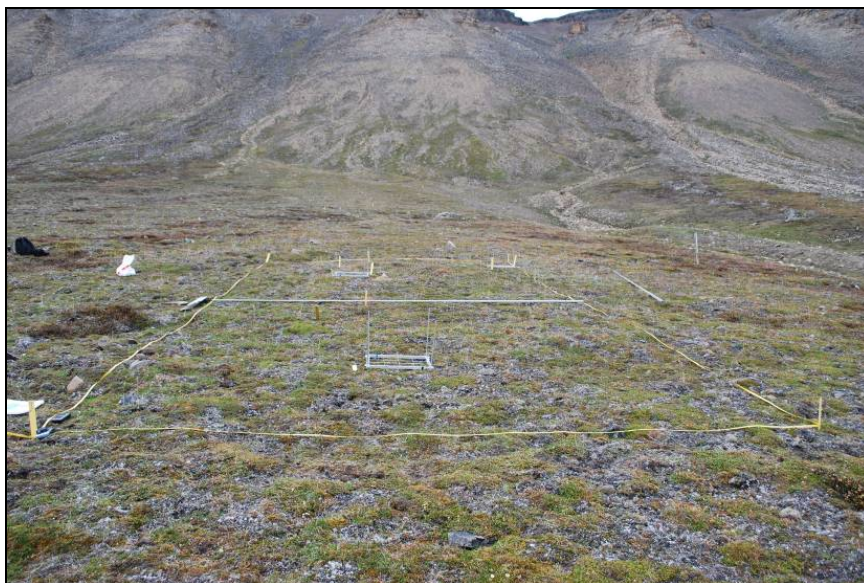
DCA-ordinasjonen er visualisert ved hjelp av et artsdiagram og et biplotdiagram der en PCA-ordinasjon (Pearson 1901, ter Braak & Prentice 1988) av miljøvariablene er lagt inn i DCA-ordinasjonsplottet. Miljøvariabler er her vist som piler, og pilenes størrelse og retning viser miljøvariablenes korrelasjon til artssammensetningen i rutene. Graden av korrelasjon mellom de to første DCA-aksene og miljøvariablene ble testet ved hjelp av Kendalls ikke-parametriske korrelasjonskoeffisient mellom DCA-akseverdier og miljøvariabler for de femti analyserutene.

4 Resultat

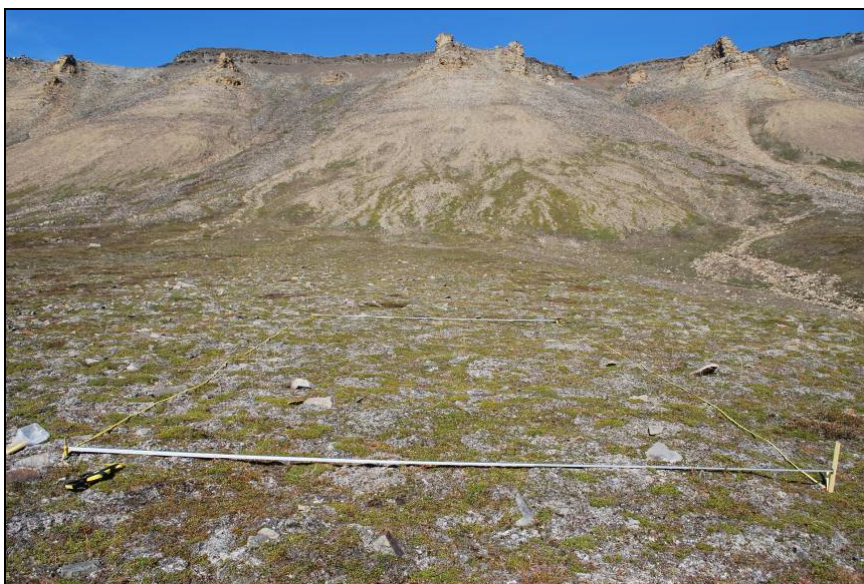
4.1 Egenskaper ved feltene

Felt 1 og 2 - Reinroserabb

Feltene 1 og 2 er lagt ut på en rasmarksrygg med en midlere helning på henholdsvis 14 og 12 grader (**Figur 1, 6 og 7, Vedlegg 1**). Felt 2 ligger ca 50 m ovenfor felt 1. Substratet i felt 1 er relativt finkornig med noe stein i dagen, mens felt 2 innholder noe mer grus og stein enn felt 1. Det var ingen ikke tegn til erosjon eller tråkk i feltene før etablering. Noe møkk (feces) fra gjess ble registrert i felt 1 og fra reinsdyr i felt 2.



Figur 6. Felt 1 - Reinroserabb med oppsett av analyserammer. Foto: P.A. Aarrestad.



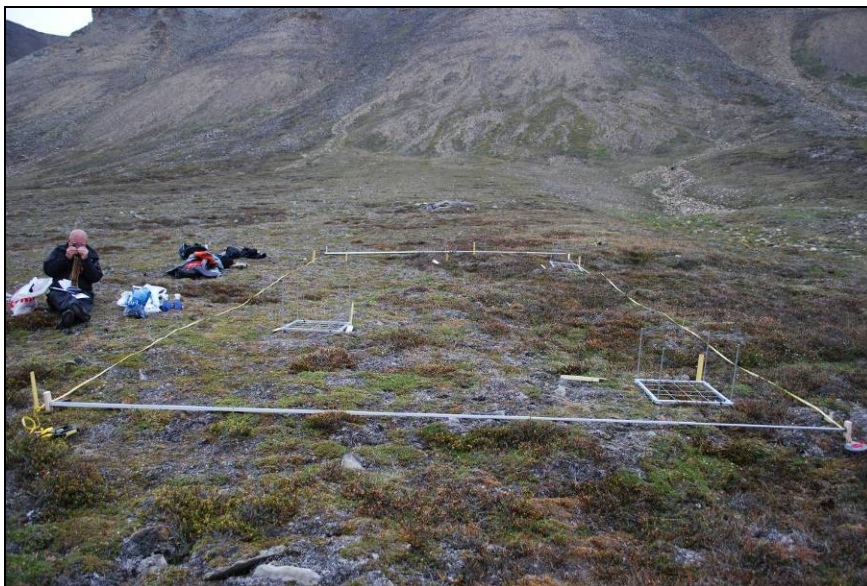
Figur 7. Felt 2 – Reinroserabb ovenfor felt1. Foto: P.A. Aarrestad.

Felt 3 og 4 - Reinroserabb/kantlynghei

Felt 3 og felt 4 er lagt ut i overgangen mellom reinroserabb og kantlynghei på samme rasmark som feltene 1 og 2, men noe lavere i terrenget i forhold til høydegradienten rygg/forsenkning (**Figur 1, 8 og 9**). Felt 3 har en midlere helning på 14 grader mens felt 4 er noe flatere med en helning på 10 grader. Begge feltene inneholder fragmenter av begge vegetasjonstypene. I felt 4 er overgangssonen mellom vegetasjonstypene relativt skarp, mens typene i felt 3 er noe mer fragmentert. Felt 3 er også svakt mer steinrikt enn felt 4, som har et noe finere substrat. I begge feltene ble det registret noe feces fra gjess og reinsdyr.



Figur 8. Felt 3 – Reinroserabb/kantlynghei. Foto: P.A. Aarrestad.



Figur 9. Felt 4 - Reinroserabb/kantlynghei. Foto: P.A. Aarrestad.

Felt 5 og 6 - Kantlynghei/grassnøleie

Felt 5 og 6 er lagt ut i på begge sider av en forsenkning i overgangen mellom kantlynghei på rygger og snøleievegetasjon i forsenkningen (**Figur1, 10 og 11**). Begge feltene har en helning på ca 18 grader langs dalsidens hovedeksposisjon, men feltene skråner også mot forsenkningen. Begge feltene har en relativt skarp overgang mellom kantlyngvegetasjon og grassnøleie, men siden snøleievegetasjonen i felt 5 heller møt øst (mot forsenkningen) og felt 6 mot vest, er vegetasjonen i felt 6 mer velutviklet på grunn av lengre vekstsesong og trolig bedre mikroklima.



Figur 10. Felt 5 - Kantlynghei/Grassnøleie. Foto: P.A. Aarrestad.



Figur 11. Felt 6 - Kantlyng/grassnøleie. Foto: O.E. Stabbetorp.

Felt 7 og 8 - Kantlynghei

Felt 7 og felt 8 er lagt ut i homogen kantlynghei (**Figur 12 og 13**). Begge ligger på relativt grovt substrat med en del stein i jordsmonnet, men det øverste jordsmonnslaget er mer humusrikt enn rabbefeltene. Felt 7 har en gjennomsnittlig helning på 15 grader og har en svakt konveks form i lengderetninga nedover dalsida små forsenkninger i nedre og øvre del av feltet. Felt 8 ligger på en svakt konveks rygg med gjennomsnittlig helning på 14 grader. I felt 7 er det mye død kantlyng, særlig i forsenkningene, noe som kan skyldes "isbrann" sist vinter/vår.



Figur 12. Felt 7 – Kantlynghei. Foto: O.E. Stabbetorp.



Figur 13. Felt 8 Kantlynghei. Foto: O.E. Stabbetorp.

Felt 9 og 10 Grassnøleier

Felt 9 er lagt ut i et svakt sigevannspåvirket grassnøleie innerst i overvåkingsområdet ved siden av en større erosjonsrenne skapt av ras og smeltevann (**Figur 14**). Området ligger noe lavere i terrenget enn den omsluttende kantlyngheia med en gjennomsnittlig helning på 14 grader. Substratet inneholder en del grove fragmenter og har relativt god drenering. Felt 10 ligger i en forsenkning mellom to rygger lenger ute i dalen og er noe mer snøleiepreget enn felt 9 (**Figur 15**). Feltet har en gjennomsnittlig helning på 10 grader og substratet er mer finkorning enn felt 9 med antydning til kildeframspring i nedre deler av feltet. Snøen smelter trolig ut noe senere enn i felt 9 og vegetasjonen kan klassifiseres som et gras-/mosesnøleie. I felt 10 ble det også observert flere forekomster av feces fra gjess og området ble beitet av en reinsbuk under analyseperioden.



Figur 14. Felt 9 - Grassnøleie. Foto: O.E. Stabbetorp.



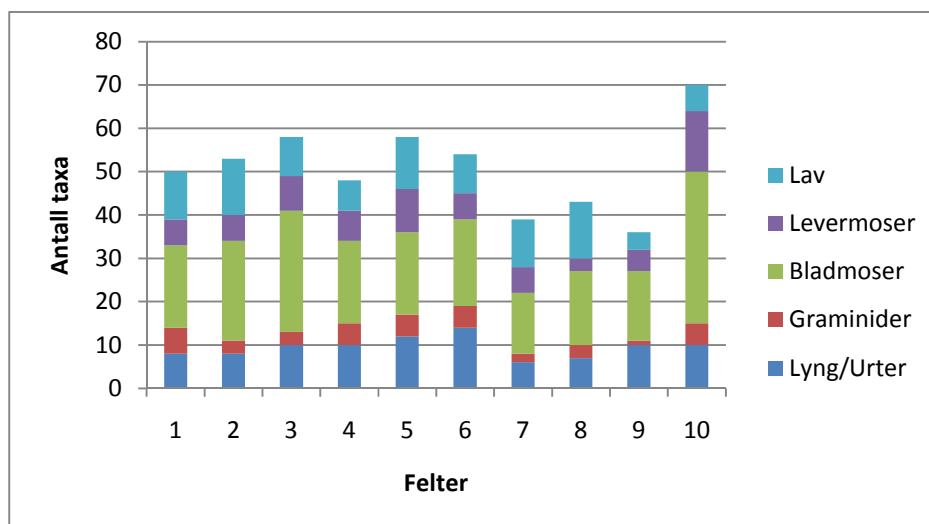
Figur 15. Felt 10 - Gras-/mosesnøleie. Foto: O.E. Stabbetorp.

4.2 Flora og vegetasjon

Artsrikdom

Det ble registrert 41 karplantetaksa (37 i analyserutene, 4 tilleggsarter utenom rutene), 64 bladmosetaksa, 22 levermosetaksa, 23 lavtaksa, totalt 147 taksa inkludert crust i de 10 feltene (**Vedlegg 5-7**). Diversiteten er således høyest for moser, der særlig bladmosene er flertallige.

Artsrikdommen er klart høyest i felt 10, gras-/mosesnøleiet, med 70 registrerte taksa, der mose- ne utgjør hele 49 taksa. Færrest arter har kantlyngfeltene 7 og 8 og grassnøleiet felt 9 med henholdsvis 39, 43 og 36 taksa, mens de resterende feltene 1-6 i gjennomsnitt har rundt 50 taksa hver (**Figur 15**).



Figur 16. Antall taksa av ulike plantegrupper i overvåkingfeltene basert på forekomster i 5 ruter à 0,5 m x 0,5 m per felt (felt 1-2 reinroserabb, felt 3-4 reinroserabb/kantlynghei, felt 5-6 kantlynghei/grassnøleie, felt 7-8 kantlynghei, felt 9 grassnøleie, felt 10 gras-/mosesnøleie).

Artssammensetning

DCA-ordinasjonen av prosentdekningsdatasettet (**Figur 17 og 18**) viser en gradient i artssammensetning fra rabb til snøleie på første akse, mens andre akse skiller reinrosedominerte ruter fra kantlyngdominerte ruter. De to grassnøleiefeltene (rute 41-50) er tydelig skilt ut ved høye DCA-akse 1 verdier der rutene 46 til 50 er de mest ekstreme snøleiene og ligger lengst til høyre i diagrammet. En DCA-ordinasjon av frekvensdatasettet gav omtrent samme resultat.

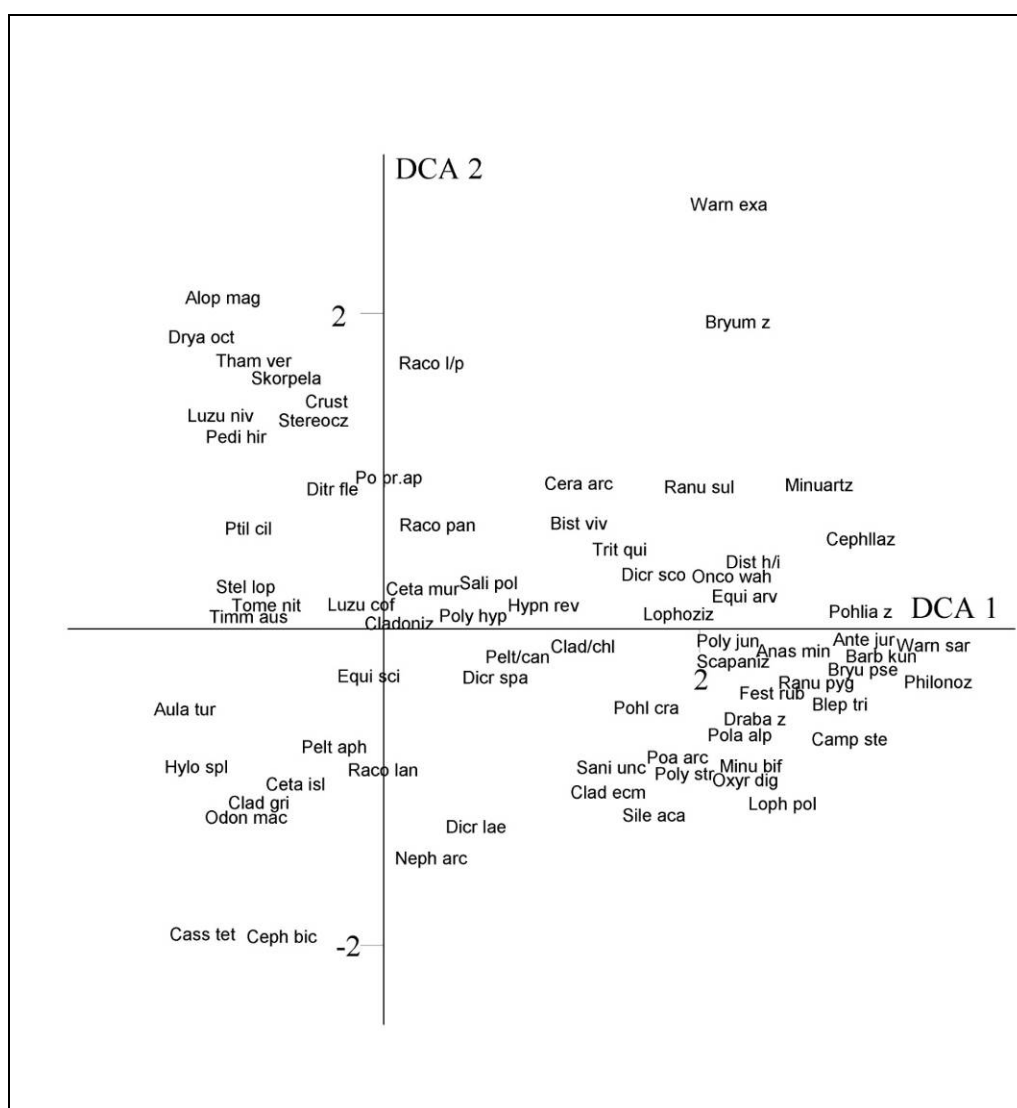
Egenverdien for akse 1 er 0,527, gradientlengden er 3,6 SD (standard avvik) enheter og aksene forklarer 18,3 % av artsvariasjonen. DCA-akse 2 har en egenverdi på 0,303, en gradientlengde på 2,5 SD-enheter og forklarer 7,8 % av artsvariasjonen. Aksene 3 og 4 har betydelig lavere forklaringsverdier og er lite tolkningsrelevante.

Reinroserabb. Arter som har en preferanse for reinroserabbene er arter som forekommer ved lave DCA-akse 1 verdier og høye DCA-akse 2 verdier (**Figur 17**, arter med mindre enn fire forekomster er ikke vist i figuren, men DCA-akse 1 og DCA-akse 2 verdier er gitt i parentes nedenfor i teksten). Her kan nevnes arter som reinrose, raudsildre (*Saxifraga oppositifolia*, -0,198, 1,297), polarblindurt (*Silene uralensis* ssp. *arctica*, -1,252, 2,845), snøfrytle (*Luzula nivalis*), polarreverumpe (*Alopecurus magellanicus*), lodnemyrklegg (*Pedicularis hirsuta*), mose- ne storbust (*Ditrichum flexicaule*), kloflette (*Hypnum bambergerii*, -1,212, 1,362), spissstrinnmo-

se (*Myurella tenerrima*, -1,244, 1,819) og lavene jervskjegg (*Alectoria nigricans*, -0,975, 2,612), skorpelav (hovedsakelig *Orcheleucia* spp.), makklav (*Thamnolia vermicularis*) og gulskinn (*Flavocetraria nivalis*, -1,049, 1,748).

Kantlynghei. Arter som prefererer kantlynghei er arter som forekommer på lave DCA 1-verdier og lave DCA 2-verdier. Forruten kantlyng viser bladmosene etasjemose (*Hylocomium splendens*) og polarsigd (*Dicranum laevidens*), levermosene broddglefsemose (*Cephalozia bicuspidata*) og fjellskovlmose (*Odontoschisma macounii*) og flere lav som grønnnever (*Peltigera abthosa*), storvrenge (*Nephroma arcticum*), syllav (*Cladonia gracilis*), islandslav (*Cetraria islandica*) preferanse for dette samfunnet.

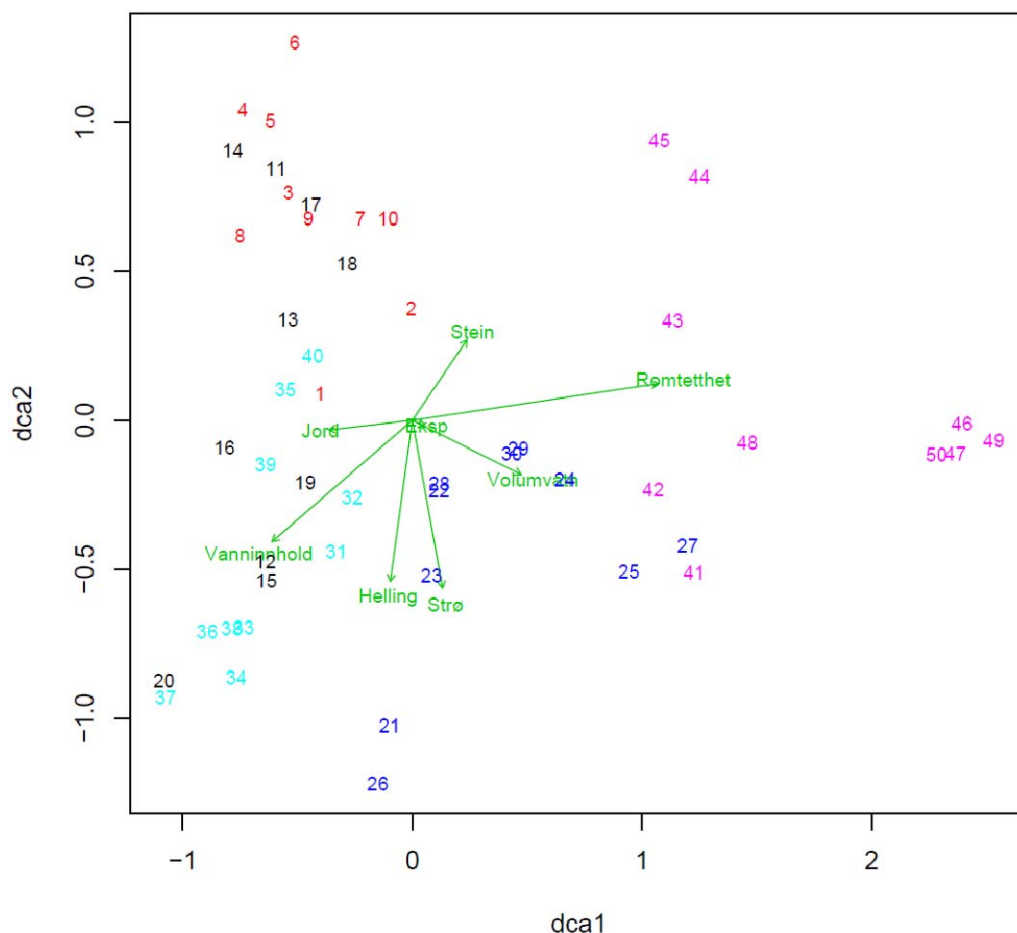
Arter som er vanlige i både reinroseheiene og kantlyngheiene, men som omtrent ikke forekommer i de mer fuktige snøleiene er seterrapp (*Poa pratense* ssp. *alpigena*), vardefrytle (*Luzula confusa*), fjellfiltmose (*Aulacomnium turgidum*), rørsigd (*Dicranum spadiceum*) og frynsemose (*Ptilidium ciliare*).



Figur 17. DCA-artsordinasjonsdiagram av 50 analyseruter, aksene 1 (horisontalt) og akse 2 (vertikalt), basert på prosent dekningsdata. Kun arter som forekommer minst 4 ganger i rutene er vist. For artsforkortelser se **Vedlegg 4**. Skalering av aksene i SD-enheter.

Grassnøleie. I DCA-ordinasjonen forekommer artene som preferer grassnøleiene til høyre på DCA-akse 1. Grassnøleiene er karakterisert av få dominerende grasarter som raudsvingel, der polarraudsvingel er aller vanligst, men fjellrapp (*Poa alpina*) og jervrapp (*P. arctica*) forekommer også vanlig. Karplantene fjellsyre (*Oxyria digyna*), snøsoleie (*Ranunculus nivalis*, 1,690, - 1,416), dvergsøleie (*R. pygmaeus*), polarsoleie (*R. sulphureus*), rublom arter (*Draba* spp.). Flere moser, særlig levermoser karakteriserer de våtere, mest snøleiepåvirkede utformingene. Her kan nevnes tråddraugmose (*Anastrophyllum minutum*), bekkevrangmose (*Bryum pseudotriquetrum*), sumpvrangmose (*Calliergon richardsonii*, 2,289, - 0,017), kjeldemoser (*Philonotis* spp.), nikkemoser (*Pohlia* spp.), blodnøkkemose (*Warnstorfia sarmentosa*), krypsnøsmose (*Anthelia juratzkana*), og arter fra slektene pistremoser (*Cephaloziella*) og tvibladmoser (*Scapania*).

Flere arter har en vid økologisk amplitude og inngår i de fleste feltene, slike som polarvier, harerug (*Bistorta vivipara*), tundraarve (*Cerastium arcticum*), gullmose (*Tomentypnum nitens*, med størst dominans i rabb og lesider) og kobleikmose (*Sanionia uncinata*) og levermosen storhoggtann (*Tritomaria quinqueidentata*). De fleste av disse artene har midlere DCA-verdier på begge aksene.



Figur 18. DCA-biplot-ordinasjonsdiagram av 50 analyseruter og miljøvariabler, akse 1 (horisontalt) og akse 2 (vertikalt), basert på prosent dekningsdata. Rutenummer viser rutenes posisjon i diagrammet. Miljøvariabler vist som piler. Pilenes størrelse og retning viser grad av korrelasjon til artssammensetningen i rutene. Skalering av aksene i SD-enheter. Rutenummer i rødt er fra reinroserabb, svart er fra reinroserabb/kantlynghei, lys blå fra kantlynghei, mørk blå fra kantlynghei/grassnøleie og fiolett fra grassnøleie.

4.3 Sammenheng mellom vegetasjon og målte miljøvariabler

Av de målte miljøvariablene (**Vedlegg 2 og 8**) som representerer egenskaper ved analyserutene, er prosent dekning av strø (Strø), tettheten av jordsmonnet (Romtetthet, mg/m^3), mengde av jordvatn pr volumenhet naturlig jord (Volumvatn, ml/cm^3) og vanninnholdet i prosent av frisk jord (Vanninnhold) statistisk signifikant korrelert til artsvariasjonen (**Tabell 1**), mens dekning av stein og jord (Stein, Jord) er nær signifikant.

Biplot-ordinasjonen av miljøvariablenes relasjoner til artsvariasjonen (**Figur 18**) viser at snøleiene har jordsmonn med høyest romtetthet, noe som skyldes høyt innhold av finere substratfraksjoner som sand, silt og leirpartikler. Romtettheten er lavest i kantlynghei, noe som skyldes et høyere innhold av luftig råhumus med høyt porevolum i øvre jordsmonnet. Strømengden er også størst i kantlyngheia og i overgangen fra kantlynghei til grassnøleie. Trolig skyldes dette at de tette kantlyngbestandene både produserer mye strø og samtidig beskytter løst materiale mot erosjon og transport.

Hellingen av bakken er størst i kantlyngheia og i overgangen fra kantlynghei til snøleie da disse habitatene ligger i lesiden (skråningen) i rabb-/snøleiegradienten.

Dekning av åpen jord er høyest i kantlynghei og relativt høy på reinroserabb, samtidig som reinroserabben har høyest dekning av stein i dagen. Dette skyldes at reinroserabb og kantlynghei ligger mer åpent på ryggen og er således mer utsatt for sterkere vind- og jorderosjon enn de mer beskyttede snøleiene.

Snøleiene har høyest mengde jordvann per volumenhet jord (reell tilgang på vatn), mens kantlyngheia har høyest vanninnhold basert på mengde vann per vektenhet jord. Siden jordsmonnet i kantlyngheia er lettere pga. innhold av råhumus, er den reelle tilgangen til vatn her lavere enn i snøleiene.

DCA-ordinasjonen viser således en variasjon i vegetasjonen fra rabb til snøleie langs akse 1 relatert til en edafisk gradient fra relativt tørt, grovt substrat på ryggen til mer finkornig og fuktig jordsmonn i forsenkninger. Fuktighetsgradienten fra rabb til snøleie er styrt av snødekkets varighet og utsmelting, men grassnøleiene får også tilsig av vann i forsenkningene fra ovenfor liggende områder. Variasjonen langs DCA-akse 2 kan være relatert til kalkrikhet og næringstilgang i jordsmonnet, da reinroserabber med arter som reinrose og raudsildre trolig er mer edafiske kravfulle enn mer humusrike kantlyngsamfunn. Dette vil kunne klarlegges når jordprøvene blir analysert for kjemiske egenskaper.

Tabell 1. Kendall korrelasjoner mellom DCA-akser og målte miljøvariabler. Fet skrift er statistisk signifikant på $P > 0,05$ -nivå, kursiv er signifikant på $0,06$ -nivå.

Variabler	DCA 1	DCA 2
Strø	0,103	-0,285
Stein	-0,009	0,211
Jord	-0,214	0,156
Helling	-0,076	-0,019
Eksposisjon	0,091	0,048
Romtetthet	0,443	0,063
Volumvatn	0,223	-0,052
Vanninnhold	-0,247	-0,138

5 Diskusjon og konklusjon

Design, vedlikehold av felter og tømning av dataloggere

Oppsettet av overvåkingsfeltene og metodikken er basert på erfaringer fra subalpin- og alpin vegetasjon fra fastlands-Norge. På Svalbard er klimaet betydelig mer værhardt og solifluksjon og annen massetransport av jordmateriale kan påvirke rutenes oppmerking og muligens forflyt-te ruter i terrenget. Det er således svært viktig at feltene oppsøkes og vedlikeholdes hvert år. Dette kan utføres samtidig med avlesing av temperaturloggerne som må tømmes for data en gang i året. Forventet levetid for dataloggerne med gjeldene loggeintervaller er minst fem år, men med usikkerhet i levetid relatert til kalde vintrer bør loggerne skiftes ut ved neste gjenana-lyse av vegetasjon. En årlig kontroll av feltene vil imidlertid kunne fange opp svakheter ved den eksisterende metodikk, og metodikken kan således raskt endres til mer optimale løsninger.

Problemarter

Artsbestemmelser av sterile rublom og til dels sterile gras med små basisblader bød på store problem, og Svalbards kryptogamflora er generelt svært vanskelig å identifisere til artsnivå. For rublomslekta og gras vil neste gjenanalyse trolig kunne gi utfyllende informasjon for nærmere identifikasjon. Mange av mosebestedømmelsene er utført på innsamlet materiale fra småruter inne i analyseruta eller innsamlet materiale utenfor analyseruta. Dataene på forekomst av en-keltarter i smårutene er derfor noe usikkert (frekvensdatasettet), men for analyseruta som hel-het vil de aller fleste mosene være registrert, og prosentdatasettet vil i denne omgang være det mest nøyaktig i forhold til mengdeangivelse av artene. Prosentdatasettet er derfor benyttet til ordinasjonsanalysene. Ved neste gjenanalyse vil "problemarter" bli nærmere vurdert med en oppgradering av frekvensmålene. En slik justering av arter er vanlig i begynnelsen av et lang-siktig overvåkingsstudium, og en bedre identifisering eller endring av feilbestemte arter vil bli rettet opp bakover i tid.

Jordsmonnsanalyser

Jordprøver for kjemisk analyse er tørket og siktet og ligger lagret under tørre forhold ved kons-tant temperatur på ca 20 grader. Det kjemiske laboratoriet ved Institutt for skog og landskap, der de fleste av jordprøvene i TOV er analysert, har utført et studium av effekter av ulike lag-ringstemperaturer og ulike lagringstid på analyseresultater av skogsjord (Ogner et al. 2001). Analyser av lufttørkede humusprøver som ble lagret ved romtemperatur viste betydelige end-ringer i kjemiske egenskaper over en fem års periode. pH avtok med 0,2 pH enheter i løpet av to år. Utbytbar aciditet ved ammoniumnitratekstraksjon økte med 34 % etter 5 år. Generelt var det en økning av de fleste ekstraherbare metallkationer. Økningen var her lineær med lagrings-tid. Ved Kjeldahl-N og totalanalyse av elementer ved syreoppløsning var det imidlertid ingen endringer i analyseresultater pga. lagring. Det er således et behov å få disse analysert så raskt som mulig, da kjemiske egenskaper vil endre seg over tid.

Vegetasjonsgradienten

Ordinasjonsanalyser av datamaterialet viser en gradient i vegetasjonens artssammensetning fra relativt tørre, vindeksponerte reinroserabber med grovt mineralrikt substrat via arter som er mer tilpasset humusrikt jordsmonn i mer beskyttet kantlynghei til mindre eksponerte og fuktige-re, moserike grassnøleier. Trolig er også variasjonen i artssammensetningen knyttet til en mik-roklimagradient fra rabb til snøleie, noe som kan belyses nærmere når data fra temperaturlog-gerne foreligger.

Konklusjon

De femti analyseruter av vegetasjonens artssammensetning viser en variasjon som kan knyt-tes til en topografisk gradient der klima- og jordparametere trolig er viktige forklaringsvariabler. Vegetasjonsanalysene sammen med målinger av jordtemperatur og kjemiske analyser av jordsmonnet vil derfor kunne gi et godt grunnlag for å avdekke eventuelle fremtidige vegeta-sjonsendringer knyttet til klimaendring og forurensing. Siden metodikken er tilpasset overvå-kingen i TOV, vil utviklingen også kunne settes i sammenheng med vegetasjonsutvikling i overvåkingsområder på fastlandet.

Endalen ligger i et relativt varmekjært område på Svalbard. For å fange opp et bredere spekter av vegetasjonsendringer knyttet til endring i klima, bør overvåkingsprogrammet i framtiden utvides til å omfatte et kjøligere vegetasjonselement i overgangen mellom mellomarktisk og høyarktisk region, noe som vil kunne dekke de viktigste vegetasjonsgradientene på Svalbard.

6 Referanser

- 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.
- Anonym 2008. R Development Core Team: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>.
- Arft, A.M., Walker, M.D., Gurevitch, J., Alatalo, J.M., Bret-Harte, M.S., Dale, M., Diemer, M., Gugerli, F., Henry, G.H.R., Jones, M.H., Hollister, R.D., Jonsdottir, I.S., Laine, K., Levesque, E., Marion, G.M., Molau, U., Molgaard, P., Nordenhall, U., Raszhivin, V., Robinson, C.H., Starr, G., Stenstrom, A., Stenstrom, M., Totland, Ø., Turner, P.L., Walker, L.J., Webber, P.J., Welker, J.M. & Wookey, P.A. 1999. Responses of tundra plants to experimental warming: Meta-analysis of the international tundra experiment. - *Ecological Monographs* 69: 491-511.
- 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. 237 pp.
- Dallmann, W.K., Kjærnet, T. & Nøttvedt, A. 2001. Geological map of Svalbard 1:100 000. Sheet C9G Adventdalen. Explanatory text. - Norsk Polarinstitutt Temakart 31/32: 4- 55.
- Eilertsen, O., Økland, R. H., Økland, T. & Pedersen, O. 1990. Data manipulation and gradient length estimation in DCA ordination. - *J. Veg. Sci.* 1: 261-270.
- Elvebakk, A. 1994. A survey of plant associations and alliances from Svalbard. - *Journal of Vegetation Science* 5: 791-802.
- Framstad, E. 2009. Natur i endring. Terrestrisk naturovervåking i 2008: Markvegetasjon, epifytter, smågnagere og fugl. - NINA Rapport 490. 167 pp.
- Frisvoll, A., Elvebakk, A., Flatberg, K.I. & Økland, R.H. 1995. Sjekkliste over norske mosar. Vitskapleg og norsk namneverk. - NINA Temahefte 4: 1-104.
- Førland, E.J., Hansen-Bauer, I., Haugen, J.E., Benestad, R. & Aadlandsvik, B. 2008. NorACIAs klimascenarier for Norsk Arktis. - Norwegian Meteorological Institute met.no report 09/08: 40 pp.
- Hole, L. & Engardt, M. 2008. Climate change impact on atmospheric nitrogen deposition in north-western Europe: A model study. - *Ambio* 37: 9-17.
- Holien, H. & Tønsberg, T. 2006. Norsk lavflora. - Tapir Akademisk Forlag, Trondheim. 224 s.
- Jacobsen, L.B. 1994. Re-analyse av permanente prøveflater i overvåkingsområdet ved Kongsfjorden, Svalbard 1994. - Norsk Polarinstitutt Rapportserie 87. 29 pp.
- Lid, J. & Lid, D.T. 2005. Norsk flora. - Det Norske Samlaget, Oslo.
- Major, H., Haremo, P., Dallmann, W.K. & Andresen, A. 2000. Geological map of Svalbard 1:100 000, sheet C9G Adventdalen (revised after Major 1964). - Norsk Polarinstitutt Temakart 31.
- Krog, H., Østhagen, H. & Tønsberg, T. 1994. Lavflora. Norske busk- og bladlav. - Universitetsforlaget, Oslo. 368 pp.
- Kuijper, D.P. J., Bakker, J.P., Cooper, E.J., Ubels, R., Jonsdottir, I.S. & Loonen, M.J.J.E. 2006. Intensive grazing by Barnacle geese depletes High Arctic seed bank. - *Canadian Journal of Botany-Revue Canadienne De Botanique* 84: 995-1004.
- Ogner, G., Randem, G., Remedios, G., Wickstrom, T., 2001. Increase of soil acidity and concentrations of extractable elements by 1 M ammonium nitrate after storage of dry soil for up to 5 years at 22 degrees C. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 32, 675-684.
- Oksanen, J. 2007. Multivariate analysis of ecological communities in R: vegan tutorial. - Univ. of Oulu, Oulu.
- Pearson, K. 1901. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. - *Phil. Mag.* 6. Ser 2: 559-572.
- Rønning, O.I. 1996. Svalbards flora. - Norsk Polarinstitutt. Tromsø. 182 pp.
- Santesson, R., Moberg, R., Nordin, A., Tønsberg, T. & Vitikainen O. 2004. Lichen-forming and lichenicolous fungi of Fennoscandia. - Museum og Evolution, Uppsala University. 359 pp.
- Sørbel, L., Tolgensbakk, J., Hagen, J.O. & Høgvard, K. 2001. Geomorphological and Quaternary Geological Map of Svalbard 1:100 000. Sheet C9Q Adventdalen. Explanatory text. - Norsk Polarinstitutt Temakart 31/32: 57-78.
- ter Braak, C.J.F. & I.C. Prentice 1988. A theory of gradient analysis. - *Adv. ecol. Res.* 18: 271-317.
- ter Braak, C.J.F. & Smilauer, P. 2002. CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: Software for canonical community ordination (version 4.5). - Microcomputer Power, Ithaca, New York.

- Tolgensbakk, J., Sørbel, L. & Høgvard, K. 2000. Adventdalen, Geomorphological and Quaternary Geological Map, Svalbard 1:100 000, Spitsbergen sheet C9Q. - Norsk Polarinstituttemakart 32.
- Wegener, C., Hansen, M. & Jacobsen, L.B. 1992. Vegetasjonsovervåking på Svalbard 1991. Effekter av reinbeite ved Kongsfjorden, Svalbard. - Norsk Polarinstitut Meddelelser 121. 54 pp.
- Økland, R.H. 1990. Vegetation ecology: theory, methods and applications with reference to Fennoscandia. - Sommerfeltia Suppl. 1. 233 pp.
- Aarrestad, P.A. & Hagen, D. 2008. Rapport fra forundersøkelse for intensiv overvåking av markvegetasjon og overvåking av ferdselslitasje på Svalbard - juli 2008. - Notat fra NINA til Norsk Polarinstitut. 9 pp.

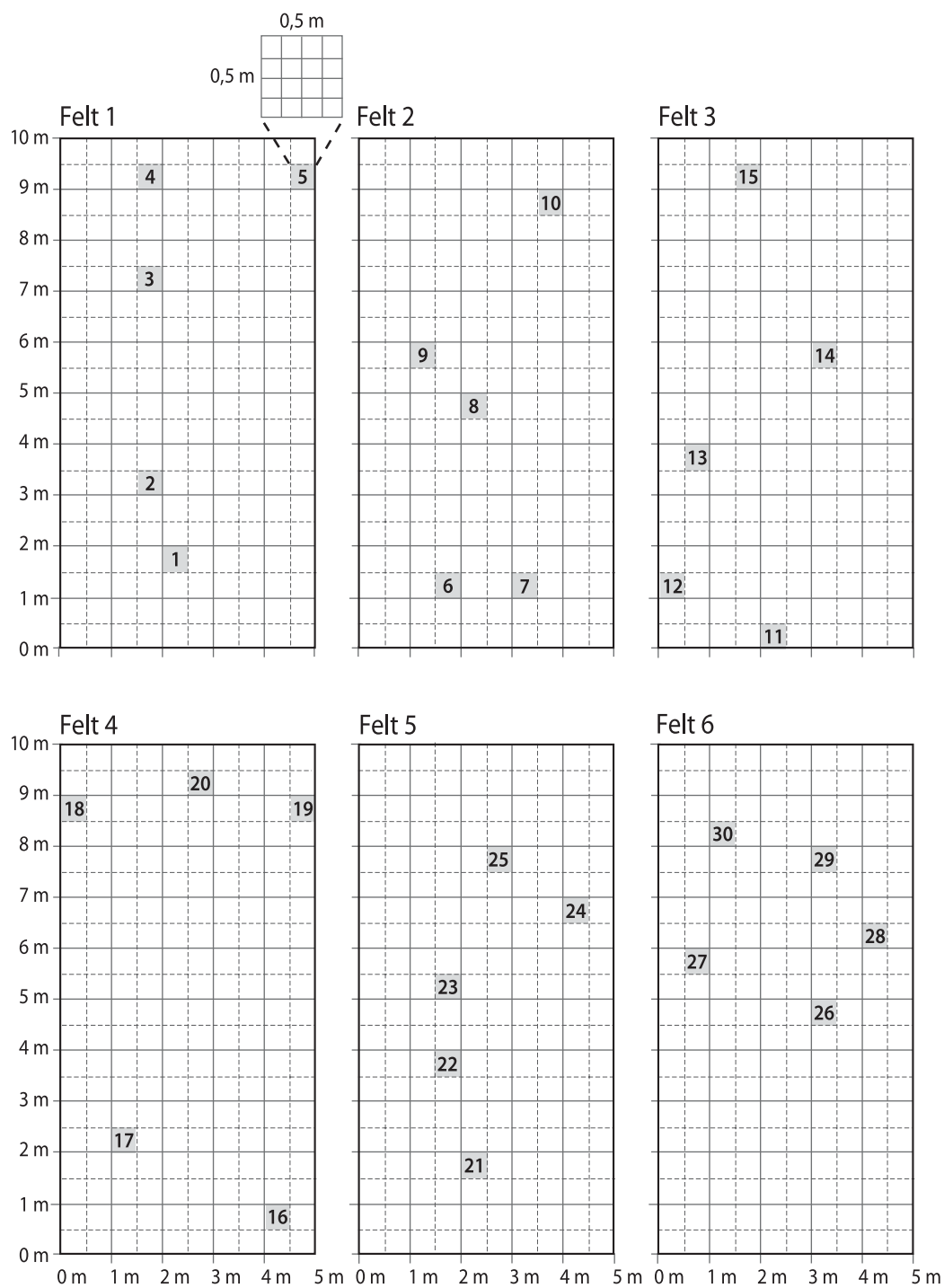
7 Vedlegg

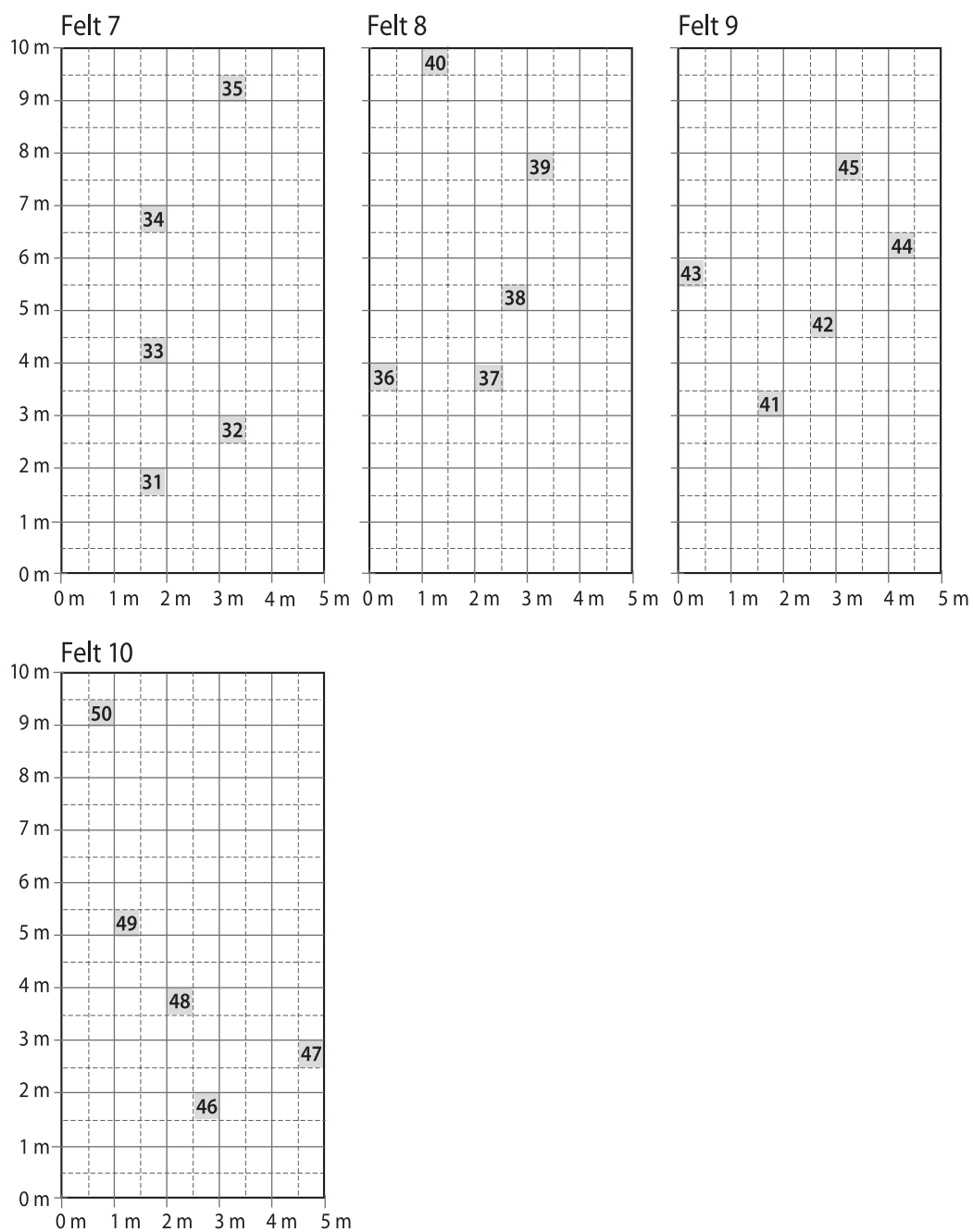
- Vedlegg 1. Tabell over egenskaper ved feltene.
- Vedlegg 2. Skjematisk oversikt over analyserutenes beliggenhet i feltene.
- Vedlegg 3. Tabell over egenskaper ved analyserutene.
- Vedlegg 4. Plantetaksa. Kodenavn, latinske og norske navn.
- Vedlegg 5. Tabell over karplanter registret i feltene.
- Vedlegg 6. Tabell over vegetasjonsanalyser. Frekvensmål av arter.
- Vedlegg 7. Tabell over vegetasjonsanalyser. Prosent dekning av arter.
- Vedlegg 8. Tabell over jordfysikalske målinger.
- Vedlegg 9. Nummerering av dataloggere.

Vedlegg 1. Tabell over egenskaper ved feltene.

Felt nr	Habitat	UTM WGS84, sone 33		Helling (°)	Eksposisjon	
		x	y		(goons)	(°)
1	Reinroserabb	516747	8679077	14	166	149
2	Reinroserabb	516715	8679133	12	164	148
3	Reinroserabb/Kantlynghei	516729	8679084	14	162	146
4	Reinroserabb/Kantlynghei	516746	8679095	10	164	148
5	Kantlynghei/Snøleie	516756	8679094	18	686	617
6	Kantlynghei/Snøleie	516780	8679114	18	252	227
7	Kantlynghei	516499	8679043	15	158	142
8	Kantlynghei	516797	8679119	14	164	148
9	Grassnøleie	516469	8679033	14	142	128
10	Gras-/Mosesnøleie	516789	8679073	10	170	153

Vedlegg 2. Skjematisk oversikt over ruteanalysenes beliggenhet i feltene.





Vedlegg 3. Tabell over egenskaper ved analyserutene.

Rute-id	Helling (°)	Eksposisjon		Dekning (%)							Høyde (cm) Graminider	Avstand til kantlyng (cm)	Fertile skudd (ant)	
		(goons)	(°)	Totalt	Feltsj	Bunnsj	Strø	Stein	Jord	Død kantlyng			Reinrose	Kantlyng
SE01	10	166	149	95	30	90	2	3	0		4	330	1	
SE02	16	166	149	100	27	95	0	0	0		8	190	11	
SE03	14	166	149	85	25	60	5	8	1		10	355	>10	
SE04	10	166	149	90	55	70	12	2	1		15	340	>10	
SE05	10	166	149	90	50	85	3	5	1		20	420		
SE06	10	164	148	98	15	95	0	2	0		2	340		
SE07	14	164	148	95	50	60	3	1	0		5	250	4	
SE08	10	164	148	90	35	90	20	6	0		3	465	1	
SE09	13	164	148	90	40	80	3	3	0		4	370	4	
SE10	8	164	148	95	50	95	4	1	0		4	495		
SE11	20	162	146	95	40	60	2	1	1		5	75		
SE12	9	162	146	70	35	35	30	1	0	12	7	0		
SE13	12	162	146	100	75	95	2	0	0		7	22		
SE14	10	162	146	95	60	65	5	0	1		8	67	10	
SE15	13	162	146	90	80	65	10	1	0	12	11	0	1	
SE16	12	164	148	90	45	80	10	0	1	10	9	0	>10	
SE17	10	164	148	100	25	90	2	1	0		3	94		
SE18	12	164	148	90	25	85	4	0	1		6	ikke målt	6	
SE19	10	164	148	90	45	45	20	2	0	18	7	0		>10
SE20	20	164	148	100	60	80	15	0	0	15	6	0		>10
SE21	30	161	145	80	40	45	15	1	1	12	5	0		>10
SE22	8	70	63	98	30	98	3	0	0	2	10	0		>10
SE23	10	60	54	100	30	95	1	0	0	12	5	0	3	>10
SE24	10	302	272	70	10	60	30	3	0		8	210		
SE25	30	90	81	70	30	50	20	5	0	0	13	0		
SE26	20	200	180	70	35	40	30	0	0	30	12	0		
SE27	18	200	180	80	50	70	5	15	1		16	200		
SE28	20	220	198	55	15	45	20	0	0	12	10	0		9
SE29		210	189	95	7	90	5	0	0	3	13	0		

Rute-id	Helling (°)	Eksposisjon		Dekning (%)							Høyde (cm)	Avstand til kantlyng (cm)	Fertile skudd (ant)	
		(goons)	(°)	Totalt	Feltsj	Bunnsj	Strø	Stein	Jord	Død kantlyng	Graminider		Reinrose	Kantlyng
SE30	18	250	225	96	15	95	12	0	2	3	8	0		
SE31	6	158	142	98	40	98	65	1	0	65	4	0		>10
SE32	17	158	142	75	35	70	50	0	0	50	8	0		>10
SE33	22	158	142	85	50	60	15	1	0	10		0		>10
SE34	14	158	142	90	70	70	15	1	0	15	8	0	1	>10
SE35		158	142	40	30	35	30	1	2	15	12	0	8	6
SE36	10	164	148	95	60	90	5	0	0	5	1	0	>10	>10
SE37	12	164	148	98	55	75	10	0	0	10	4	0	1	>10
SE38	15	164	148	80	65	60	15	0	5	15	8	0		>10
SE39	10	164	148	85	35	85	4	0	5	4	0	0		>10
SE40	15	164	148	95	30	95	5	0	1	4	10	0		>10
SE41	10	142	128	90	50	75	15	0	0		9	880		
SE42	2	142	128	70	45	40	30	0	0		8	750		
SE43	6	142	128	70	50	20	30	1	1		10	970		
SE44	14	142	128	75	40	40	25	0	0		14	580		
SE45	8	142	128	50	25	30	10	2	0		7	685		
SE46		170	153	90	35	80	7	0	0		7	510		
SE47	8	170	153	95	15	90	6	0	0		6	290		
SE48	10	170	153	90	50	90	30	0	0		8	430		
SE49	8	170	153	85	25	60	15	1	0		12	415		
SE50	20	170	153	80	30	60	20	10	0		9	520		

Vedlegg 4. Tabell over plantetaxa som forekommer i analyseruter og taxa registrert utenom rutene i feltet (*).

Navn	Norsk navn	Kodenavn
Dvergbusk		
Salix polaris	Polarvier	Sali pol
Urter/Karsporeplanter		
Bistorta vivipara	Harerug	Bist viv
Cardamine bellidifolia	Høgfjellskarse	Card ble *
Cassiope tetragona	Kantlyng	Cass tet
Cerastium arcticum	Tundraarve	Cera arc
Draba sp.	Rublomslekta	Draba z
Dryas octopetala	Reinrose	Drya oct
Equisetum arvense	Åkersnelle	Equi arv
Equisetum scirpoides	Dvergsnelle	Equi sci
Erigeron humilis	Svartbakkestjerne	Erig hum
Huperzia arctica	Polarlusegras	Hupe arc
Koenigia islandica	Dvergsyre	Koen isl *
Minuartia biflora	Tuvearve	Minu bif
Minuartia rubella	Nålearve	Minu rub
Minuartia sp.	Tuvearveslekta	Minuartz
Oxyria digyna	Fjellsyre	Oxyn dig
Pedicularis hirsuta	Lodnemyrklekk	Pedi hir
Ranunculus nivalis	Snøsoleie	Ranu niv
Ranunculus pygmaeus	Dvergssoleie	Ranu pyg
Ranunculus sulphureus	Polarsoleie	Ranu sul
Saxifraga cespitosa	Tuvesildre	Saxi ces
Saxifraga hieracifolia	Stivsildre	Saxi hie
Saxifraga oppositifolia	Raudsildre	Saxi opp
Saxifraga rivularis	Bekkesildre	Saxi riv *
Silene acaulis	Fjellsmelle	Sile aca
Silene uralensis ssp. arctica	Polarblindurt	Si ur.ar
Stellaria longipes	Snøstjerneblom	Stel lop
Graminider		
Alopecurus magellanicus	Polarreverumpe	Alop mag
Carex fuliginosa ssp. misandra	Dubbestorr	C ful.mi
Carex lachenalii	Rypestorr	C lachen
Festuca rubra	Polarraudsvingel/Vanleg raudsvingel	Fest rub
Festuca vivipara ssp. glabra	Polargeitsvingel	Fe vi.gl
Luzula arcuata/confusa	Bogefrytle/Vardefrytle	Luzu a/c *
Luzula confusa	Vardefrytle	Luzu cof
Luzula nivalis	Snøfrytle	Luzu niv
Poa alpina	Fjellrapp	Poa api
Poa arctica	Jervrapp	Poa arc
Poa pratensis ssp. alpigena	Seterrapp	Po pr.ap
Poa sp.	Rappslekta	Poa z
Trisetum spicatum	Svartaks	Tris spi
Bladmoser		
Aulacomnium palustre	Myrfiltmose	Aula pal
Aulacomnium turgidum	Fjellfiltmose	Aula tur

Navn	Norsk navn	Kodenavn
Blindia acuta	Rødmesigmose	Blin acu
Bryum archangelicum	Svartsporevrangmose	Bryu ara
Bryum pseudotriquetrum	Bekkevrangmose	Bryu pse
Bryum sp.	Vrangmoseslekta	Bryum z
Calliergon richardsonii	Sumptjønmmose	Calg ric
Campylium chrysophyllum	Sigdstjernemose	Camp chr
Campylium laxifolium	Kjeldestjernemose	Camp lax
Campylium stellatum	Myrstjernemose	Camp ste
Campylophyllum sp.	Hakemoseslekta	Campyloz
Cinclidium arcticum	Fjellgittermose	Cinc arc
Cirriphyllum cirrosum	Fagerveikmose	Cirr cir
Cyrtomnium hymenophylloides	Hinnetrollmose	Cyrt hyd
Cyrtomnium sp.	Trollmoseslekta	Cyrtomnz
Dichodontium pellucidum	Sildremose	Dich pel
Dicranum elongatum	Såtesigd	Dicr elo
Dicranum laevidens	Polarsigd	Dicr lae
Dicranum scoparium	Ribbesigd	Dicr sco
Dicranum spadiceum	Rørsigd	Dicr spa
Distichium hagenii/inclinatum	Polarplanmose/Stridplanmose	Dist h/i
Ditrichum flexicaule	Storbust	Ditr fle
Encalypta alpina	Fjellklokkemose	Enca alp
Eurhynchium pulchellum	Krypmoldmose	Eurh pul
Fissidens bryoides/viridulus	Dverglommemose/Leirlommemose	Fiss b/v
Hylocomium splendens	Etasjemose	Hylo spl
Hypnum bambergeri	Kloflette	Hypn bam
Hypnum revolutum	Jøkulflette	Hypn rev
Hypnum sp.	Flettemoseslekta	Hypnum z
Hypnum vaucheri	Gullflette	Hypn vai
Isopterygiopsis pulchella	Skøreblankmose	Isop pul
Kiaeria glacialis	Jøkulfrostmose	Kiae gla
Meesia uliginosa	Nervesvanemose	Mees uli
Myurella julacea	Skåltrinnmose	Myur jul
Myurella tenerrima	Spisstrinnmose	Myur ten
Oncophorus virens	Myrspridemose	Onco vir
Oncophorus wahlenbergii	Fjellspridemose	Onco wah
Orthothecium chryseon	Gullhaustmose	Orte chr
Orthothecium strictum	Ravhaustmose	Orte str
Philonotis caespitosa	Sneikjeldemose	Phil cae
Philonotis sp.	Kjeldemoseslekta	Philonoz
Platydictya jungermannioides	Hårmose	Plad jun
Pohlia cruda	Opalnikke	Pohl cra
Pohlia drummondii	Raudknoppnikke	Pohl dru
Pohlia nutans	Vegnikke	Pohl nut
Pohlia sp.	Nikkemoseslekta	Pohlia z
Polytrichastrum alpinum	Fjellbinnemose	Pola alp
Polytrichastrum sexangulare	Snøbinnemose	Pola sex
Polytrichum hyperboreum	Aurbjørnemose	Poly hyp
Polytrichum juniperinum	Einerbjørnemose	Poly jun
Polytrichum piliferum	Rabbebjørnemose	Poly pil

Navn	Norsk navn	Kodenavn
<i>Polytrichum strictum</i>	Filtbjørnemose	Poly str
<i>Racomitrium canescens</i> ssp. <i>latifolium</i>	Sandgråmose	Raco c.l
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	Heigråmose	Raco lan
<i>Racomitrium lanuginosum/panschii</i>	Hei-/Tundragråmose	Raco l/p
<i>Racomitrium panschii</i>	Tundragråmose	Raco pan
<i>Sanionia uncinata</i>	Klobleikmose	Sani unc
<i>Scorpidium cossonii</i>	Brunmakkmose	Scor cos
<i>Syntrichia ruralis</i>	Putehårstjerne	Synt rur
<i>Tetraplodon paradoxus</i>	Blindlemenmose	Tetr par
<i>Timmia austriaca</i>	Raudsliremose	Timm aus
<i>Tomentypnum nitens</i>	Gullmose	Tome nit
<i>Tortula</i> sp.	Tustmoseslekta	Tortulaz
<i>Warnstorfia exannulata</i>	Vrangnøkkemose	Warn exa
<i>Warnstorfia sarmentosa</i>	Blodnøkkemose	Warn sar
Levermoser		
<i>Anastrophyllum minutum</i>	Tråddraugmose	Anas min
<i>Anthelia julacea</i>	Ranksnørmose	Ante jul
<i>Anthelia juratzkana</i>	Krypsnørmose	Ante jur
<i>Barbilophozia kunzeana</i>	Myrskjeggmose	Barb kun
<i>Barbilophozia lycopodioides</i>	Gåsefotskjeggmose	Barb lyc
<i>Barbilophozia quadriloba</i>	Kloskjeggmose	Barb qua
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	Piggtrådmose	Blep tri
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	Broddglefsemose	Ceph bic
<i>Cephalozia pleniceps</i>	Storglefsemose	Ceph ple
<i>Cephaloziella</i> sp.	Pistremoseslekta	Cephllaz
<i>Lophozia heterocolpos</i>	Piskflik	Loph het
<i>Lophozia hyperarctica</i>	Isflik	Loph hyp
<i>Lophozia polaris</i>	Polarflik	Loph pol
<i>Lophozia</i> sp.	Flikmoseslekta	Lophoziz
<i>Lophozia wenzelii</i>	Skeiflik	Loph wen
<i>Odontoschisma macounii</i>	Fjellskovlmose	Odon mac
<i>Ptilidium ciliare</i>	Bakkefrynse	Ptil cil
<i>Scapania hyperborea</i>	Bruntvibladmose	Scap hyp
<i>Scapania irrigua</i>	Sumptvibladmose	Scap irr
<i>Scapania mucronata</i>	Broddtvibladmose	Scap muc
<i>Scapania</i> sp.	Tvibladmoseslekta	Scapaniz
<i>Tritomaria quinqueidentata</i>	Storhoggtann	Trit qui
Lav		
<i>Alectoria nigricans</i>	Jervskjegg	Alec nig
<i>Bryocaulon divergens</i>	Fjelltagg	Bryc div
<i>Cetraria islandica</i>	Islandslav	Ceta isl
<i>Cetraria muricata</i>	Busktagg	Ceta mur
<i>Cladonia carneola</i>	Bleikbeger	Clad can
<i>Cladonia</i> cf. <i>ecmocyna</i>	Snøsyl	Clad ecm
<i>Cladonia chlorophaea</i> coll.	Brunbeger	Clad/chl
<i>Cladonia crispata</i>	Traktlav	Clad cri
<i>Cladonia furcata</i>	Gaffellav	Clad fur
<i>Cladonia gracilis</i>	Syllav	Clad gri
<i>Cladonia gracilis</i> coll.	Syllaver	Clad/gri

Navn	Norsk navn	Kodenavn
Cladonia sp.	Begerlav	Cladoniz
Flavocetraria nivalis	Gulskinn	Flav niv
Nephroma arcticum	Storvrenge	Neph arc
Nephroma expallidum	Fjellvrenge	Neph exp
Orcheleucia spp. ++	Skorpelav	Skorpela
Peltigera aphthosa	Grønnever	Pelt aph
Peltigera canina coll.	Bikkjenever/Hinnenever mm.	Pelt/can
Peltigera sp.	Årenever	Peltigez
Solorina saccata	Vanlig skållav	Solo sac
Stereocaulon paschale	Vanlig saltlav	Ster pas
Stereocaulon sp.	Saltlav	Stereocz
Thamnolia vermicularis	Makklav	Tham ver
Crust		Crust

Vedlegg 5. Tabell over karplanter registrert i feltene.

Felt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dvergbusk										
Sali pol	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Urter										
Bist viv	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Card ble	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Cass tet	.	.	1	1	1	1	1	1	.	1
Cera arc	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1
Draba z	.	.	.	1	1	2	.	.	2	1
Drya oct	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.
Equi arv	1	.	1	.	.	1	.	1	1	1
Equi sci	.	1	1	1	.	1	1	.	1	.
Erig hum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Hupe arc	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Koen isl	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Minu bif	.	.	.	.	1	1	.	.	.	1
Minu rub	1	.	.	1	.	1	.	.	1	1
Oxyn dig	.	.	.	1	1	1	1	.	1	1
Pedi hir	1	1	1	1	1	.	1	1	.	.
Ranu niv	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Ranu pyg	.	.	.	.	1	1	.	.	1	1
Ranu sul	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
Saxi ces	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.
Saxi hie	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.
Saxi opp	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Saxi riv	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Si ur.ar	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
Sile aca	1	.	.	.	1	1	.	.	.	.
Stel lop	1	1	1	1	.	1	.	1	.	.
Graminider										
Alop mag	1	1	1	1	.	.	1	.	.	.
C ful.mi	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C lachen	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Fe vi.gl	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Fest rub	1	.	.	.	1	1	1	1	1	1
Luzu a/c	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Luzu cof	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1
Luzu niv	1	.	.	1	.	.	.	1	.	.
Po pr.ap	1	1	1	1	.	1	.	.	.	.
Poa api	.	.	.	.	1	.	1	.	.	1
Poa arc	.	.	1	1	1	1	.	1	.	1
Tris spi	.	.	.	.	1	1	.	.	.	1

Vedlegg 6. Tabell over vegetasjonsanalyser. Frekvensmål av arter.

[illegible]

Rute-id	SE01	SE02	SE03	SE04	SE05	SE06	SE07	SE08	SE09	SE10	SE11	SE12	SE13	SE14	SE15	SE16	SE17
Campyloz	1	.
Cinc arc
Cirr cir
Cyrt hyd	1	.	.	.	.
Cyrtomnz
Dich pel	1	.	.
Dicr elo
Dicr lae	1	.	.	.	16	12	10	11	.
Dicr sco	2	.	.	.	.	.	.	.
Dicr spa	10	11	3	2	12	7	13	5	9	14	9	8	6	.	5	1	12
Dist h/i	.	.	.	1	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.
Ditr fle	.	1	1	1	.	.	2	4	4	.	.	.	.	.	3	.	.
Enca alp
Eurh pul	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fiss b/v
Hylo spl	16	10	13	6	10	6	11	9	8	6	7	12	14	13	12	15	7
Hypn bam	1	.	.	.	.	.	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypn rev	.	2	1	.	1	.	3	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypn vau
Hypnum z	1	.	.
Isop pul	1	.	.	1	.	.
Kiae gla
Mees uli
Myur jul	.	1	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Myur ten	1	.	2	.	1	.	.	.	.
Onco vir
Onco wah	5	.	.	1	.	.	.	1
Orte chr	1	.	.
Orte str	1	.	.	.	.
Phil cae
Philonoz
Plad jun	1	.	.	.	.	.	.
Pohl cra	1	.	.	.	.	2	8
Pohl dru
Pohl nut
Pohlia z	1	.	1	.	.	.	.	.	.
Pola alp	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pola sex	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Poly hyp	.	10	1	7	8	2	8	.	.	.	11	.	.	2	.	1	15
Poly jun	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Poly pil
Poly str	2
Raco c.l
Raco l/p	.	9	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Raco lan	7	.	10	.	1	.	.	2	.	3	5	.	.	6	.	.	5
Raco pan	1	.	1	.	.	.	16	.	1	.	.	2	3	.	.	6	.
Sani unc	11	15	12	7	7	8	16	11	10	13	4	2	16	9	11	16	10
Scor cos
Synt rur	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Tetr par	1
Timm aus	.	3	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	3	.
Tome nit	10	13	14	10	10	12	8	14	13	16	13	15	16	16	16	15	2

Rute-id	SE01	SE02	SE03	SE04	SE05	SE06	SE07	SE08	SE09	SE10	SE11	SE12	SE13	SE14	SE15	SE16	SE17
Tortulaz	1	.	.	.	.	.	.
Warn exa
Warn sar
Levermoser																	
Anas min	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ante jul
Ante jur	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Barb kun
Barb lyc
Barb qua
Blep tri	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	1	.	1	.	1
Ceph bic	2	.	.	2	.	.
Ceph ple
Cephllaz	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Loph het	1	.	.
Loph hyp
Loph pol
Loph wen
Lophoziz	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	3	.	.
Odon mac	1
Ptil cil	10	5	2	6	4	.	1	.	9	11	4	3	.	2	1	10	13
Scap hyp
Scap irr
Scap muc
Scapaniz	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	1	2	.	.	2	.	.
Trit qui	.	.	1	.	.	2	6	3	.	11	.	.	2	.	4	2	.
Lav																	
Alec nig	.	.	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bryc div	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ceta isl	1	.	.	.	.
Ceta mur	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2
Clad can
Clad cri	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clad ecm
Clad fur
Clad gri
Clad/chl	.	4	.	1	1	.	.	1	.	3	2	.	.	.	2	.	.
Clad/gri	1	.	.
Cladoniz	1	1	.	1	.	4	3	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1
Flav niv	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Neph arc	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Neph exp	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pelt aph	9	2	2	1	.	.	4	7	4	3	2	.	8	1	7	.	.
Pelt/can	1	3	.	.	.	.	.	3	2	.	.	.	.
Peltigez
Skorpela	5	7	10	3	11	15	11	7	1	6	7	.	.	.	3	2	8
Solo sac	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ster pas
Stereocz	16	16	15	15	16	14	15	7	15	16	7	3	6	14	9	11	9
Tham ver	14	.	.	6	.	1	.	.	.	.	.	1	.
Crust	9	15	15	10	12	15	13	6	14	14	8	7	4	11	6	5	11

Vedlegg 6. Forts.

[illegible]

Rute-id	SE18	SE19	SE20	SE21	SE22	SE23	SE24	SE25	SE26	SE27	SE28	SE29	SE30	SE31	SE32	SE33	SE34
Campyloz	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Cinc arc
Cirr cir
Cyrt hyd
Cyrtomnz	1	.	.	.
Dich pel
Dicr elo
Dicr lae	2	.	.	15	16	13	1	16	11	13	.	2	16	.	.	.	5
Dicr sco
Dicr spa	14	6	4	1	4	16	16	5	6	2	13	16	15	12	15	15	13
Dist h/i	2	2	.	1	.	.	5	.	.	.	.
Ditr fle	2	.	1	.	.	.	1	.
Enca alp	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eurh pul
Fiss b/v	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hylo spl	13	12	15	3	4	7	.	2	11	.	14	5	4	13	10	13	14
Hypn bam
Hypn rev	1	.	.	1	.	2	1	.	1	.	1	1	.	.	.	.	.
Hypn vau
Hypnum z
Isop pul	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Kiae gla
Mees uli	1	.	.	.
Myur jul
Myur ten
Onco vir
Onco wah	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Orte chr
Orte str	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Phil cae
Philonoz
Plad jun	2	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Pohl cra	.	4	.	4	5	3	5	6	.	8	1	3	16	.	.	1	.
Pohl dru	4	.	.	.	.
Pohl nut
Pohlia z	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pola alp	2	1	11	.	.	16	.	11	1	.	.	.	.
Pola sex
Poly hyp	.	4	.	9	15	11	.	15	.	.	4	.	1	.	.	.	9
Poly jun	16	.	.	.	.
Poly pil
Poly str	2	.	5	.	.	.	.	.	.
Raco c.l
Raco l/p	3	.	.	.	.	.	.
Raco lan	3	2	5	1	3	1	3	7	.	1	.	6	.	16	9	9	12
Raco pan	4	.	.	.
Sani unc	2	14	11	13	15	16	11	15	12	16	9	8	.	16	5	14	15
Scor cos
Synt rur
Tetr par
Timm aus	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tome nit	4	13	13	10	4	5	2	1	3	9	13	1	3	16	4	16	16

Rute-id	SE18	SE19	SE20	SE21	SE22	SE23	SE24	SE25	SE26	SE27	SE28	SE29	SE30	SE31	SE32	SE33	SE34
Tortulaz
Warn exa
Warn sar
Levermoser																	
Anas min	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ante jul
Ante jur	3	.	.	4	.	.	.	.
Barb kun	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Barb lyc
Barb qua
Blep tri	.	5	.	.	.	2	.	.	.	4	.	.	4	3	3	.	.
Ceph bic	.	2	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ceph ple
Cephllaz
Loph het
Loph hyp	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Loph pol	.	.	.	1	.	.	.	5	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Loph wen	14	.	4	.
Lophoziz	1	.	.	.	.	.	1	1	.	11	.	.	4	.	.	4	.
Odon mac	1	3	.	2
Ptil cil	7	.	9	2	13	11	.	.	.	.	.	2	.	13	5	9	15
Scap hyp
Scap irr
Scap muc	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scapaniz	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trit qui	.	6	.	1	11	.	7	.	1	11	.	4	5	1	3	.	.
Lav																	
Alec nig
Bryc div
Ceta isl	1	.	2	4
Ceta mur	3	2	4	.	2	3	2	.	1	.	.	.
Clad can	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clad cri
Clad ecm	4	.	2	.	.	.	4	.	.	.	3	.	2
Clad fur	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clad gri	1	1	.	.
Clad/chl	.	.	1	2	.	.	2	1	1	2	4	2	5	.	.	.	1
Clad/gri
Cladoniz	1	.	3	.	2	1	.	.	.	2	.	.
Flav niv
Neph arc	2	.	6	.	4	.	.	.	.	.	.
Neph exp	13	.	.	.	.	.
Pelt aph	4	2	1	1	1	1	.	.	2	6	.	.	6	.	6	5	1
Pelt/can	3	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Peltigez
Skorpela	9	5	3	5	5	1	7	1	.	.	3	1	.	.	1	3	3
Solo sac
Ster pas	9
Stereocz	9	10	5	5	8	11	13	12	.	3	5	11	9	3	11	5	.
Tham ver	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crust	11	7	3	2	11	7	2	2	.	.	4	4	8	2	5	.	2

Vedlegg 6. Forts.

Rute-id	SE35	SE36	SE37	SE38	SE39	SE40	SE41	SE42	SE43	SE44	SE45	SE46	SE47	SE48	SE49	SE50
Dvergbusk																
Sali pol	14	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	12	10	16	13	6
Urter/karsporep																
Bist viv	14	.	.	3	2	3	3	8	1	15	14	5	15	13	12	14
Cass tet	13	16	16	16	14	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cera arc	1	.	.	1	6	.	.
Draba z	3	1	.	3	.	1	1	2	1	4
Drya oct	16	14	5	11	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Equi arv	.	.	8	6	.	.	.	.	.	.	3	14	10	4	.	.
Equi sci	14	.	.	.	.	.	1	.	1	2	3	.	.	.	.	.
Erig hum	1
Hupe arc
Minu bif	5	10	.	.
Minu rub
Minuartz	1	1	9	2	5	.	.	2	11
Oxyr dig	6	3	6	11	.	2	2	.	2	7
Pedi hir	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranu niv
Ranu pyg	3	.	.	.	1	9	10	4	9	14
Ranu sul	1	1	.	2	1	.	.	.	.	.
Saxi ces
Saxi hie
Saxi opp
Si ur.ar
Sile aca
Stel lop	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Graminider																
Alop mag
C ful.mi
C lachen	3	2	.	.	.
Fe vi.gl
Fest rub	3	.	.	1	.	.	16	16	16	16	16	12	2	9	13	16
Luzu cof	.	1	3	9	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Luzu niv	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Po pr.ap
Poa api	2	.	.	.
Poa arc	3	6
Poa z	6	15	16	.	.
Tris spi
Bladmoser																
Aula pal	3	.	.
Aula tur	1	16	15	16	15	16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Blin acu
Bryu ara	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Bryu pse	13	10	6	16	1
Bryum z	6	3	1	1	4	.	1	.
Calg ric	1	.	.
Camp chr	1	.	.
Camp lax	3	.	3	.	1	.
Camp ste	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	3	1	.

Rute-id	SE35	SE36	SE37	SE38	SE39	SE40	SE41	SE42	SE43	SE44	SE45	SE46	SE47	SE48	SE49	SE50
Campyloz	2	.	.	.	.
Cinc arc	1	.	.	.	.
Cirr cir	1	.	.	.	.	.	.
Cyrt hyd
Cyrtomnz
Dich pel
Dicr elo	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicr lae	16	5	9	3	2	16	.	.	10	7	1	1	.	1	.	.
Dicr sco	.	.	1	.	.	2	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Dicr spa	1	11	.	.	1	8	.	.	.	.	.	6	4	8	.	11
Dist h/i	1	1	3	6	3	2	1
Ditr fle
Enca alp
Eurh pul
Fiss b/v
Hylo spl	4	16	16	13	12	9	.	.	.	.	.	.	.	2	.	1
Hypn bam
Hypn rev	1	.	.	.
Hypn vau	2	.	.	.
Hypnum z
Isop pul
Kiae gla	1	.
Mees uli	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Myur jul
Myur ten
Onco vir	.	.	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Onco wah	.	1	.	.	1	3	.	.	.	.	3	2	6	3	3	2
Orte chr
Orte str
Phil cae	4	1	.	.	.
Philonoz	1	12	1	3	1
Plad jun
Pohl cra	.	4	1	6	.	.	.	.	11	3	2	.	1	.	1	1
Pohl dru
Pohl nut	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	7	.	.	.	.	.
Pohlia z	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	5	14	8	12	4	15
Pola alp	1	.	.	.	15	14	8	6	12
Pola sex	1	1	.	.	.	.
Poly hyp	.	6	.	3	1	5	9	13	15	3	13	.	.	.	.	.
Poly jun	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	6
Poly pil	2
Poly str	1	.	.	.
Raco c.l	1	.	.	.	.
Raco l/p	1	.	.	.	.	.	.
Raco lan	.	7	3	6	3	2	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Raco pan	4
Sani unc	5	16	16	16	9	16	16	16	2	2	4	16	15	15	5	7
Scor cos	1	.	.	.
Synt rur
Tetr par
Timm aus	.	.	2	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tome nit	12	2	12	12	1	1	.	.	.	.	.	1	3	4	.	6

Rute-id	SE35	SE36	SE37	SE38	SE39	SE40	SE41	SE42	SE43	SE44	SE45	SE46	SE47	SE48	SE49	SE50
Tortulaz	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Warn exa	.	.	.	.	.	.	.	.	14	16	16	.	.	2	.	.
Warn sar	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14	16	.	16	16
Levermoser																
Anas min	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	8
Ante jul	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.
Ante jur	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2	7	10	3	6	6
Barb kun	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	9	12	1	3	2
Barb lyc	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
Barb qua	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	1	.	.
Blep tri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	10	13	5	7	1
Ceph bic	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ceph ple	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cephllaz	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.
Loph het	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Loph hyp	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Loph pol	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.	.
Loph wen	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lophoziz	.	3	.	.	.	1	.	.	4	1	5	7	1	.	1	.
Odon mac	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ptil cil	15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scap hyp	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Scap irr	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.
Scap muc	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scapaniz	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	4	.	2	.
Trit qui	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	3	7	11	2	3
Lav																
Alec nig	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bryc div	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ceta isl	2	3	.	.	1	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Ceta mur	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clad can	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clad cri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clad ecm	.	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Clad fur	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Clad gri	2	.	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clad/chl	6	.	1	3	1	8	.	.	4	2	1	1	.	.	.	5
Clad/gri	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladoniz	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Flav niv	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Neph arc	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Neph exp	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pelt aph	4	8	3	4	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pelt/can	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2	.	.	.
Peltigez	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Skorpela	.	3	3	11	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2
Solo sac	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ster pas	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Stereocz	12	5	.	6	8	16	.	.	2	.	.	.	1	1	.	5
Tham ver	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crust	7	1	.	.	7	14	.	.	1	7	9	.	.	5	.	3

Vedlegg 7. Tabell over vegetasjonsanalyser. Prosent dekning av arter.

Rute-id	SE01	SE02	SE03	SE04	SE05	SE06	SE07	SE08	SE09	SE10	SE11	SE12	SE13	SE14	SE15	SE16	SE17
Dvergbusk																	
Sali pol	23	15	2	10	10	10	35	2	20	35	15	10	40	12	25	8	20
Urter/karsporeplanter																	
Bist viv	2	1	2	2	5	1	2	2	6	5	1	1	5	2	1	1	2
Cass tet	25	.	.	50	18	.
Cera arc	.	1	1	1	.	1	1	.	.	.	.	.	1	.	1	.	1
Draba z	1	.
Drya oct	3	8	16	38	35	5	12	30	8	10	25	1	50	45	12	20	1
Equi arv	2	4	3	1	2	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.	.	.
Equi sci	1	1	.	3	1	1	1	.	1	1	.	.
Erig hum
Hupe arc
Minu bif
Minu rub	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Minuartz
Oxyl dig
Pedi hir	1	.	.	.	.	1	1	.	2	3	1	1	1	1	1	1	1
Ranu niv
Ranu pyg
Ranu sul
Saxi ces	1	.	.	.	.	.	.	.
Saxi hie
Saxi opp	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Si ur.ar	1	.	.	.	.	.	.
Sile aca
Stel lop	1	.	.	1	.	.	.	.	1	1
Graminider																	
Alop mag	.	.	1	2	2	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	1	1
C ful.mi	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
C lachen
Fe vi.gl	1	.	.	.	.	.	.	.
Fest rub	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Luzu cof	.	1	3	2	.	1	2	2	2	1	1	.	1	1	1	1	1
Luzu niv	1	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Po pr.ap	1	1	.	2	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Poa api
Poa arc	1	1	3	1	2	.	1
Poa z
Tris spi
Bladmoser																	
Aula pal	1	.	.	.	.	.	.
Aula tur	5	2	5	2	3	1	1	8	8	5	2	3	25	6	15	15	2
Blin acu
Bryu ara
Bryu pse
Bryum z	.	1	1	.	.	1	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.
Calg ric
Camp chr
Camp lax
Camp ste

Rute-id	SE01	SE02	SE03	SE04	SE05	SE06	SE07	SE08	SE09	SE10	SE11	SE12	SE13	SE14	SE15	SE16	SE17
Campyloz	1	.
Cinc arc
Cirr cir
Cyrt hyd	1	.	.	.	.
Cyrtomnz
Dich pel	1	.	.
Dicr elo
Dicr lae	1	.	.	.	20	3	7	3	.
Dicr sco	1	.	.	.	.	.	.	.
Dicr spa	2	1	1	1	5	1	2	8	3	15	2	2	13	.	1	1	2
Dist h/i	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Ditr fle	.	1	1	1	.	.	1	2	1	.	.	.	.	.	1	.	.
Enca alp
Eurh pul	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Fiss b/v
Hylo spl	25	2	7	2	5	1	7	1	1	1	1	5	12	10	5	25	1
Hypn bam	1	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypn rev	.	1	1	.	1	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypn vau
Hypnum z	1	.	.
Isop pul	1	.	.	1	.	.
Kiae gla
Mees uli
Myur jul	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Myur ten	1	.	1	.	1	.	.	.	.
Onco vir
Onco wah	2	.	.	1	.	.	.	1
Orte chr	1	.	.
Orte str	1	.	.	.	.
Phil cae
Philonoz
Plad jun	1	.	.	.	.	.	.
Pohl cra	1	.	.	.	.	1	1
Pohl dru
Pohl nut
Pohlia z	1	.	1	.	.	.	.	.	.
Pola alp	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pola sex	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Poly hyp	.	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1	.	.	1	.	1	2
Poly jun	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Poly pil
Poly str	1
Raco c.l
Raco l/p	.	2	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Raco lan	10	.	4	.	1	.	.	1	.	1	2	.	.	2	.	.	1
Raco pan	1	.	1	.	.	.	3	.	1	.	.	1	3	.	.	1	.
Sani unc	10	30	5	1	1	2	5	5	3	2	1	1	1	2	10	10	2
Scor cos
Synt rur	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Tetr par	1
Timm aus	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	1	.
Tome nit	12	20	7	15	20	3	5	60	20	8	20	25	40	12	20	15	1

Rute-id	SE01	SE02	SE03	SE04	SE05	SE06	SE07	SE08	SE09	SE10	SE11	SE12	SE13	SE14	SE15	SE16	SE17
Tortulaz	1	.	.	.	.	.	.
Warn exa
Warn sar
Levermoser																	
Anas min	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ante jul
Ante jur	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Barb kun
Barb lyc
Barb qua
Blep tri	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1	.	1
Ceph bic	1	.	.	1	.	.
Ceph ple
Cephllaz	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Loph het	1	.	.
Loph hyp
Loph pol
Loph wen
Lophoziz	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	1	.	.
Odon mac	1
Ptil cil	12	5	1	10	2	.	1	.	5	12	15	1	.	1	1	5	45
Scap hyp
Scap irr
Scap muc
Scapaniz	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	.	.	1	.	.
Trit qui	.	.	1	.	.	1	1	1	.	15	.	.	1	.	1	1	.
Lav																	
Alec nig	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bryc div	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ceta isl	1	.	.	.	.
Ceta mur	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	3	1
Clad can
Clad cri	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clad ecm
Clad fur
Clad gri
Clad/chl	.	1	.	1	1	.	.	1	.	1	1	.	.	.	1	.	.
Clad/gri	1	.	.
Cladoniz	1	1	.	1	.	1	1	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1
Flav niv	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Neph arc	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Neph exp	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pelt aph	2	1	1	1	.	.	1	1	1	2	1	.	3	1	2	.	.
Pelt/can	1	1	.	.	.	.	.	2	1	.	.	.	.
Peltigez
Skorpela	1	2	3	2	1	25	2	2	1	2	5	.	.	.	1	1	5
Solo sac	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ster pas
Stereocz	7	3	6	15	15	25	7	5	10	15	10	1	3	4	2	3	1
Tham ver	2	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	1	.
Crust	10	20	20	12	30	40	20	12	28	25	10	2	3	30	2	3	30

Vedlegg 7. Forts.

[illegible]

Rute-id	SE18	SE19	SE20	SE21	SE22	SE23	SE24	SE25	SE26	SE27	SE28	SE29	SE30	SE31	SE32	SE33	SE34
Campyloz	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Cinc arc
Cirr cir
Cyrt hyd
Cyrtomnz	1	.	.	.
Dich pel
Dicr elo
Dicr lae	1	.	.	30	50	30	1	20	30	20	.	1	30	.	.	.	7
Dicr sco
Dicr spa	40	30	1	1	1	40	30	3	2	1	30	60	50	10	35	6	10
Dist h/i	1	1	.	1	.	.	2	.	.	.	.
Ditr fle	1	.	1	.	.	.	1	.
Enca alp	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Eurh pul
Fiss b/v	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hylo spl	6	4	50	1	1	2	.	1	2	.	10	3	5	12	1	15	10
Hypn bam
Hypn rev	1	.	.	1	.	1	1	.	1	.	1	1	.	.	.	.	.
Hypn vau
Hypnum z
Isop pul	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Kiae gla
Mees uli	1	.	.	.
Myur jul
Myur ten
Onco vir
Onco wah	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Orte chr
Orte str	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Phil cae
Philonoz
Plad jun	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Pohl cra	.	1	.	1	1	1	1	1	.	3	1	1	2	.	.	1	.
Pohl dru	1	.	.	.	.
Pohl nut
Pohlia z	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pola alp	1	1	1	.	.	15	.	5	1	.	.	.	.
Pola sex
Poly hyp	.	1	.	1	2	1	.	2	.	.	1	.	1	.	.	.	2
Poly jun	3	.	.	.	.
Poly pil
Poly str	1	.	1	.	.	.	.	.	.
Raco c.l
Raco l/p	1	.	.	.	.	.	.
Raco lan	1	1	1	1	1	1	2	7	.	1	.	3	.	10	4	2	5
Raco pan	1	.	.	.
Sani unc	1	2	4	10	15	15	10	10	2	20	2	2	.	30	1	5	10
Scor cos
Synt rur
Tetr par
Timm aus	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tome nit	1	12	10	2	8	6	1	1	1	3	10	1	1	40	6	15	15

Rute-id	SE18	SE19	SE20	SE21	SE22	SE23	SE24	SE25	SE26	SE27	SE28	SE29	SE30	SE31	SE32	SE33	SE34
Tortulaz
Warn exa
Warn sar
Levermoser																	
Anas min	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ante jul
Ante jur	1	.	.	1	.	.	.	.
Barb kun	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Barb lyc
Barb qua
Blep tri	.	2	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.
Ceph bic	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ceph ple
Cephllaz
Loph het
Loph hyp	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Loph pol	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Loph wen	1	.	1	.
Lophoziz	1	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.	.	1	.	.	1	.
Odon mac	1	1	.	1
Ptil cil	8	.	5	1	10	6	.	.	.	.	.	2	.	12	2	7	10
Scap hyp
Scap irr
Scap muc	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scapaniz	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trit qui	.	2	.	1	6	.	1	.	1	5	.	1	1	1	1	.	.
Lav																	
Alec nig
Bryc div
Ceta isl	1	.	1	1
Ceta mur	1	1	1	.	1	1	1	.	1	.	.	.
Clad can	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clad cri
Clad ecm	1	.	1	.	.	.	1	.	.	.	1	.	1
Clad fur	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clad gri	1	1	.	.
Clad/chl	.	.	1	1	.	.	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1
Clad/gri
Cladoniz	1	.	1	.	1	1	.	.	.	1	.	.
Flav niv
Neph arc	1	.	2	.	2	.	.	.	.	.	.
Neph exp	15	.	.	.	.	.
Pelt aph	1	1	1	1	1	3	.	.	1	4	.	.	5	.	3	2	1
Pelt/can	3	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Peltigez
Skorpela	2	2	1	1	2	1	1	1	.	.	1	1	.	.	1	1	1
Solo sac
Ster pas	1
Stereocz	15	4	2	1	10	4	5	2	.	1	1	2	4	1	10	1	.
Tham ver	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crust	20	15	3	2	15	6	2	7	.	.	1	4	25	1	10	.	1

Vedlegg 7. Forts.

Rute-id	SE35	SE36	SE37	SE38	SE39	SE40	SE41	SE42	SE43	SE44	SE45	SE46	SE47	SE48	SE49	SE50
Dvergbusk																
Sali pol	5	10	5	18	20	15	25	30	30	20	20	10	1	10	10	1
Urter/karsporep																
Bist viv	4	.	.	1	1	1	1	5	1	8	2	1	2	3	1	3
Cass tet	12	40	50	40	15	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cera arc	1	.	.	1	1	.	.
Draba z	1	1	.	1	.	1	1	1	1	1
Drya oct	15	12	1	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Equi arv	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	1	12	4	1	.	.
Equi sci	1	.	.	.	.	.	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.
Erig hum	1
Hupe arc
Minu bif	1	5	.	.
Minu rub
Minuartz	1	1	1	1	1	.	.	1	1
Oxyr dig	4	1	2	2	.	2	1	.	1	2
Pedi hir	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranu niv
Ranu pyg	1	.	.	.	1	1	1	1	1	2
Ranu sul	1	1	.	1	1	.	.	.	.	.
Saxi ces
Saxi hie
Saxi opp
Si ur.ar
Sile aca
Stel lop	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Graminider																
Alop mag
C ful.mi
C lachen	2	1	.	.	.
Fe vi.gl
Fest rub	1	.	.	1	.	.	20	10	15	15	4	7	1	1	12	20
Luzu cof	.	1	1	7	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Luzu niv	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Po pr.ap
Poa api	1	.	.	.
Poa arc	1	5
Poa z	3	10	35	.	.
Tris spi
Bladmoser																
Aula pal	1	.	.
Aula tur	1	15	30	18	18	12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Blin acu
Bryu ara	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Bryu pse	2	2	1	5	1
Bryum z	2	1	1	1	1	.	1	.
Calg ric	1	.	.
Camp chr	1	.	.
Camp lax	1	.	1	.	1	.
Camp ste	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.

Rute-id	SE35	SE36	SE37	SE38	SE39	SE40	SE41	SE42	SE43	SE44	SE45	SE46	SE47	SE48	SE49	SE50
Campyloz	1	.	.	.	.
Cinc arc	1	.	.	.	.
Cirr cir	1	.	.	.	.	.	.
Cyrt hyd
Cyrtomnz
Dich pel
Dicr elo	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Dicr lae	15	5	4	1	1	15	.	.	8	6	1	1	.	1	.	.
Dicr sco	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Dicr spa	1	3	.	.	1	2	.	.	.	.	.	2	1	20	.	7
Dist h/i	1	1	1	1	1	1	1
Ditr fle
Enca alp
Eurh pul
Fiss b/v
Hylo spl	1	55	20	20	25	2	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
Hypn bam
Hypn rev	1	.	.	.
Hypn vau	1	.	.	.
Hypnum z
Isop pul
Kiae gla	1	.
Mees uli	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Myur jul
Myur ten
Onco vir	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Onco wah	.	1	.	.	1	3	.	.	.	.	1	1	2	1	1	1
Orte chr
Orte str
Phil cae	1	1	.	.	.
Philonoz	1	5	1	1	1
Plad jun
Pohl cra	.	1	1	1	.	.	.	.	1	1	1	.	1	.	1	1
Pohl dru
Pohl nut	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Pohlia z	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	15	3	10	1	10
Pola alp	1	.	.	.	2	2	1	1	1
Pola sex	1	1	.	.	.	.
Poly hyp	.	1	.	1	1	1	1	5	1	1	1	.	.	.	.	.
Poly jun	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
Poly pil	1
Poly str	1	.	.	.
Raco c.l	1	.	.	.	.
Raco l/p	1	.	.	.	.	.	.
Raco lan	.	3	2	2	2	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Raco pan	1
Sani unc	1	10	2	5	8	5	75	35	1	1	1	3	10	40	3	1
Scor cos	1	.	.	.
Synt rur
Tetr par
Timm aus	.	.	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tome nit	10	1	15	7	1	1	.	.	.	.	.	1	1	4	.	1

Rute-id	SE35	SE36	SE37	SE38	SE39	SE40	SE41	SE42	SE43	SE44	SE45	SE46	SE47	SE48	SE49	SE50
Tortulaz	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Warn exa	.	.	.	.	.	.	.	.	10	25	15	.	.	5	.	.
Warn sar	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	40	25	.	50	40
Levermoser																
Anas min	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3
Ante jul	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Ante jur	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	3	15	2	2	2
Barb kun	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2	5	1	1	1
Barb lyc	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Barb qua	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.
Blep tri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2	10	10	1	1
Ceph bic	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ceph ple	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cephllaz	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.
Loph het	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Loph hyp	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Loph pol	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.
Loph wen	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lophoziz	.	1	.	.	.	1	.	.	1	1	1	1	1	.	1	.
Odon mac	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ptil cil	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scap hyp	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Scap irr	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Scap muc	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Scapaniz	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.
Trit qui	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	3	2	1	1
Lav																
Alec nig	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bryc div	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ceta isl	1	1	.	.	1	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Ceta mur	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clad can	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clad cri	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clad ecm	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Clad fur	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Clad gri	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Clad/chl	1	.	1	1	1	1	.	.	1	1	1	1	.	.	.	1
Clad/gri	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladoniz	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Flav niv	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Neph arc	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Neph exp	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pelt aph	2	5	2	3	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pelt/can	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.
Peltigez	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Skorpela	.	1	1	5	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Solo sac	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ster pas	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Stereocz	4	2	.	1	8	15	.	.	1	.	.	.	1	1	.	1
Tham ver	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Crust	10	1	.	.	20	50	.	.	1	5	10	.	.	10	.	1

Vedlegg 8. Tabell over jordfysiske målinger.

Rute-id	Romtethet (g/cm ³)	Volumvatn (ml/cm ³)	Vanninnhold (%)
SE01	0,68	0,38	35,92
SE02	0,64	0,25	27,56
SE03	0,57	0,47	44,92
SE04	0,93	0,45	32,67
SE05	0,60	0,23	27,98
SE06	0,57	0,25	30,68
SE07	0,52	0,25	32,75
SE08	0,46	0,27	37,13
SE09	0,79	0,38	32,13
SE10	0,53	0,40	43,20
SE11	0,41	0,31	42,93
SE12	0,51	0,43	45,86
SE13	0,64	0,46	41,54
SE14	0,98	0,39	28,48
SE15	0,44	0,40	47,75
SE16	0,45	0,30	39,43
SE17	0,52	0,44	46,23
SE18	0,66	0,29	30,44
SE19	0,43	0,36	45,85
SE20	0,31	0,33	51,56
SE21	1,01	0,20	16,17
SE22	0,35	0,31	47,20
SE23	0,62	0,41	39,34
SE24	1,13	0,43	27,46
SE25	0,93	0,44	31,85
SE26	0,68	0,46	40,62
SE27	1,02	0,50	33,01
SE28	0,92	0,45	32,79
SE29	0,96	0,52	35,22
SE30	0,84	0,57	40,66
SE31	0,36	0,50	58,51
SE32	0,33	0,42	56,21
SE33	0,28	0,34	54,48
SE34	0,49	0,53	52,23
SE35	0,48	0,61	55,88
SE36	0,86	0,43	33,29
SE37	0,37	0,24	39,41
SE38	0,86	0,38	30,68
SE39	1,15	0,34	22,54
SE40	0,87	0,39	30,99
SE41	1,18	0,51	30,22
SE42	0,84	0,41	32,84
SE43	1,14	0,29	20,35
SE44	1,11	0,55	33,07
SE45	0,85	0,59	40,80
SE46	1,10	0,46	29,46
SE47	1,10	0,31	22,15
SE48	1,34	0,38	22,35
SE49	1,00	0,53	34,44
SE50	1,05	0,42	28,72

Vedlegg 9. Nummerering av dataloggere.

Rute-id	Loggernr
SE01	11776441
SE02	123f3a41
SE03	1248fe41
SE04	1246bf41
SE05	1241f341
SE06	1240f441
SE07	12443341
SE08	12025741
SE09	12015641
SE10	123f8c41
SE11	12424341
SE12	12476041
SE13	1231d941
SE14	1201d941
SE15	1201d741
SE16	123e8941
SE17	12329341
SE18	12020341
SE19	12018241
SE20	12326641
SE21	1182b641
SE22	11811f41
SE23	1244b641
SE24	123ec741
SE25	12458b41
SE26	12311541
SE27	123e1241
SE28	12431341
SE29	12336441
SE30	123e9f41
SE31	12422141
SE32	1206d541
SE33	12043741
SE34	12465a41
SE35	12037a41
SE36	11633341
SE37	12316f41
SE38	12329b41
SE39	12050941
SE40	12035241
SE41	1201f141
SE42	12329f41
SE43	12077841
SE44	12431541
SE45	1232ed41
SE46	124a4341
SE47	1183c841
SE48	
SE49	1206eb41
SE50	124af841

NINA Rapport 579

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-2156-6



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no