



NORSK POLARINSTITUTT

RAPPORTSERIE

NR. 87 - OSLO 1994

Linn Bryhn Jacobsen:

RE-ANALYSE AV PERMANENTE PRØVEFLATER I OVERVÅKINGSOMRÅDET VED KONGSFJORDEN, SVALBARD 1994

Rapport nr. 57 i Program for terrestrisk naturovervåking (TOV)

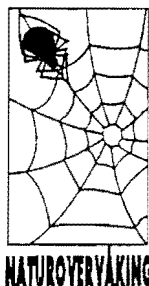




Rapport Nr. 87

Linn Bryhn Jacobsen:

**RE-ANALYSE AV PERMANENTE PRØVEFLATER I
OVERVÅKINGSOMRÅDET VED
KONGSFJORDEN, SVALBARD, 1994**



Rapport nr. 57 i
Program for Terrestrisk
Naturovervåking (TOV)

Samarbeidsprosjekt med
Direktoratet for Naturforvaltning

NORSK POLARINSTITUTT
Oslo 1994

Program for terrestrisk naturovervåking

Program for terrestrisk naturovervåking rettes mot effekter av langtransportert forurensninger og skal følge bestands- og miljøgiftutvikling i dyr og planter. Integrerte studier av nedbør, jord, vegetasjon og fauna, samt landsomfattende representative registreringer inngår. Programmet supplerer andre overvåkingsprogram i Norge når det gjelder terrestrisk miljø.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er at det skal gi grunnlag for bedømming av eventuelle langsiktige forandringer i naturen. Sammen med øvrige program for overvåking av luft, nedbør, vann og skog skal det gi grunnlag for å klarlegge årsakssammenhenger.

Data for overvåkingsprogrammet skal bidra til å dekke forvaltningens behov med hensyn til å ta administrative avgjørelser (utslippsavtaler, mottiltak, forurensningskontroll). Det skal også gi grunnlag for vurdering av naturens tålegrenser (kritiske konsentrasjons- og belastningsgrenser) for effekter av langtransporterte forurensninger i terrestriske økosystemer.

Det er opprettet en faggruppe for programmet. Denne organiseres av Direktoratet for naturforvaltning (DN). Faggruppen skal sørge for at nødvendige faglige kontakter blir etablert, sørge for koordineringen av ulike aktiviteter, og ha en rådgivende funksjon overfor DN.

Følgende institusjoner deltar i faggruppen:

Viggo Kismul, Statens forurensningstilsyn (SFT)
Eiliv Steinnes, Universitetet i Trondheim (AVH)
Rolf Langvatn, Norsk institutt for naturforskning (NINA)
Kjell Ivar Flatberg, Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet (VSM)
Kåre Venn, Norsk institutt for skogforskning (NISK)
Terje Klock, Fylkesmannen i Sør-Trøndelag

En programkoordinator ved DN fungerer som sekretær for gruppen.

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. DN er ansvarlig for gjennomføringen av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvelender vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institusjoner rettes til Direktoratet for naturforvaltning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim, tlf 73 58 05 00.

INNHold

FORORD	4
SAMMENDRAG.....	5
ABSTRACT.....	5
INNLEDNING.....	7
OVERVÅKINGSOMRÅDET	7
MATERIALER OG METODER.....	8
Plassering av prøveflatene.....	8
Temperaturmålinger	9
Prøvetaking av jord og plantemateriale.....	9
Registreringer i prøveflatene.....	9
Innlesing.....	10
Ordinasjon	10
Nomenklatur.....	10
RESULTATER.....	12
Temperaturmålinger	12
Jordprøver	13
Tungmetallanalyser av planteprøver	14
Ordinasjon.....	16
Endringer i vegetasjonen.....	18
DISKUSJON.....	20
Temperaturmålinger	20
Jordprøver	20
Tungmetallanalyser av planteprøver	20
Endringer i vegetasjonen.....	20
KONKLUSJON	21
REFERANSER.....	22
APPENDIKS A - ENDRINGER I 1991-DATAENE.....	24
APPENDIKS B - JORDANALYSER	24
RAPPORTER UTGITT INNENFOR PROGRAM FOR TERRESTRISK NATUROVERVÅKING (TOV)	26

FORORD

Vegetasjonsovervåking ved Kongsfjorden på Svalbard ble igangsatt av Norsk Polarinstitut (NP) sommeren 1991, som samarbeid med Direktoratet for naturforvaltning (DN). Overvåkingen inngår i "Program for terrestrisk naturovervåking" (TOV).

Sommeren 1994 ble første re-analyse av de faste prøveflatene på Svalbard gjennomført. Marit Hansen, Siri Rui og Bård Grønbech gjennomførte feltarbeidet en særdeles kald sommer, selv til Svalbard å være. De skal ha takk for stor innsatsvilje og pliktoppfyllende arbeid.

Ved bearbeidelsen av materialet har kommentarer fra Reidar Elven, Rune Økland (begge Universitetet i Oslo) og Arne Frisvoll (NINA) vært til god hjelp.

November 1994



Linn Bryhn Jacobsen

SAMMENDRAG

Vegetasjonsovervåking på Svalbard har som mål å dokumentere og identifisere endringer i vegetasjonen som skyldes langtransportert forurensing og klimaendringer. Norsk Polarinstitutt startet vegetasjonsovervåking sommeren 1991 ved Dyrevika, Kongsfjorden, i samarbeid med Direktoratet for Naturforvaltning. Undersøkelsen omfatter 50 permanente prøveflater, plassert i vegetasjonstypene kantlynghei, reinrosehei og åpen lavdominert rabbevegetasjon. Forekomst/fravær i småruter og prosent dekning ble registrert for karplanter, moser og lav. I tilknytning til vegetasjonsanalysene ble det samlet inn jord- og planteprøver for kjemisk analyse. Tungmetallinnhold i planteprøver er analysert. Som et supplement til overvåkingen ble det satt igang et vekstdukkforsøk i 25 av prøveflatene, hvor hensikten er å undersøke virkningen av forandringer i mikroklima. Sommeren 1994 ble vegetasjonen i prøveflatene re-analysert, og det ble samlet inn jord- og planteprøver med samme metoder som i 1991. Endringer i vegetasjonssammensetningen i prøveflatene fra 1991 til 1994 ble analysert ved hjelp av DCA-ordinasjon basert på smårutefrekvens. Resultatene viser at det har skjedd endringer i vegetasjons-sammensetningen, men at disse endringene ikke går i en bestemt (tolkbar) retning. De betraktes derfor som forventede tilfeldige variasjoner. Kjemiske analyser av jordvariable og tungmetaller i planteprøver tyder ikke på at det har skjedd noen endringer i nivåene i løpet av de tre årene som kan føres tilbake til langtransportert forurensing .

ABSTRACT

The aim of monitoring vegetation in Svalbard is to document and identify changes that is due to long-range transported pollutants and climate change. The Norwegian Polar Institute started monitoring the vegetation at Dyrevika (Kongsfjorden) in the summer of 1991 in cooperation with the Directorate for Nature Management. This investigation includes fifty permanent sample plots, located in three different types of vegetation: *Cassiope tetragona* heath, *Dryas* heath and lichen dominated ridge vegetation. The presence or absence of plant species in subplots and the percentage coverage of plant species in sample plots were recorded. Soil and plant-samples were gathered for chemical analysis. The heavy metal content of plant samples was determined through analysis. As a supplement to monitoring an experiment was conducted in twentyfive sample plots to analyse the effects of change in the microclimate on vegetation.

The sample plots were re-analysed in 1994, and samples of soil and plants were collected as in 1991. Alterations of species composition in sample plots from 1991 to 1994 were analysed by means of DCA-ordination. The results indicate changes in the species composition, but these changes can not be related to the main vegetational gradients, and are considered as random variation. Chemical analyses of soil and plant samples gave no indication of changes in pollution levels that could be associated with long-range transported pollution.

INNLEDNING

I 1991 startet vegetasjonsovervåkingen på Svalbard som et samarbeidsprosjekt mellom Direktoratet for Naturforvaltning (DN) og Norsk Polarinstitut (NP) (Wegener et al. 1992). Målsettingen med prosjektet er å dokumentere og identifisere endringer i vegetasjonen som skyldes menneskets innflytelse på atmosfæren, herunder også klimaendringer, dessuten å framskaffe data som muliggjør kvantifisering av avsetninger av forurensinger i jord og opptak av forurensinger i planter. Som et supplement til overvåkingen ble det satt igang et vekstdukkforsøk, hvor hensikten var å undersøke virkninger av økt temperatur på de undersøkte vegetasjonstypene.

Sommeren 1994 ble vegetasjonen i alle prøveflatene re-analysert, og det ble samlet inn nye jord- og planteprøver. Denne rapporten behandler resultatene av disse analysene.

OVERVÅKINGSOMRÅDET

Overvåkingsområdet ligger i Dyrevika ved Kongsfjorden på Spitsbergen (fig. 1). Klima, geologi og berggrunn i overvåkingsområdet er beskrevet i rapporten fra arbeidet i 1991 (Wegener et al. 1992).

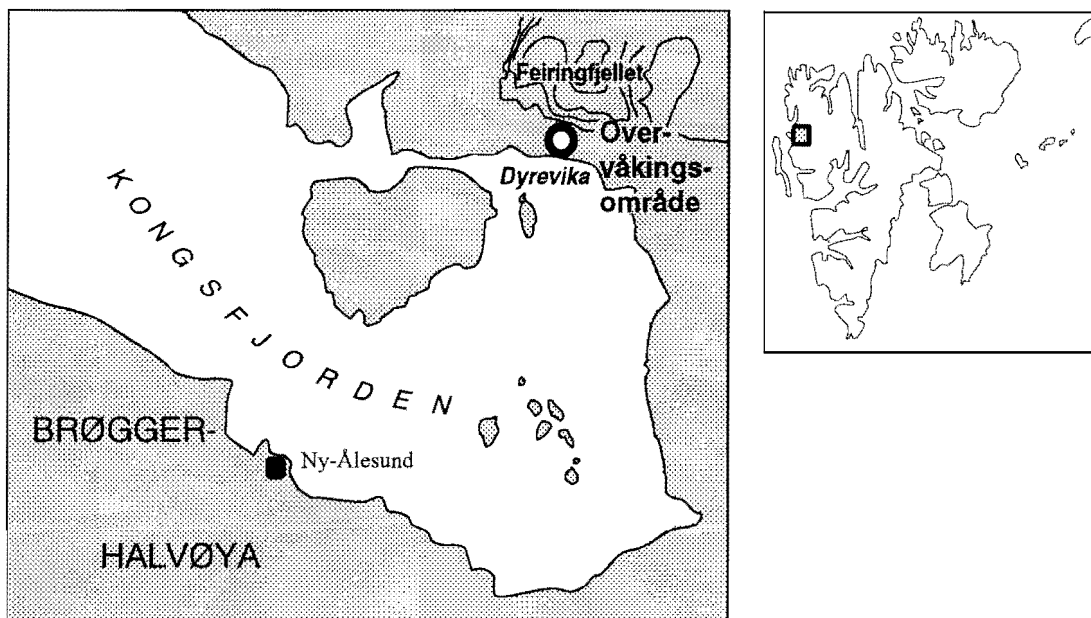


Fig. 1. Plassering av overvåkingsområdet ved Dyrevika, Kongsfjorden på Svalbard. *Location of the investigation area (Overvåkingsområdet) in Dyrevika, Kongsfjorden, Svalbard.*

MATERIALER OG METODER

Plassering av prøveflatene

I alt inngår 50 faste prøveflater plassert i to felter, heretter kalt A og B (fig. 2). På den vestre ryggen, felt A, ligger flatene i tre nivåer; kantlyngdominert vegetasjon, reinrosehei og åpen lavdominert grusrygg. 10 flater ligger på grusryggen, og 5 flater i hver av de øvrige sonene.

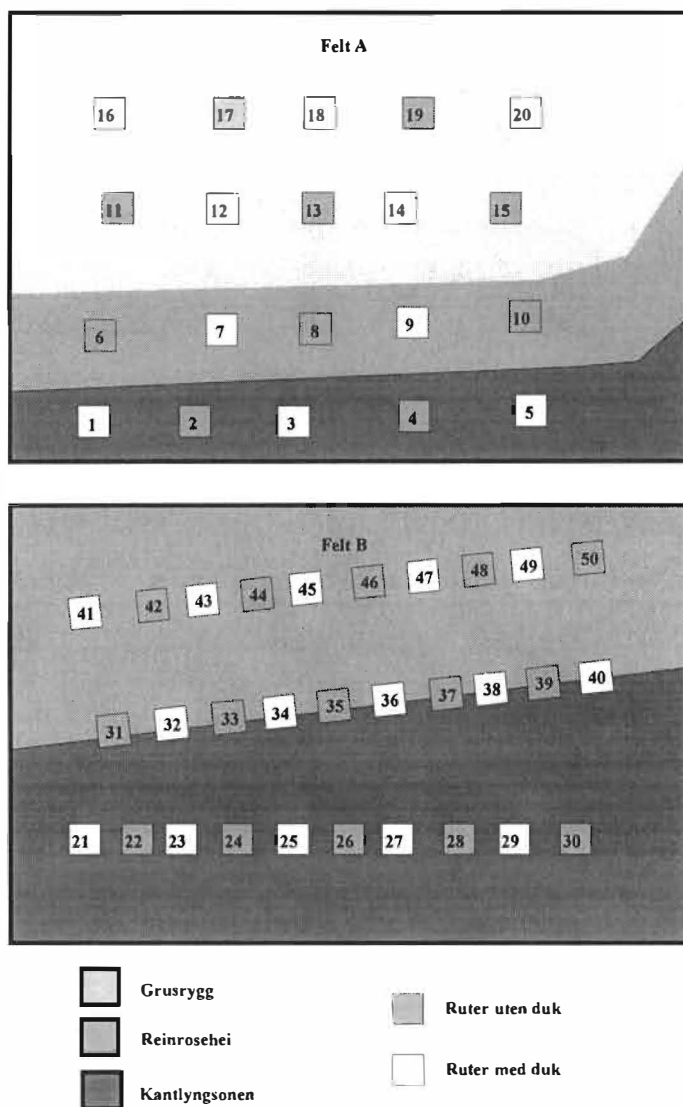


Fig. 2. Plasseringer av rutene i vegetasjonstyper. Ruter som er dekket med duk er merket med hvit firkant. Positions of sample plots in the two fields, A and B. Dark grey area, *Cassiope tetragona* heath. medium grey area, *Dryas* heath; light grey area, lichen dominated ridge. White square, sample plots covered by greenhouse cloth; dark squares, uncovered sample plots.

På den østre ryggen, felt B, ligger de resterende 30 prøveflatene fordelt med 10 flater i hver av sonene kantlynghei og reinrosehei, samt 10 i overgangen mellom disse. Hver prøveflate er 1 m² og delt i 16 småruter.

I 1991 ble det startet opp et forsøk der 25 av rutene ble dekket med vekstduk av kunstfiber (Garda vekstduk, produkt nr 2103) for å undersøke virkningen av endret mikroklima på vegetasjonens utforming og artenes fertilitet. Disse rutene har vært dekket av duk ca 1 mnd hver sommer siden 1991. De rutene som er dekket med duk er avmerket på fig. 2.

Temperaturmålinger

I 1991 ble temperaturen målt i vegetasjonen i 2 ruter dekket av vekstduk (rute 3 og 7) og 2 ruter uten vekstduk (rute 4 og 8). Temperaturene ble registrert med termistorer plassert i vegetasjonen nær bakken. Disse termistorene var koblet til en Squirrel datalogger som registrerte temperaturen hvert 90 minutt i perioden 24. juli - 17. august. Resultatene av disse målingene rapporteres her.

Prøvetaking av jord og plantemateriale

Det ble samlet tilsammen 6 jordprøver, en fra hvert nivå i begge feltene. Prøvene ble samlet inn med 7-8 stikk plassert i nedkant av rutene. Det ble gjort analyser av totalinnhold, pH i vann og i CaCl₂, volumvekt, tørrvekt, glødetap, nitrogeninnhold, utbyttbare kationer og basemetning. Jordanalysene er gjort av Norsk Institutt for Skogforskning Kjemiske laboratorier, og metodene er beskrevet i Ogner et al. (1991).

I tilknytning til overvåkingsområdet ble det samlet inn planteprøver for analyser av tungmetaller. I 1991 ble det samlet inn 2 prøver av hver av artene *Dryas octopetala*, *Racomitrium lanuginosum* og *Cetraria nivalis*. For *Dryas octopetala* ble det analysert blader, av *Racomitrium lanuginosum* og *Cetraria nivalis* ble det analysert levende deler. Disse prøvene ble analysert av NINA, ved atomabsorpsjon spektroskopi, metoden er beskrevet i Kålås et al. (1991).

I 1994 ble det samlet 2 prøver av hver av mosene *Racomitrium lanuginosum* og *Hylocomium splendens* for ICP-MS analyser av tungmetaller. Prøvene ble samlet inn med engangs plathansker, og lufttørket. De ble oppbevart tørt i papirposer. Analysene er gjort på NILU. 0.5 g prøve ble tilsatt 9 ml konsentrert HNO₃ og oppsluttet i teflonbombe ved 150 °C i varmeskap i 12 timer. Etter oppslutningen ble prøven fortynnet til 50 ml før analyse med ICP-MS som beskrevet i Steinnes et al. (1993). Prøvene ble analysert mhp 31 elementer.

Registreringer i prøveflatene

I prøveflatene ble det for alle arter registrert prosent dekning i hele flata, og forekomst i smårutene. Dessuten ble prosent dekning av dvergbusker, urter/graminider, moser, lav, stein/berg og barmark estimert. Helling og eksposisjon ble målt ved hjelp av et klinometer-kompass. Eksposisjon ble omregnet til eksposisjonsugunstighet, som avvik fra linja SSW (202.5°) - NNE (22.5°), se Økland & Eilertsen, 1993. Økende verdi svarer til mindre gunstig eksposisjon. Drenering og stabilitet ble klassifisert på en skala fra 1 til 3 (god til dårlig). Påvirkning av erosjon ble registrert, og tykkelsen

av humuslaget ble målt i ett stikk utenfor ruta. En oppsummering av de økologiske variablene er gitt i tabell 1.

Tabell 1. Økologiske og biotiske variable som er registrert i prøveflatene. *Environmental and biotic variables recorded in the sample plots.*

	Enhet <i>Unit</i>	Område <i>Range</i>	Målemetode <i>Method of measurement</i>
Helling <i>Slope</i>	°	0 - 90	Målt med klinometerkompass <i>Measured with a clinometer compass</i>
Eksposisjonsugunstighet <i>Aspect unfavourability</i>	°	0 - 180	Målt med klinometerkompass og omregnet <i>Measured with a clinometer compass and transformed</i>
Drenering <i>Drainage</i>		1 - 3	Subjektivt inndelt <i>Subjectively classified</i>
Humus <i>Humus</i>	cm	0 - ∞	Målt i ett stikk utenfor ruta <i>Measured in one place outside the sample plot</i>
Stabilitet <i>Stability</i>		1 - 3	Subjektivt inndelt <i>Subjectively classified</i>
Erosjon <i>Erosion</i>		0 / 1	Subjektivt inndelt <i>Subjectively classified</i>
Dekning av stein/berg <i>Percentage coverage of stone/bedrock</i>	%	0 - 100	Estimert <i>Estimated</i>
Dekning av barmark <i>Percentage coverage of bare soil</i>	%	0 - 100	Estimert <i>Estimated</i>
Dekning av dvergbusker <i>Percentage coverage of dwarf shrubs</i>	%	0 - 100	Estimert <i>Estimated</i>
Dekning av urter/gram <i>Percentage coverage of herbs/graminoids</i>	%	0 - 100	Estimert <i>Estimated</i>
Dekning av moser <i>Percentage coverage of bryophytes</i>	%	0 - 100	Estimert <i>Estimated</i>
Dekning av lav <i>Percentage coverage of lichens</i>	%	0 - 100	Estimert <i>Estimated</i>

Innlesing

Innlesingsprogrammet Biological Data Program, Version 1.01 (Pedersen 1988) ble brukt ved innlesing av smårutedata og økologiske data.

Ordinasjon

Dataene ble analysert ved Detrended Correspondence Analysis (DCA; Hill, 1979, Hill & Gauch, 1980, Jongman et al, 1987) basert på smårutefrekvens ved hjelp av programmet CANOCO, Version 3.10 (terBraak 1987). Begge datasettene (1991 og 1994) ble brukt aktivt i ordinasjonen. Programmets opsjon for nedveining av sjeldne arter ble brukt, forøvrig ble programmets standardopsjoner brukt. Statistisk testing og grafiske framstillinger ble laget ved hjelp av EXCEL, versjon 4.0 og STATISTICA, versjon 4.5.

Nomenklatur

Nomenklatur for karplanter følger Lid og Lid (1994), moser følger Corley et al (1981), Corley og Crundwell (1991), levermoser følger Grolle (1983) og lav følger

Santesson (1993). Det viste seg ved sammenlikning av analysene for 1991 og 1994 at det forekom åpenbare forvekslinger av arter, uten at disse kunne korrigeres ved hjelp av innsamlet materiale. En del arter ble derfor slått sammen til større grupper.

Andreaea obovata og *A. rupestris* er slått sammen til *Andreaea* spp. *Encalypta* spp inkluderer *Encalypta* utenom *Encalypta alpina*. *Brachytecium* spp inkluderer *Brachytecium* utenom *B. trachypodium*, *Bryum* og *Campylium* er bare bestemt til slekt, *Dicranum spadiceum* agg. inkluderer *D. acutifolium* og *D. angustum*. *Hypnum* utenom *H. callichroum*, *H. revolutum*, *H. vaucheri* er slått sammen til slekt, *Pohlia* er bestemt bare til slekt, *Schistidium* utenom *S. apocarpum* er bestemt bare til slekt, *Tortella* er bestemt bare til slekt. Av levermosene er *Cephalozia*, *Jungermannia*, *Lophozia* og *Scapania* bestemt til slekt. *Gymnomitrion* spp inkluderer *Gymnomitrion* spp og *Anthelia juratzkana*. Av lavene er *Cladonia amaurocraea* agg. inkluderer *C. uncialis*. Begerlav og syllav er begge delt i to grupper; med og uten usninsyre. *Stereocaulon* er bestemt til slekt.

RESULTATER

Temperaturmålinger

Gjennomsnittlig temperaturvariasjon gjennom døgnet i ruter med og uten duk er vist i fig. 3. For alle rutene er temperaturen høyest om ettermiddagen, når innstrålingen er direkte på rutene (sørvest). I rutene som er dekket av duk er temperaturen gjennomsnittlig 1.8 °C høyere mellom kl 10:10 og 20:40. Temperaturøkningen om dagen er størst i rutene i kantlyngsonen (rute 3 og 4).

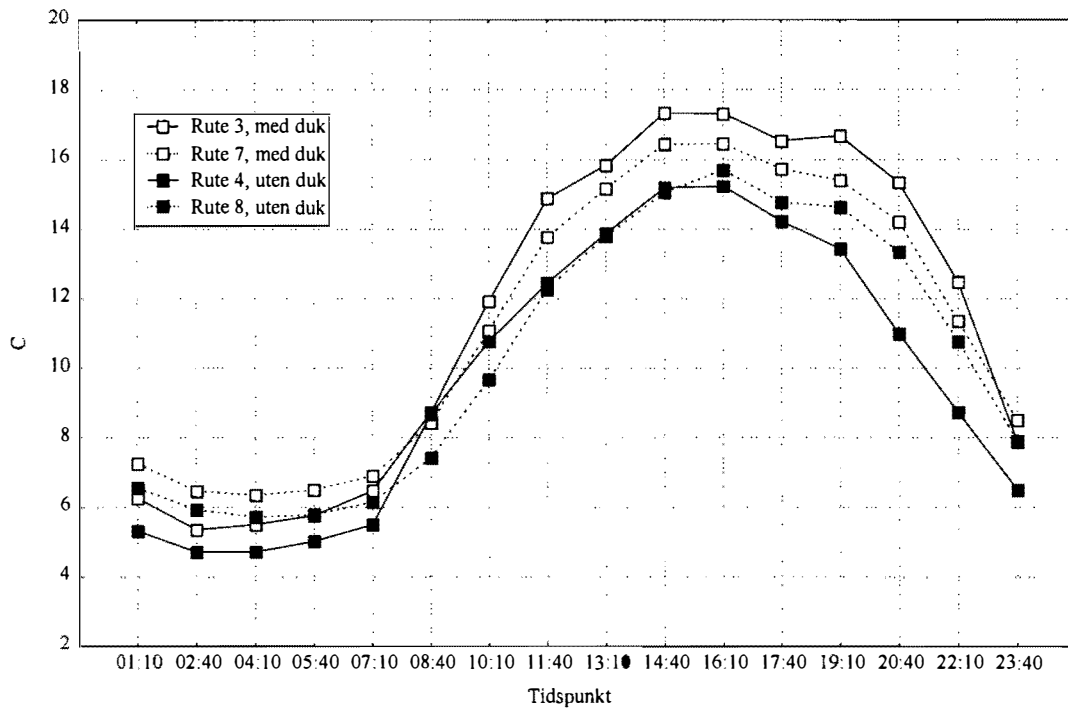


Fig. 3. Temperaturvariasjon gjennom døgnet i vegetasjonen i to ruter dekket av duk og to ruter uten duk. Verdien for hvert tidspunkt er et gjennomsnitt av målingene ved dette tidspunktet for perioden 24. juli til og med 16. august 1991. *Diel temperature variation in two sample plots covered by greenhouse cloth (open square), and two sample plots without greenhouse cloth (solid square). Each temperature value is a mean of measurements recorded in the period 24 July to 16 August.*

Jordprøver

Analyseresultatene av jordprøvene er gitt i app. B. I tabell 2 er felt A og B sammenliknet mhp utbyttbare mengder av aluminium, kalsium, magnesium, fosfor, svovel og sink, total nitrogen, glødetap, pH i vann og basemetning.

Tabell 2. Jordprøveanalyser fra vegetasjonstypene i de to feltene (A og B) i 1994. Verdiene for grusryggen er middelverdier av to analyserte gjentak. Al, Ca, Mg, P, S og Zn er gitt som utbyttbare mengder i NH_4NO_3 - ekstrakt (mmol/kg, $\mu\text{mol/kg}$ for Zn). N er gitt som % av glødetap. Glødetap er gitt som % av tørrvekt. Basemetning er i NH_4NO_3 - ekstrakt. *Analysis results of soil samples from vegetation types of the two fields (A and B) sampled in 1994. Values from the lichen dominated ridge are mean values of two alicots. Al, Ca, Mg, P, S and Zn are extractable amounts in NH_4NO_3 (mmol/kg, $\mu\text{mol/kg}$ for Zn). N is given as percentage of loss on ignition. Loss on ignition is given as percentage of dry soil. The base saturation is measured in NH_4NO_3 - extract.*

Felt A <i>Field A</i>	Kantlynghei <i>Cassiope tetragona heath</i>	Reinrosehei <i>Dryas heath</i>	Grusrygg <i>Lichen dominated ridge</i>
Al	0.23	0.11	0.06
Ca	97.64	25.50	22.53
Mg	14.38	4.79	4.79
N	2.87	2.43	2.6
P	0.18	0.10	0.10
S	0.45	0.09	0.06
Zn	5	5	5
Glødetap %	8.44	3.80	2.32
<i>Loss on ignition</i>			
pH i vann	6.64	6.25	6.75
<i>pH i aqueous solution</i>			
Basemetning %	99.9	99.8	99.9
<i>Base saturation %</i>			

Felt B <i>Field B</i>	Kantlynghei <i>Cassiope tetragona heath</i>	Overgang <i>Transition</i>	Reinrosehei <i>Dryas heath</i>
Al	0.52	0.50	0.33
Ca	87.11	125.2	87.45
Mg	16.86	24.95	17.66
N	2.8	3.08	3.06
P	0.10	0.10	0.10
S	0.31	0.68	0.45
Zn	37	58	47
Glødetap %	15.07	25.95	17.47
<i>Loss on ignition</i>			
pH i vann	5.92	5.77	5.84
<i>pH i aqueous solution</i>			
Basemetning %	98.7	99.0	99.1
<i>Base saturation %</i>			

Felt B har høyere verdier for glødetap, total nitrogen og mengde av utbyttbare ioner. Det er også forskjeller innenfor sonene, overgangen mellom kantlynghei og reinrosehei i felt B har den høyeste verdien for glødetap. Det er bare gjort en analyse pr nivå, slik at tilfeldigheter i prøvetakingen spiller sterkt inn. I tabell 3 er det testet for forskjeller mellom analysene for 1991 og 1994 ved å parvis sammenlikne resultatene fra hver sone. Der laboratoriet har analysert to gjentak av en prøve, er middelverdien for gjentakene brukt. Verdien som er brukt for grusryggen i 1991 er et middel av to prøver. Det har ikke skjedd signifikante endringer for noen av disse variablene bortsett fra for utbyttbart svovel, der verdiene har sunket siden 1991. For utbyttbart fosfor var 5 av 6 verdier like.

Tabell 3. Endring i jordprøve-variable fra 1991 1994 testet ved bruk av den ikke-parametriske Wilcoxon Signed Rank Test. Variablene er de samme som i tabell 2. *Change in soil sample variables from 1991 to 1994, tested by Wilcoxon Signed Rank Test. Variables as in tabell 2.*

	Wilcoxon Signed Rank Test		
	n	T	p
Al	6	6	ns
Ca	6	9	ns
Mg	6	9	ns
N	6	7	ns
P	6	-	-
S	6	0	0.028
Zn	6	1	ns
Glødetap %	6	7	ns
Loss on ignition			
pH i vann	6	3	ns
pH i aqueous solution			
Basemetning %	6	4	ns
Base saturation %			

Tungmetallanalyser av planteprøver

Tabell 4 viser resultatene av tungmetallanalysene av prøvene fra 1991. Det er store variasjoner mellom artene, og for kadmium og bly er verdiene høyere for mose- og lavartene enn for *Dryas octopetala*.

Tabell 4. Tungmetaller (µg/g) i planteprøvene er tatt i 1991. Det ble tatt to prøver for hver art. < betyr verdier lavere enn deteksjonsgrensen. *Heavy metal content in plants sampled in 1991. There are two samples of each species. < indicate values lower than detection limit.*

	Pb	Cd	Cu	Zn	Mn	Al	Hg	K
<i>Dryas octopetala</i>	<0.15	<0.017	4.46	12.8	30	48.5	<0.015	5738
<i>Dryas octopetala</i>	<0.15	<0.016	4.05	14.8	30	26.6	<0.015	5207
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	4.46	0.02	4.19	5.4	12	318.4	0.018	675
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	2.7	0.039	2.31	7.7	14	212.1	<0.015	964
<i>Cetraria nivalis</i>	2.38	0.078	1.52	11.8	14	23.2	0.022	1181
<i>Cetraria nivalis</i>	1.94	0.107	1.74	14.8	30	27	0.027	1045

Resultatene av tungmetallanalysene av prøvene for 1994 er gitt i tabell 5. Ettersom det bare er tatt to prøver vil tilfeldigheter ved prøvetakingen spille stor rolle. Det er likevel verdt å merke seg at verdiene for de fleste elementene lavere i prøven fra *Racomitrium lanuginosum* enn prøven fra *Hylocomium splendens*. Særlig gjelder dette bly, kobber, sink, aluminium, jern, magnesium og kalsium.

Tabell 5. Tungmetaller (µg/g) i planteprøvene er tatt i 1994. < betyr verdier lavere enn deteksjonsgrensen. *Heavy metal content in plants sampled in 1994. < indicate values lower than detection limit.*

	Pb	Cd	Cu	Zn	Cr	Ni	Co	Fe
<i>Hylocomium splendens</i>	3.5	0.09	3.01	24.64	<0.65	2.04	0.67	1171.4
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	2.7	0.07	0.69	14.29	<0.6	0.46	0.17	339.1
	Mn	V	As	Ba	Sr	Al	Sb	Bi
<i>Hylocomium splendens</i>	53.5	1.82	0.4	20.03	14.28	722.2	0.05	0.016
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	20.7	0.5	0.13	3.47	5.35	224.2	0.05	0.012
	Tl	U	Th	Be	Li	Rb	Cs	Mg
<i>Hylocomium splendens</i>	0.02	0.08	0.21	0.039	0.43	1.97	0.14	1557.3
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	<0.01	0.03	0.09	0.012	0.1	0.78	0.04	665.2
	Na	Ca	Mo	Y	La	B	Ga	
<i>Hylocomium splendens</i>	104.4	8239.5	0.08	0.67	1.54	10.2	0.25	
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	120.4	1640.8	0.05	0.13	0.43	0.8	0.05	

Fig. 4 viser mengdene av elementene bly, kadmium, kobber, sink, mangan og aluminium i *Racomitrium lanuginosum* fra 1991 og 1994, og *Hylocomium splendens* fra 1994. Nivåene for *Hylocomium splendens* ligger noe høyere enn for *Racomitrium lanuginosum* fra samme år.

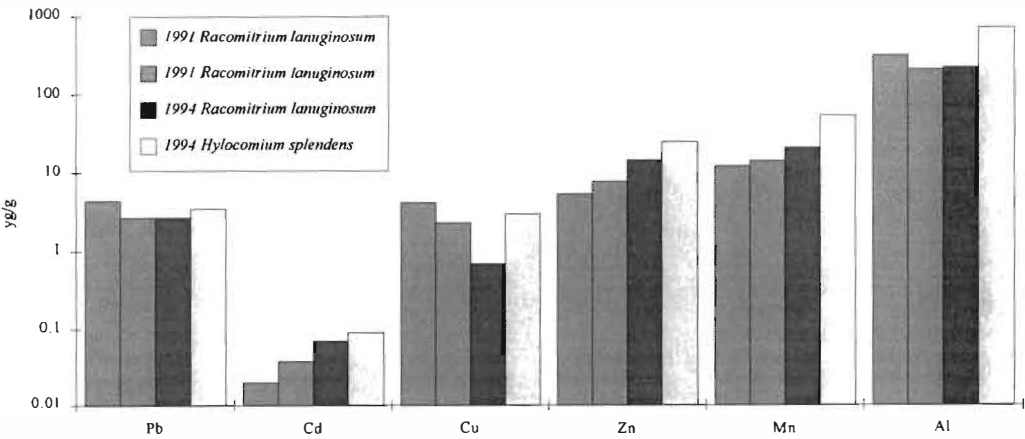


Fig. 4. Verdier av tungmetaller (µg/g) i moser (*Hylocomium splendens* og *Racomitrium lanuginosum*) samlet inn i 1991 og 1994. Det er to prøver av *Racomitrium lanuginosum* i 1991. Skalaen langs y-aksen er logaritmisk. *Heavy metal content (µg/g) of mosses (Hylocomium splendens and Racomitrium lanuginosum) sampled in 1991 and 1994. There are two samples of Racomitrium lanuginosum from 1991. The y-axis scale is logarithmic.*

Ordinasjon

Tabell 6 viser egenverdi, andel forklart variasjon og gradientlengde for de fire første DCA-aksene i ordinasjonen.

Tabell 6. DCA ordinasjon av 50 prøveflater, begge gjentak (1991 og 1994) tilsammen 100 aktive ruter. *DCA-ordination of fifty sample plots analysed in 1991 and 1994, altogether 100 active sample plots.*

	DCA akse 1 <i>DCA axis 1</i>	DCA akse 2 <i>DCA axis 2</i>	DCA akse 3 <i>DCA axis 3</i>	DCA akse 4 <i>DCA axis 4</i>
Eigenverdi <i>Eigen value</i>	0.306	0.155	0.066	0.051
% Andel forklart variasjon <i>% Explained variation</i>	20.8	10.6	4.4	3.5
Gradientlengde, SD - enheter <i>Gradient length, SD - units</i>	2.744	1.896	1.504	1.856

En relativt stor andel, 31.4%, av den totale artsvariasjonen er forklart av akse 1 og 2. Fig. 5 viser rutene plassert langs DCA-akse 1 og 2. Den subjektive klassifikasjonen gjenspeiles i ordinasjonen. Soneringen fra grusrygg, reinrosehei i felt A, kantlynghei i felt A sammen med reinrosehei i felt B til kantlynghei i felt B kommer fram langs DCA-akse 1. Langs DCA-akse 2 separeres kantlynghei i felt A fra reinrosehei i felt B.

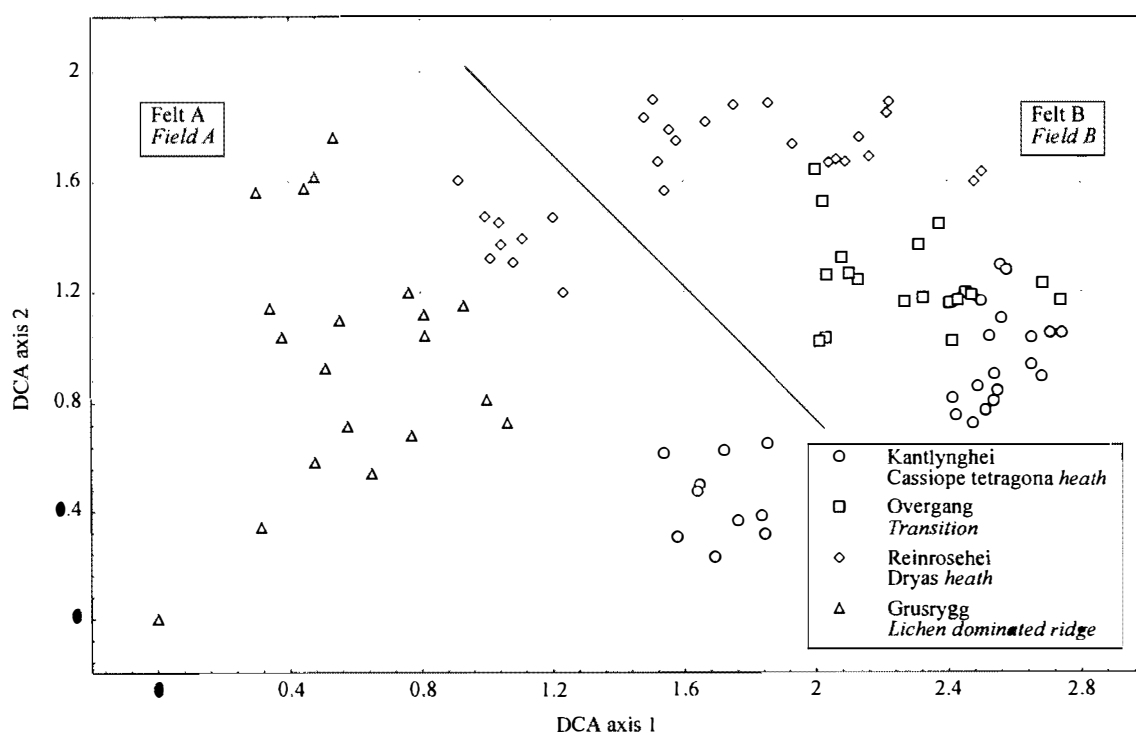


Fig. 5. Rutenes plassering langs DCA-akse 1 og DCA-akse 2. Verdiene langs aksene er gitt i SD-enheter. Linjen markerer skillet mellom felt A og felt B. *Sample plot positioned along DCA axis 1 and DCA axis 2. Units are SD-units. The line separates field A from field B.*

Korrelasjon mellom aksene og de økologiske variablene er gitt i tabell 7. Akse 1 er signifikant korrelert med alle de målte variablene bortsett fra eksposisjonsugunstighet. Langs akse 1 blir dreneringen dårligere, hellingen synker, tykkelse av humus øker, og stabilitet og erosjon synker. Samtidig øker dekkningen av alle vekstformer, mens dekkning av barmark synker.

Denne aksen kan tolkes som en kombinert stabilitet - og rabb/snøleie-gradient. De mest markerte endringene langs akse 2 er bedre drenering og dekningen av moser øker med økende rutescore. Denne aksen kan tolkes som en gradient mot åpnere, mer mosepreget vegetasjon. Langs akse 3 og 4 er korrelasjonene lavere og vanskeligere tolkbare. De vil derfor ikke vurderes i den videre tolkningen av dataene.

Tabell 7. Korrelasjon (Kendall τ) mellom rutescore (1994-data) og de økologiske og biotiske variablene langs de 4 aksene i DCA-ordinasjonen. p - verdier over 0.1 er merket ns, øvrige med verdi, signifikante på 0.05-nivå med bold. *Kendall τ correlation of sample score (DCA axes 1 - 4) and environmental and biotic variables. p-values above 0.1 are denoted ns, others by value; significant results ($p < 0.05$) are denoted by bold.*

	n	DCA akse 1 <i>DCA axis 1</i>		DCA akse 2 <i>DCA axis 2</i>		DCA akse 3 <i>DCA axis 3</i>		DCA akse 4 <i>DCA axis 3</i>	
		τ	p	τ	p	τ	p	τ	p
Helling <i>Slope</i>	49	-0.345	0.000474	-0.140	ns	0.271	0.006102	-0.116	ns
Eksposisjons-ugunstighet <i>Aspect unfavourability</i>	49	0.155	ns	-0.012	ns	-0.193	0.0501	-0.189	0.056
Drenering <i>Drainage</i>	48	0.581	5.56E-09	-0.403	5.14E-05	-0.181	0.069	0.194	0.052
Humus <i>Humus</i>	50	0.537	3.83E-08	-0.207	0.034326	-0.177	0.070	0.061	ns
Stabilitet <i>Stability</i>	49	-0.614	4.85E-10	-0.132	ns	0.160	ns	-0.014	ns
Erosjon <i>Erosion</i>	50	-0.371	0.000146	0.056	ns	0.131	ns	-0.129	ns
Dekning av stein/berg <i>Percentage coverage of stone/bedrock</i>	50	-0.482	7.71E-07	0.1996	0.04101	0.002	ns	-0.142	ns
Dekning av barmark <i>Percentage coverage of bare soil</i>	50	-0.663	1.08E-11	-0.166	0.089821	0.245	0.012	0.054	ns
Dekning av dvergbusker <i>Percentage coverage of dwarf shrubs</i>	50	0.429	1.12E-05	-0.218	0.025395	-0.037	ns	0.085	ns
Dekning av urter/gram <i>Percentage coverage of herbs/graminoids</i>	50	0.566	6.81E-09	-0.078	ns	-0.233	0.017	0.160	ns
Dekning av moser <i>Percentage coverage of bryophytes</i>	50	0.508	1.95E-07	0.333	0.000656	-0.065	ns	-0.165	0.091
Dekning av lav <i>Percentage coverage of lichens</i>	50	0.329	0.000759	0.022	ns	-0.219	0.025	0.323	0.00094

Endringer i vegetasjonen

Fig. 6 viser rutenes forflytninger langs akse 1 og 2 i DCA-ordinasjonen. Bare to av rutene har forflyttet seg mer enn 0.2 SD-enheter langs akse 2, for de øvrige rutene er forskjellen mindre enn 0.2 SD-enheter langs begge akser. Rute 15 skiller seg klart ut, og har forflyttet seg 0.6 SD-enheter langs akse 1 og 0.7 SD-enheter langs akse 2. Denne ruta hadde i 1991 bare 13 arter, og fikk i 1994 6 nye. Alle disse nye artene er vanlige arter med optimum nær sentrum av ordinasjonen. De vil derfor ha stor vekt, og ettersom rutens plassering er et veiet middel av artenes optimum vil posisjonen endres.

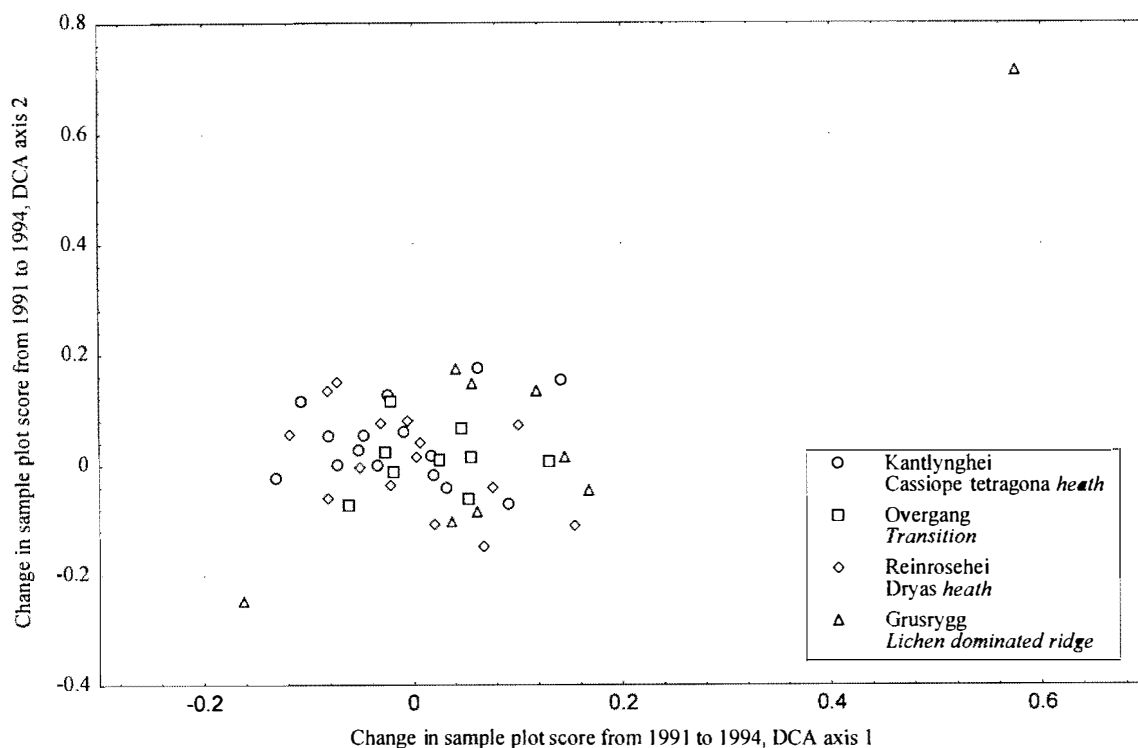


Fig. 6. Endringer i rutescore fra 1991 til 1994 langs DCA-akse 1 og DCA-akse 2. Enhetene langs aksene i SD-enheter. *Change in sample plot score (DCA axis 1 and DCA axis 2) from 1991 to 1994. Units in SD-units.*

Tabell 8 viser at det ikke har skjedd signifikante endringer i vegetasjonen (på 5% nivå) fra 1991 til 1994, hverken for hele datasettet eller innenfor noen av sonene. Det har heller ikke skjedd endringer i rutene som er dekket av duk, eller for noen av feltene når disse gruppene analyseres hver for seg.

Tabell 8. Endring i rutescore langs DCA akse 1 og DCA akse 2 er testet ved Wilcoxon Signed Rank Test. Tester som ga p-verdier over 0.1 er merket ns, for de øvrige er verdien oppført. *Change in sample score (DCA axis 1 and DCA axis 2) tested by Wilcoxon Signed Rank Test. p-values above 0.1 are denoted ns, others by value.*

	n	DCA akse 1 <i>DCA axis 1</i>		DCA akse 2 <i>DCA axis 2</i>	
		T	p	T	p
Hele datasettet	50	547	ns	439	0.084
<i>Complete dataset</i>					
Ruter med duk	25	153	ns	141	ns
<i>Sample plots covered by greenhouse cloth</i>					
Ruter uten duk	25	123	ns	88	0.076
<i>Sample plots without greenhouse cloth</i>					
Kantlyngsonen	15	46	ns	23	0.064
<i>Cassiope tetragona heath</i>					
Overgang	10	18	ns	23	ns
<i>Transition</i>					
Reinrosehei	15	54	ns	53	ns
<i>Dryas heath</i>					
Grusryggen	10	9	0.059	20	ns
<i>Lichen dominated ridge</i>					
Felt A	20	67	ns	56	0.067
<i>Field A</i>					
Felt B	30	210	ns	200	ns
<i>Field B</i>					

DISKUSJON

Temperaturmålinger

Simuleringer av klimautvikling ved General Circulation Models (GCM's) gir verdier for temperaturøkning på 1 - 8 °C om sommeren i arktiske områder ved en dobling av CO₂ - nivået (Maxwell, 1992). Temperaturøkningen som er målt i vegetasjonen under duken ligger innenfor dette intervallet. Andre undersøkelser med manipulering av temperaturen i Ny Ålesund (Wookey et al., 1993) er viser samme døgnvariasjon, med størst temperaturøkning om dagen.

Jordprøver

En sammenlikning av prøvene viser at forskjellene mellom 1991 og 1994 er små. Forskjellene mellom feltene og sonene viser de samme tendensene som i 1991 (Wegener et al., 1992). Det er bare analysert en prøve fra hver sone, og tilfeldigheter i prøvetakingen vil derfor ha stor betydning. Det er også en rekke problemer knyttet til prøvetaking av jord i Arktis, bl.a. fordi kryoturbasjon fører til blanding av mineraljord med humus, og det dannes ingen klar skiktning. Dette vanskeliggjør tolking av resultatene. Dersom jordanalysene skal brukes til tolking av ordinasjonen er det nødvendig med en prøve fra hver rute. Det ble samlet inn prøver fra hver rute i 1994, men det ble ikke budsjettet med så mange analyser på prosjektet. Det skrinne jordsmonnet fører til at prøvetakingen danner tydelige spor, og det kan bli nødvendig å redusere hyppigheten i prøvetakingen. Analyse av prøvene som er tatt fra hver rute i 1994 bør derfor vurderes.

Tungmetallanalyser av plantepróver

Moseprøver fra Svalbard er ofte jordkontaminert, og dette vanskeliggjør tolking av resultatene (Steinnes et. al, 1993). Graden av jordkontaminering av en plantepróve kan anslås ved å analysere mengden av elementer som normalt finnes i jordkomponenten (Steinnes & Jacobsen, upublisert). For at prøvene fra 1994 skulle være sammenliknbare med denne undersøkelsen, ble det derfor valgt å bruke de samme artene, analysere for de samme elementene og bruke det samme laboratoriet. Verdiene for Al og Fe tyder på at prøven av *Racomitrium lanuginosum* er lite påvirket av jordkontaminering, og de målte verdiene for enkelte av elementene (bl. a. Cd og Pb) trolig er tilført fra luft (E. Steinnes, pers. komm.).

Endringer i vegetasjonen

Det vil alltid skje endringer i artssammensetningen mellom to gjentak. Dette kan være reelle endringer eller feil ved registreringen. Reelle endringer i artsinventar kan ha flere årsaker; tilfeldige forandringer, klimatiske forskjeller mellom årene, tråkk/slitasje ved analysering og suksesjon/fluktuasjoner. I overvåkingsammenheng er det viktig å vite hvor store disse endringene er. Endringer i vegetasjonssammensetningen vil komme fram som forflytninger av rutene langs ordinasjonsaksene, og det kan testes om det har skjedd en signifikant forflytning mellom de to tidspunktene (Økland, 1993, 1994). Rutene er lagt i gradienten fra leside til rabb, da evt endringer i vegetasjonssammensetningen forventes å bli tidligst synlige langs økotoner (Bliss & Peterson, 1987). På grunn av de ekstreme miljøbetingelsene kan man forvente at sonene i gradienten vil forflyttes noe opp og ned som et resultat av gunstige eller ugunstige år (Svoboda & Henry, 1987). Ved tilfeldige forandringer

forventes forflytninger av rutene i alle retninger i ordinasjonsdiagrammet. De øvrige årsakene til endringer i artsinventar forventes å gi retningsbestemte forflytninger som kan relateres til gradientene i vegetasjonen. Dersom retningene av forflytningene er relatert til vegetasjonsgradientene som er uttrykt langs ordinasjonsaksene, vil de kunne oppdages som signifikante forflytninger av rutene langs disse aksene.

Resultatene av denne undersøkelsen viser som forventet at det har skjedd forandringer i vegetasjonen, men at disse ikke har skjedd langs de viktigste gradientene som er funnet i materialet. Det har heller ikke skjedd signifikante endringer i ruter som er dekket av duk, hvor temperaturen i vegetasjonen er 1 - 2°C høyere enn i ruter uten duk. Undersøkelser fra Ny Ålesund har vist at økt temperatur stimulerer frøsetting hos *Dryas octopetala* (Wookey et al., 1993). Dersom dette også gjelder andre arter, kunne man forvente nyetableringer i rutene dekket av duk. Ettersom ordinasjonen er basert på smårutefrekvens vil nyetablering av arter som allerede finnes i ruta vil bare gi endringer dersom etableringen skjer i andre småruter enn der arten opprinnelig fantes. Det må derfor forholdsvis store forandringer til for at endringer som følge av temperaturmanipuleringen skal oppdages med denne metoden.

Når registreringen utføres av forskjellige personer ved de ulike gjentakene kan det oppstå feil som feilbestemte arter eller utelatelse av arter ved et eller flere av analysetidspunktene. Slike feil vil påvirke resultatene både ved at ordinasjonen av rutene kan bli mindre stabil og vanskeligere å tolke, og ved at det skjer feil i forflytningene av de enkelte rutene i ordinasjonsdiagrammet. Ved å bruke begge gjentakene aktivt i ordinasjonen minskes risikoen for en ustabil ordinasjon, fordi flere ruter og arter bidrar til å bestemme rutenes plassering og artenes optimum i ordinasjonen.

Det har vært nødvendig å slå sammen arter fordi det med stor sannsynlighet har skjedd feil i artsbestemmelsen. Dersom man slår sammen arter med ulik økologi, vil man redusere gradientlengden og tape vesentlig informasjon, samt få dårligere gradientidentifikasjon. Dette vil være et problem i overvåking av vegetasjon, når analysene gjøres av forskjellige personer, og vegetasjonen for en stor del består av kryptogamer. En nærmere undersøkelse av virkningen av å slå sammen arter og bestemme flere arter bare til slekt, kan bidra til å gjøre tolkingen av vegetasjonsendringer sikrere.

KONKLUSJON

Resultatene av vegetasjonsanalysene viser at det selv i løpet av et kort tidsrom (3 år) skjer endringer i artssammensetningen. Som forventet har det imidlertid ikke skjedd signifikante endringer langs hovedgradientene i ordinasjonen, dvs endringer som forventes å ikke være tilfeldige.

Analysene av tungmetallinnhold i prøver av moser viser samme nivåer som de som er funnet i andre undersøkelser på Svalbard.

REFERANSER

Bliss, L. C. & Peterson, K. M. 1987: Plant succession, competition, and the physiological constraints of species in the Arctic. Pp 111 - 136 i Chapin III, F. S., Jefferies, R. L., Reynolds, J. F., Shaver, G. R., & Svoboda, J. (eds): *Arctic ecosystems in a changing climate. An ecophysiological perspective*. Academic Press, San Diego.

Braak, C. F. ter 1987: *CANOCO - a FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1)*. TNO Inst. appl. Comp. Sci., Stat. Dept. Wageningen, Wageningen.

Corley, M. F. V., Crundwell, A. C. 1991: Additions and amendments to the mosses of Europe and the Azores. *Journal of Bryology* 16, 337 - 356.

Corley, M. F. V., Crundwell, A. C., Düll, R., Hill, M. O., & Smith, A. J. E. 1981: Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature. *Journal of Bryology* 11, 609 - 689.

Grolle, R. 1983: Hepatics of Europe including the Azores: an annotated list of species with synonyms from the recent literature. *Journal of Bryology* 12, 403 - 459.

Hill, M. O. 1979: *DECORANA - A Fortran programme for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging*. Cornell University, Ithaca, New York.

Hill, M. O. & Gauch, H. G. 1980: Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* 42, 47 - 58.

Jongman, R. H. G., ter Braak, C. J. F. & van Tongeren, O. F. R. 1987: *Data analysis in community and landscape ecology*. Pudoc, Wageningen.

Kålås, J. A., Framstad, E., Fiske, P., Nygård, T. & Pedersen, H. C. 1991: Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere og fugl i Børgefjell og Solhomfjell, 1990. *NINA Oppdragsmelding* 85, 1-41.

Lid, J., & Lid, D. T. L. 1994: *Norsk flora*. 6. utgave. Det Norske Samlaget.

Maxwell, B. 1992: Arctic climate: Potential for change under global warming. Pp 11 - 34 i Chapin III, F. S., Jefferies, R. L., Reynolds, J. F., Shaver, G. R., & Svoboda, J. (eds): *Arctic ecosystems in a changing climate. An ecophysiological perspective*. Academic Press, San Diego.

Ogner, G., Opem, M., Remedios, G., Sjøtveit, G. & Sørli, B. 1991: *The chemical analysis program of the Norwegian forest research institute, 1991*. Norsk institutt for skogforskning, Ås.

Pedersen, O. 1988: *Biological Data Program/PC. Version 1.01. Brukerveiledning*. - VegeDataConsult, Oslo.

Santesson, R. 1993: *The lichens and lichenicolous fungi of Sweden and Norway*. SBT-förlaget. Lund.

Steinnes, E. & Jacobsen, L. B. upublisert. *The use of mosses as monitors of trace element deposition from the atmosphere in arctic regions: A feasibility study from Svalbard*.

Steinnes, E., Johansen, O., Røyset, O. & Ødegård, M. 1993: Comparison of different multielement techniques for analysis of mosses used as biomonitors. *Environ. Monitor. Assessment* 25, 87 - 97.

Svoboda, J. & Henry, G. H. R. 1987: Succession in marginal arctic environments. *Arctic and Alpine Research* 19(4), 373 - 384.

Wegener, C., Hansen, M. & Jacobsen, L. B. 1992: Vegetasjonsovervåking på Svalbard 1991. Effekter av reinbeite ved Kongsfjorden, Svalbard. *Norsk Polarinstitutt Meddelelser nr 121*. Oslo 1992.

Wookey, P. A., Parsons, A. N., Welker, J. M., Potter, J. A., Callaghan, T. V., Lee, J. A. & Press, M. C. 1993: Comparative responses of phenology and reproductive development to simulated environmental change in subarctic and high arctic plants. *Oikos* 67, 490 - 502.

Økland, R. H. 1993: Effekter av langtransporterte luftforurensinger på vegetasjonen i boreal barskog: vegetasjonsendringer 1988-92. Pp 105 - 108 i Fløisand, I. & Løbersli, E. (eds): Tilførsler og virkninger av lufttransporterte forurensninger (TLVF) og Naturens Tålegrenser. Sammendrag av foredrag og postere fra møte i Stjørdal, 15. - 17. februar 1993. *Naturens Tålegrenser Fagrapport nr 42*. NILU.

Økland, R. H. 1994: Reanalyse av permanente prøveflater i granskog i overvåkingsområdet Solhomfjell 1993. *DN-utredning 1994 - 5*. Trondheim, 1994.

Økland, R. H. & Eilertsen, O. 1993: Vegetation-environment relationships of boreal coniferous forests in the Solhomfjell area, Gjerstad, S. Norway. *Sommerfeltia* 16, 1 - 52.

APPENDIKS A - ENDRINGER I 1991-DATAENE

1991-dataene er endret i overensstemmelse med kommentarer fra A. Frisvoll (pers. medd) som ikke kom med i rapporten fra analysene i 1991. Dette gjelder artene:

- Barbula fallax

Tortella tortuosa

Bartramia pomiformis

Hypnum hamulosum

Brachythecium glaciale

Racomitrium sudeticum

Barbilophozia floerkei
- fjernet fra artslisten

endret til Tortella fragilis

endret til Plagiopus oederii

endret til Hypnum vaucherii

endret til Eurhynchium pulchellum

endret til Scistidium sp

er ikke verifisert, og derfor utelatt fra artslisten

APPENDIKS B - JORDANALYSER

Forklaring:

- Gjen

Elementsymbol

E3pH

E6pH

Volv g/l

Tov %

Gltap %

Kj-N

EIH

EIKap

EIBas

prefiks EI og elementsymbol
- Gjentak

Totalinnhold

pH i vann

pH i CaCl₂

Volumvekt

Tørrvekt

Glødetap

Nitrogen

Utbyttbar surhet i NH₄NO₃ ekstrakt

Ionebytte kapasitet i NH₄NO₃ ekstrakt

Basemetning i NH₄NO₃ ekstrakt

Utbyttbare kationer i NH₄NO₃ ekstrakt

Rute	Gjen	Al mmol/kg	As μmol/kg	B μmol/kg	Ba μmol/kg	Be μmol/kg	Ca mmol/kg	Cd μmol/kg	Co μmol/kg
1- 5	0	316.0	160	95	321	110	99.4	10	121
6-10	0	382.4	142	95	356	110	40.7	10	138
11-20	0	401.6	293	95	386	110	37.3	10	152
11-20	1	394.2	191	95	366	110	36.1	10	139
21-30	0	1038	420	95	1193	110	118.4	10	346
31-40	0	804.2	291	95	1014	110	155.3	10	265
41-50	0	632.9	390	95	837	110	109.5	10	228

Rute	Gjen	Cr μmol/kg	Cu μmol/kg	Fe mmol/kg	Ga μmol/kg	K mmol/kg	Li μmol/kg	Mg mmol/kg	Mn mmol/kg
1- 5	0	239	103	279.4	75	66.1	1531	151.1	4.65
6-10	0	287	106	321.0	81	85.4	1850	174.6	5.61
11-20	0	302	127	364.5	80	87.8	1996	199.1	6.32
11-20	1	303	116	341.1	75	88.1	1891	194.8	6.01
21-30	0	715	425	729.1	176	204.0	4338	418.2	12.80
31-40	0	548	304	550.3	135	148.8	2707	277.6	11.24
41-50	0	469	199	475.0	96	115.4	2257	236.8	10.55

Rute	Gjen	Mo μmol/kg	Na mmol/kg	Ni μmol/kg	P mmol/kg	Pb μmol/kg	S mmol/kg	Sc μmol/kg	Se μmol/kg
1- 5	0	15	3.37	164	9.9	10	10.94	61	773
6-10	0	15	3.79	187	9.2	10	5.01	72	970
11-20	0	15	4.08	227	10.3	10	3.70	80	1133
11-20	1	15	4.04	202	9.6	10	3.75	78	1005
21-30	0	15	7.87	513	20.6	10	18.10	189	2268
31-40	0	15	6.94	383	30.7	10	35.19	137	1721
41-50	0	15	5.11	302	28.3	10	22.92	113	1498

Rute	Gjen	Sn μmol/kg	Sr μmol/kg	Ti μmol/kg	V μmol/kg	Y μmol/kg	Zn μmol/kg
1- 5	0	66	74	15262	374	44	629
6-10	0	60	48	17739	427	61	662
11-20	0	100	43	19812	446	75	673
11-20	1	101	42	19449	444	71	633
21-30	0	200	138	46503	1024	152	1966
31-40	0	146	188	31290	830	120	1509
41-50	0	122	147	25978	701	94	1197

Rute	Gjen	E3pH	E6pH	Volv g/l	Tor %	Gltap %	Kj-N mmol/kg
1- 5	0	6.64	6.06	741	98.3	8.44	173
6-10	0	6.25	5.50	1252	99.2	3.80	66
11-20	0	6.75	5.99	1449	99.4	2.31	43
11-20	1	.	.	1461	99.4	2.32	43
21-30	0	5.92	5.01	607	96.6	15.07	301
31-40	0	5.77	5.04	509	95.0	25.95	571
41-50	0	5.84	5.03	647	96.3	17.47	382

Rute	Gjen	E1H mmol/kg	E1Kap mmol(+)/kg	E1Basem %	E1Al mmol/kg	E1B μmol/kg	E1Ba μmol/kg	E1Be μmol/kg
1- 5	0	0.0	226.6	99.9	0.23	36	128	15
6-10	0	0.0	62.1	99.8	0.11	25	111	15
11-20	0	0.0	55.9	99.9	0.06	25	110	15
11-20	1	0.0	55.5	99.9	0.05	25	109	15
21-30	0	1.8	214.9	98.7	0.52	25	492	15
31-40	0	1.8	309.0	99.0	0.50	25	448	15
41-50	0	0.8	216.5	99.1	0.33	42	392	15

Rute	Gjen	E1C mmol/kg	E1Ca mmol/kg	E1Fe mmol/kg	E1K mmol/kg	E1Li μmol/kg	E1Mg mmol/kg	E1Mn mmol/kg
1- 5	0	120	97.64	0.03	1.59	40	14.38	0.06
6-10	0	40	25.50	0.01	0.85	40	4.79	0.05
11-20	0	28	22.62	0.01	0.46	40	4.80	0.03
11-20	1	30	22.43	0.01	0.49	40	4.77	0.03
21-30	0	102	87.11	0.03	2.17	40	16.86	0.55
31-40	0	171	125.2	0.04	3.34	40	24.95	0.68
41-50	0	121	87.45	0.03	2.81	40	17.66	0.62

Rute	Gjen	E1Na mmol/kg	E1P mmol/kg	E1S mmol/kg	E1Sc μmol/kg	E1Si μmol/kg	E1Sr μmol/kg	E1Zn μmol/kg
1- 5	0	0.87	0.18	0.45	5	178	61	5
6-10	0	0.52	0.10	0.09	5	103	21	5
11-20	0	0.55	0.10	0.06	5	87	15	5
11-20	1	0.55	0.10	0.06	5	87	15	5
21-30	0	1.88	0.10	0.31	5	388	82	37
31-40	0	2.27	0.10	0.68	5	351	136	58
41-50	0	1.50	0.10	0.45	5	250	98	47

RAPPORTER UTGITT INNENFOR PROGRAM FOR TERRESTRISK NATUROVERVÅKING (TOV)

- * Løbersli, E.M. 1989. Terrestrisk naturovervåking i Norge. DN-rapport nr.8 1989.
- 1. Fremstad, E. (red.). 1989. Terrestrisk naturovervåking. Rapport fra nordisk fagmøte 13.- 14.11. 1989. NINA Notat nr. 2
- 2. Holten, J.I., Kålås, J.A. & Skogland, T. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Forslag til overvåking av vegetasjon og fauna. NINA Oppdragsmelding nr. 24.
- 3. Heggberget, T. M. & Langvatn, R. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Bruk av fallvilt i miljøprøvebank. NINA Oppdragsmelding nr. 28.
- 4. Alterskjær, K., Flatberg, K.I., Fremstad, E., Kvam, T. & Solem, J.O. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Etablering og drift av en miljøprøvebank. NINA Oppdragsmelding nr. 25.
- 5. Sandvik, J. & Axelsen, T. 1992. Bestandsovervåking av trekkfugl ved fangst og trekkteellinger. Belyst ved materiale innsamlet ved Jomfruland Fuglestasjon og Mølen Ornitologiske Stasjon. Naturundersøkelser A.S., (stensil).
- 6. Nygård, T. 1990. Rovfugl som indikatorer på forurensning i Norge. Et forslag til landsomfattende overvåking. NINA Utredning nr. 21.
- 7. Kålås, J.A., Fiske, P. & Pedersen, H.C. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av miljøgiftbelastninger i dyr. NINA Oppdragsmelding nr. 37.
- 8. Hilmo, O. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Børgefjell 1990. DN-notat 1991-4.
- 9. Nybø, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Tungmetaller og aluminium i pattedyr og fugl. DN-notat 1991-9.
- 10. Hilmo, O. & Wang, R. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Solhomfjell - 1990. DN notat 1991-6.
- 11. Johnsen, P. 1991. Maur i skogovervåking: Økologi og metoder. Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen. (stensil).
- 12. Bruteig, I.E. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende lavkartlegging på furu 1990. DN notat 1991-8.
- 13. Frogner, T. 1991. Terrestrisk naturovervåking (TOV). Jordforsuringsstatus 1990. Norsk Institutt for Skogforskning (stensil).
- 14. Jenssen, A. 1991. Terrestrisk naturovervåking (TOV). Jordovervåking i Solhomfjell og Børgefjell 1990. Norsk institutt for skogforskning (stensil).
- 15. Brattbakk, I., Høyland, K., Halvorsen Økland, R., Wilmann, B. & Engen, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990 i Børgefjell og Solhomfjell. NINA Oppdragsmelding nr. 91.
- 16. Frisvoll, A. A. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Nitrogen i mose fra Agder og Trøndelag. NINA Oppdragsmelding nr. 80.
- 17. Strand, O. & Skogland, T. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Metodeutvikling for overvåking av fjellrev. (stensil).

18. Spidsø, T.K. & Pedersen, H.C. 1991. Bestands- og reproduksjonsovervåking av hare. NINA Oppdragsmelding nr. 62.
19. Bruteig, I.E. 1990. Landsomfattande kartlegging av epifyttisk lav på furu, Manual. Universitetet i Trondheim, AVH, Botanisk institutt, (stensil). (Rapporten har ikke TOV-nummer).
20. Kålås, J.A., Framstad, E., Fiske, P., Nygård, T. & Pedersen, H.C. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere og fugl i Børgefjell og Solhomfjell, 1990. NINA Oppdragsmelding nr. 85.
21. Løken, A. 1990. Terrestrisk naturovervåking - Moser. En kjemisk analyse. Universitetet i Trondheim, inst. for org. kjemi, NTH og botanisk avd. Vitenskapsmuseet, (stensil). (Rapporten har ikke TOV-nummer).
22. Joranger, E. & Røyset, O. 1991. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av nedbør og nedbørkjemi i referanseområder Børgefjell og Solhomfjell 1990. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR: 31/91.
23. Kvamme, H. 1991. Rapport for forprosjekt "Undersøkelse av stamme lav på fjellbjørk". Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, (stensil). (Rapporten har ikke TOV-nummer).
24. Kålås, J.A., Framstad, E., Fiske, P., Nygård, T. & Pedersen, H.C. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Metodemanual, smågnagere og fugl. NINA Oppdragsmelding nr. 75.
25. Framstad, E. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990. NINA Oppdragsmelding nr. 42.
26. Framstad, E. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1991. NINA Oppdragsmelding nr. 83.
27. Økland, R.H. & Eilertsen, O. 1993. Vegetation-environment relationships of boreal coniferous forest in the Solhomfjell area, Gjerstad, S Norway. Sommerfeltia, 16: 1 - 254. Oslo. ISBN 827420-018-7. ISSN 0800-6865.
28. Skåre, J.U. & Føreid, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Organiske miljøgifter i hare og orrfugl. Fellesavdelingen for farmakologi og toksikologi, Veterinærinstituttet/Norges veterinærhøgskole, (stensil).
- 29*. Nybø, S. 1992. Terrestrisk naturovervåkingsprogram. Sammendrag av resultater fra 1990. DN-rapport 1992-3.
29. Jenssen, A. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1991. Rapp. Skogforsk 9/92.
30. Joranger, E. & Røyset, O. 1992. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av nedbørkjemi i Børgefjell, Solhomfjell, Lund og Åmotsdalen 1990-91. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR: 58/92.
31. Hilmo, O. & Wang, R. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Åmotsdalen og Lund 1991. DN notat 1992-3.
32. Kålås, J.A., Framstad, E., Nygård, T. & Pedersen, H.C. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere og fugl i Børgefjell, Åmotsdalen, Solhomfjell og Lund, 1991. NINA Oppdragsmelding nr. 132.

33. Brattbakk, I., Gaare, E., Fremstad Hansen, K. & Wilmann, B. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking i Åmotsdalen og Lund 1991. NINA Oppdragsmelding nr. 131.
34. Bruteig, I.E. & Øien, D-I. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av epifyttisk lav på fjellbjørk. Manual. ALLFORSK, Universitetet i Trondheim, (stensil).
35. Wegener, C., Hansen, M. & Bryhn Jacobsen, L. 1992. Vegetasjonsovervåking på Svalbard 1991. Effekter av reinbeite ved Kongsfjorden, Svalbard. Norsk Polarinstitutt. Meddelelser nr. 121.
36. Kålås, J.A. & Lierhagen, S. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Metallbelastninger i lever fra hare, orrfugl og lirype i Norge. NINA Oppdragsmelding nr 137.
37. Fremstad, E. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1992. NINA Oppdragsmelding nr. 148.
38. Hilmo, O., Bruteig, I.E. & Wang, R. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Møsvatn-Austfjell 1992. ALLFORSK, AVH. ISBN 82-7730-001-8.
39. Brattbakk, I. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking i Møsvatn-Austfjell. NINA Oppdragsmelding nr. 209.
40. Kålås, J.A. & Framstad, E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere, fugl og næringskjedestudier i Børgefjell, Åmotsdalen, Møsvatn-Austfjell, Lund og Solhomfjell, 1992. NINA Oppdragsmelding nr. 221.
41. Nygård, T., Jordhøy, P. & Skaare, J.U. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av miljøgifter i dvergfolk. NINA Oppdragsmelding nr. 232.
42. Tørseth, K. & Røyset, O. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av nedbørkjemi i Ualand, Solhomfjell, Møsvatn, Åmotsdalen og Børgefjell, 1992. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 13/93.
43. Jensen, A. & Frogner, T. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1992. Rapp. Skogforsk 12/93.
44. Gaare, E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Radiocesium-målinger i planter, vegetasjon og rein fra Børgefjell, Dovre-Rondane og Møsvatn-Austfjell 1992. NINA Oppdragsmelding nr. 230.
45. Hannisdal, A. & Myklebust, I. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Sammendrag av resultater fra 1990 - 1992. DN-Rapport 1994 - 6.
46. Bruteig, I.E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Epifyttisk lav på bjørk - landsomfattende kartlegging 1992. ALLFORSK, Universitetet i Trondheim.
47. Kålås, J.A. & Myklebust, I. 1994. Akkumulering av metaller i hjortedyr. NINA Utredning nr. 58
48. Økland, R.H. 1994. Reanalyse av permanente prøveflater i granskog i referanseområdet Solhomfjell, 1993. DN-utredning 1994 - 5.
49. Tørseth, K. & Røstad, A. 1994. Overvåking av nedbørkjemi i tilknytning til feltforskningsområdene, 1993. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 25/94.
50. Nygård, T., Jordhøy, P. & Skaare, J.U. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Miljøgifter i dvergfolk i Norge. NINA Forskningsrapport nr. 56.

51. Eilertsen, O. & Often, A. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Gutulia nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding nr. 285.
52. Eilertsen, O. & Brattbakk, I. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Øvre Dividal nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding nr. 286.
53. Kålås, J.A., Framstad, E., Pedersen, H.C. & Strand, O. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smånagere, fugl og næringskjedestudier i TOV-områdene, 1993. NINA Oppdragsmelding nr. 296.
54. Wang, R. & Bruteig, I.E. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Gutulia og Dividal. - ALLFORSK Rapport 1/94.
55. Gaare, E. 1994. Overvåking av 137 Cs i TOV-områdene Dividal, Børgefjell, Dovre/Rondane, Gutulia og Solhomfjell sommeren 1993. NINA Oppdragsmelding nr. 300.
56. Berg, I.A. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1993. Rapp. Skogforsk xx/94.
57. Jacobsen, L.B. 1994. Re-analyse av permanente prøveflater i overvåkingsområdet ved Kongsfjorden, Svalbard 1994. Norsk Polarinstitutt. Rapport nr 87.

Brosjyrer/foldere

- * Terrestrisk naturovervåking i Norge. Rapportsammendrag, Direktoratet for naturforvaltning, (DN), 1989.
- * Vi holder øye med naturen (Bokmål/Engelsk), DN, 1991.
- * Vi holder øye med Børgefjell. Resultater 1990, DN, 1992.
- * Vi holder øye med Solhomfjell. Resultater 1990 og 1991, DN, 1992.
- * Naturovervåking. Helsesjekk i naturen, DN, 1993, (omhandler flere overvåkingsprogrammer).

Henvelndelser vedrørende rapportene rettes til utførende institusjoner.

