

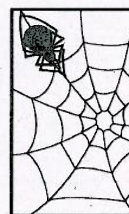
535

OPPDRA GSMELDING

Terrestrisk naturovervåking
Overvåking av ^{137}Cs
i Dovre/Rondane i perioden
1994-1996

Eldar Gaare
Olav Strand

Program for terrestrisk naturovervåking
Rapport nr 82
Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning
Deltagende institusjoner: NINA



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Terrestrisk naturovervåking
Overvåking av ^{137}Cs
i Dovre/Rondane i perioden
1994-1996

Eldar Gaare
Olav Strand

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 et fagråd for programmet. Dette organiseres av Direktoratet for naturforvaltning (DN). Fagrådet skal sørge for at nødvendige faglige kontakter blir etablert, sørge for koordineringen av ulike aktiviteter, og ha en rådgivende funksjon overfor DN.

Fagrådet har følgende sammensetning:

Eiliv Steinnes, Norges Teknisk Naturvitenskapelige Universitet (NTNU)

Rolf Langvatn, Norsk institutt for naturforskning (NINA)

Kjell Ivar Flatberg, NTNU Vitenskapsmuseet

Kåre Venn, Norsk institutt for skogforskning (NISK)

Terje Kløkk, Fylkesmannen i Sør-Trøndelag

André Kammerud, Statens Forurensningstilsyn (SFT)

En programkoordinator ved DN fungerer som sekretær for fagrådet.

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

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

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

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINA og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig. Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, års-rapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a. Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA•NIKU Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttene prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc. Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "allmennheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner. Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner). Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA- og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Gaare, E. & Strand, O. 1998. Terrestrisk naturovervåking av ¹³⁷Cs i Dovre/Rondane i perioden 1994-1996. - NINA Oppdragsmelding 535: 1-20.

Trondheim, juni 1998

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0921-7

Forvaltningsområde:

Naturovervåking

Management area:

Nature monitoring

Rettighetshaver ©:

NINA•NIKU

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Kjetil Bevanger og Lill Lorck Olden

Montering og layout:

Lill Lorck Olden

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 100

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

N-7005 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 12530

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning (DN)

Referat

Gaare, E. & Strand, O. 1998. Terrestrisk naturovervåking av ^{137}Cs i Dovre/Rondane i perioden 1994-1996. - NINA Oppdragsmelding 535: 1-20.

Som ledd i Program for terrestrisk naturovervåking (TOV) utføres årlige innsamlinger av prøver fra reinens næringskjede for måling av ^{137}Cs . Dovrefjell og Rondane fikk 20-60 kBq/m² ved Tsjernobylulykken og innholdet av ^{137}Cs i dyr og planter har vært overvåket siden den gang. Prøver tas av 10 rein felt under jakten i Nord-Rondane. Planter og lav samles i august på stasjoner i lågalpin sone (800-1100m oh) ved Grønbakken 62° 16" N, 9° 33" Ø og i Dørålen 62° N, 9° 45" Ø. Det registreres et gammaspekter på hver stasjon. Årlig måles ca 180 plantep prøver og 50 gammaspektre og rapporten omfatter resultater fra perioden 1994-1996.

Fra det målte gammaspekteret beregnes verdier for stråling av ^{137}Cs i energivinduet 517-723 keV. Lavfuruskog viser lågste verdier, 1000 pulser/min, lavrike rabber og snøleier i Rondane 2200-2600 pulser/min, rabbene ved Grønbakken og myra i Dørålen omlag 1200-1500 pulser/min. Det er en årlig nedgang i målt aktivitet på 3-6 % både på rabber og myr. I lavfuruskog er det ingen påvisbar endring.

For reinkjøtt er det beregnet gjennomsnitt for hvert år med angitt standardavvik og antall i parentes: 1994: 1,3±0,25 kBq/kg friskvekt (9), 1995: 1,45±0,5 (6) og 1996: 0,900±0,25 (9).

Utvalget av planter er dels bestemt av deres beiteverdi for rein i ulike årstider, dels deres verdi som indikatorarter. Innholdet av ^{137}Cs i vindrabbens lavararter: fjelltagg (*Bryocaulon divergens*), rabbeskjegg (*Alectoria ochroleuca*), og gulskinn (*Cetraria nivalis*), minsker raskere enn i artene fra lerabben: fjellreinlav (*Cladonia mitis*), kvitkrull (*Cladonia stellaris*) og salllav (*Stereocaulon paschale*). Død lav viser for alle arter ingen signifikant forandring over tid. Lavens vekst skjer i toppen og transporten av ^{137}Cs og andre mineraler fra eldre til nye deler er liten. Innholdet av ^{137}Cs i arter som inngår i reinens vinterdiett minsket fra 5-6 kBq/kg i 1994 til 3-4 kBq/kg i 1996. Innholdet i viktige planter i sommerdietten, smyle (*Deschampsia flexuosa*), gullris (*Solidago virgaurea*) og stivstarr (*Carex bigelowii*), viser liten endring og ligger på ca 0,5-3 kBq/kg. Fjellmo (*Salix herbacea*) har alltid vist låge verdier og var i 1996 under deteksjonsgrensen på 100 Bq/kg.

Treaktige planter med dypt rotsystem, furu (*Pinus sylvatica*), bjørk (*Betula pubescens*) og vierarter (*Salix spp*) har hele tiden vist låge verdier < 200 Bq/kg og har ingen klar endring over tid. Røsslyng (*Calluna vulgaris*), er uendret over tid, 1,1-1,5 kBq/kg.

Enkelte urter er kjent for høge verdier, bleikmyrklegg (*Pedicularis lapponica*) viste 5,3 kBq/kg i 1995, fjellkvann (*Angelica archangelica ssp. archangelica*) viste 0,25 og gullris (*Solidago virgaurea*) 0,9 kBq/kg, alle fra en eng ved Bergedalsbekken i Rondane.

Nedfallet var størst på de snøfrie rabber og mindre nedover i lesider og snøleier. Enkelt forhold indikerer omfordeling av ^{137}Cs fra rabb til leside og fra leside til snøleie. Dette skjer ved samvirke mellom fysiske og biologiske prosesser og kan være viktig siden det betyr en økning i radiocesumbelastningen på barmarksbeitene i lesider og snøleier. Det er lite kjent, men vårt datamateriale er for lite til å belyse det nærmere.

Emneord: Radiocesium – rein – lav - radioaktivitet

Eldar Gaare & Olav Strand, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

Abstract

Gaare, E. & Strand, O. 1998. Terrestrial nature monitoring ^{137}Cs in the Dovre-Rondane region 1994 to 1996. - NINA Oppdragsmelding 535: 1-20.

Samples from the wild reindeer food chain for ^{137}Cs measurement is taken annually as part of the Program for terrestrial monitoring (TOV). The study areas is located in Dovre Rondane mountains, 800-1100m a. s. l., viz. Grønbakken 62° 16" N, 9° 33" E, Dørålen 62° N, 9° 45" E. The reindeer population belongs to the North Rondane range. This area received 20-60 kBq/m² after the Chernobyl accident in 1986, and has been monitored since. About 180 plant samples and 10 reindeer samples are collected in August and during the hunt in September, respectively. The results from 1994, 1995 and 1996 are reported here.

A gamma spectrum was measured in the field and allows calculation of the fallout of ^{137}Cs by use of the energy window 517-723 keV. Lichen rich pine forests now show the least, about 1000 pulses/min, mires and leeward heaths about 1200-1500 pulses/min, and lichen rich alpine heaths and snowbeds 2200-2600 pulses/min. The mean annual decrease is 3-6% on ridges and mires and no significant change in lichen dominated pine forest.

The results for fresh reindeer muscle, mean, standard deviation and (number), were in 1994, 1.3±0.25 kBq/kg (9); 1995, 1.45±0.5 (6); and in 1996, 0.9±0.25 (9).

Lichen species in the reindeer winter diet decreased from 5-6 kBq/kg in 1994 to 3-4 in 1996. Important food plants from the summer diet, viz. *Deschampsia flexuosa*, *Solidago virgaurea* and *Carex bigelowii* show little change and are about 0.5-3 kBq/kg. *Salix herbacea* has always been low and was in 1996 lower than the detection limit of 100 Bq/kg.

Resuspension are indicated from ridges high in fall-out to leeward lying heaths and snowbeds. This may be of importance since the reindeer seek summer grazing mainly in such hillsides and depressions. The material is too small to be conclusive.

Keywords: Radiocaesium – reindeer – lichens - radioactivity

Eldar Gaare & Olav Strand, Norwegian Institute of Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway.

Forord

Dette er rapporten fra den terrestrisk overvåking av radiocesium fra årene 1994-1996. Prosjektet er et oppdrag for Direktoratet for naturforvaltning og det er en videreføring av det radioøkologiske program ved Direktoratet/NINA 1986-1990. Siden 1991 er det organisert som del av Direktoratets terrestriske overvåkingsprogram (TOV).

Ved Terje Skoglands død i 1994 overtok Eldar Gaare overvåkingen også av reinsdyr og har nå ansvar for hele den radioøkologiske overvåkingen av reinens næringskjede innen TOV. Olav Strand har i rapporten bidratt til kapittelet om ^{137}Cs i rein.

Direktoratet har vært en forståelsesfull oppdragsgiver vi gjerne vil takke for et behagelig samarbeid. Vi takker også det lokale hjelpere i viltoppsynet og ellers, samt prosjektets medarbeidere ved NINA.

Trondheim, juni 1998
Eldar Gaare og Olav Strand

Innhold

Referat	3
Abstract	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Metoder og materiale	6
3 Omfang av overvåkingen, fordeling av stasjoner ..	8
4 Resultater og diskusjon	8
4.1 Gammaspespektrogrammer	8
4.2 ^{137}Cs i planter og lav	11
4.3 ^{137}Cs i rein	13
5 Sluttord	15
6 Litteratur	15

1 Innledning

Tidligere strålehygieniske undersøkelser var særlig fokusert på jordbruksvarer fra kulturmark. Tsjernobylulykken har økt vår forståelse av hvordan nedfall av radiocesium i utmark utsetter mennesket for stråling. Gjennom innsats i Skandinavia er det samlet, målt og analysert et stort antall prøver av planter, sopp og lav, dyr og fugler, (Eriksson et al. 1991, Garmo et al. 1989, Gaare 1988, Gaare & Skogen 1989, Skogland et al. 1991, Strand et al. 1995).

Målet for vår overvåking er å beskrive omsetningen av ^{137}Cs i reinens næringskjede. Vi kartlegger belastningen på enkelte naturlig forekommende arter og hvordan den endrer seg over tid. Denne relateres til den endring som registreres i arealnedfallet.

Hjortedyr spiller en sentral rolle i overføring av radiocesium fra utmark til mennesker og det synes som om reinens belastning av radiocesium varierer med lavinntaket, (Gaare & Staaland 1994), elgens med røsslyng-, vannplante- og sopp-inntaket, (Nelin 1995, Palo et al. 1991), rådyrets med soppinntaket, (Karlén & Johanson 1991). Hos elg endrer belastningen det enkelte år seg med nedbør- og temperatur-forskjellene i barmarkstiden.

Innsamlinger av plantemateriale i fjellområdene Dovre-Rondane startet 15. mai 1986, 17 dager etter at avfall fra ulykken i Tsjernobyl ble avsatt i området, (Gaare 1987, Gaare et al. 1991). Villrein, rype og rugde kom raskt med i innsamlingsrutinene, (Kålås et al. 1996, Pedersen et al. 1996). Overvåknigen ble videreført som NINAs radiøko-logiske program og fra 1990/91 ble den innlemmet som del av det terrestriske overvåkingsprogrammet (TOV), (Brattbakk et al. 1992). I 7 TOV-felter fra Lund i Rogaland til Dividal i Troms ble en standardbeskrivelse av ^{137}Cs -nivået gitt i 1993, (Gaare 1994). I hvert område ble det målt et gammaspekter i felt, prøver av noen viktige beiteplanter og indikatorplanter ble samlet og innholdet av ^{137}Cs ble målt. I tamreinområdet Børgefjell ble beskrivelsen gjentatt hvert år i perioden 1990-1993, (Gaare 1994), men fra 1994 er all overvåking konsentrert om en videreføring av de måleseriene ved Grønbakken og i Dørålen i Rondane som ble startet i 1986. Prøver av reinen blir nå gjennomført ved regelmessig innsamling av prøver under ordinær jakt.

Foreliggende rapport omhandler gammaspektrum målt i felt, årlig ca 50 stykker og ^{137}Cs -aktiviteten målt i innsamlede plante- og flateprøver, årlig ca 150, samt målinger av prøver fra rein, ca 10 dyr, felt under høstjakt i Nord-Rondane. Den dekker perioden 1994-1996 innen Dovrefjell-Rondane og drar noen utviklingslinjer fra 1986 til 1996.

2 Metoder og materiale

Overvåkingen gjelder konsentrasjon av ^{137}Cs og er hovedsakelig fokusert på reinens næringskjede.

Gammaspektrum fra faste utvalgte steder, stasjoner, måles i felt med samme metode som tidligere, (Gaare 1994). Instrumentet er en scintillator Canberra serie 10, Mod 1002, SERF 3904, med 3×3 " NaI detektor, 8S8/2A CQ-407. Alle målinger ble gjort av Eldar Gaare ved at detektoren bæres 1 m over bakken i systematisk traversering av bestandet i 5 gjentak. Telletiden var 120-500s avhengig av aktiviteten. Resultatet, som pulser/min, i spektralområdet 0-1540 keV, registreres i 1024 kanaler og lagres som fil etter hver måling på en Hewlett-Packard 95LX.

Vi har brukt anbefalingene i Statens institutt for strålehygienens instruks for bruk av instrumentet, (Anderson et al. 1987) og beregner summen av pulser som registreres i et «vindu» som består av kanalene 344-481. Det svarer til 517-723 keV og dekker ^{137}Cs - og ^{134}Cs -isotopenes viktigste energitopper. Bakgrunnen defineres som arealet av trapesen under Cs-toppen: gjennomsnittet av 5 kanaler på begge sider av vinduet multiplisert med antall kanaler mellom. Det er ikke forsøkt strippet Compton-bidrag fra andre radioaktive nuklider.

I instruksjonen, (Andersson et al. 1987) anbefales at energitoppen for ^{137}Cs justeres til kanal 440. Under bruk både av eget og innlånt instrument viser det seg at dette fluktuerer. Leverandøren, Laborel AS, antar dette forårsakes av temperaturvariasjon ved skiftende vær. For det meste er fluktuasjonen innenfor rammen av ± 10 kanaler, men det hender toppen havner i kanal 390 eller 500 (± 60 kanaler). Noe informasjon går derved tapt. Ved å projisere spektrum hvor toppen er forskjøvet på et hvor toppen er korrekt, kan en (tilnærmet) finne i hvilken kanal energitoppen ligger. Ved forholdstallregning justeres toppen til kanal 440 før spekteret konstrueres i et regneark (Excel 7,0). Noen få målinger er likevel forkastet. Bakgrunnen trekkes fra og bare nettoverdiene gjengis som resultater.

Telleren gir resultatene som antall pulser/min. Dette er forsøkt kalibrert til stråling per arealenhed, $\text{Bq}^{137}\text{Cs}/\text{m}^2$, ved at nettoresultatet (gjennomsnitt av 5 gjentak) er kalibrert mot måling av prøver av 1 m^2 av en jevn, flat kvitkrullmatte (*Cladonia stellaris*) i åpen furuskog. Kvitkrullmatten med underliggende strø er samlet inn og målt ved 10 stikkprøver på laboratoriet. Dette ga som resultat en faktor på $9,3 \pm 0,2 \text{ Bq}/\text{m}^2/\text{puls}/\text{min}$. Det er betydelig høyere enn det Haugen et al. (1992) fant, $5,5 \text{ Bq}/\text{m}^2/\text{puls}/\text{min}$. NGUs kalibrering av helikoptermålinger (Rønning 1994) samsvarer best med den vi nå har utført. Kalibreringsproblemet er tatt opp tidligere, (Gaare 1994) og arbeidet med dette vil fortsette. Inntil videre oppgis resultater som pulser/min, noe som er tilstrekkelig for sammenligning mellom områdene.

Når det gjelder beite og indikator-planter er en mer omfattende drøfting og beskrivelse av prøvetaking, behandling og måling gitt før (Gaare 1991). I overgangen juli-august tas planteprøver fra faste ca 0.1-1 ha store områder, kalt stasjoner, og bestander fordelt på alle sesongers beite, bl.a. smyle (*Deschampsia flexuosa*), stivstarr (*Carex bigelowii*), reinlavarer (*Cladonia* subg. *Cladina*), duskull (*Eriophorum angustifolium*), dvergbjørk (*Betula nana*) og blåbær (*Vaccinium myrtillus*). Som indikatorarter er valgt arter med vid utbredelse f.eks etasjemose (*Hylocomium splendens*) og kvistlav (*Hypogymnia physodes*), (vedlegg 6 i Fremstad 1991).

Artsprøven fra en stasjon tas ofte fra flere bestander, men fra samme plantesamfunn, og er satt sammen av 10-15 tilfeldig fordelte småprøver. Det tas 1 slik artsprøve fra de ulike stasjoner bortsett fra på Grønbakken (GRB) hvor det samles 5 parallell-prøver av lavarer fra vind- og lerabb.

Innholdet av radiocesium i moser og lav viser liten årstidsvariasjon, men denne kan være stor for ulike utviklingsstadier (fenologiske stadier) av høgere planter. Det gjelder særlig de deler av plantene som vokser og utvikler seg gjennom barmarkstiden for så å visne ned eller felles som strø om høsten. Overjordiske deler av urter og gras samt løv av bladfellende dvergbusker og trær innsamles fortrinnsvis i perioden 25.7-25.8 for å sikre så god sammenligning som mulig.

Av høgere planter samles alt overjordisk (TOT), over 1. adventivrot. Det sorteres før måling helst i årsskudd (ARS) og fjorårsskudd (FAR). Hos graminider tas gjerne nedre del av stengel og bladslirer ut som basis (BAS). Hele moseindivider (TOT) deles, der det er mulig, i årsskudd (ARS) og fjorårsskudd (FAR). Iblant kan det skilles på fjorårsskudd (FAR) og eldre deler (FFA). Lav måles enten hele (TOT) eller de sorteres i en øvre levende del (LEV) og en nedre død (DOD). Sortering skjer enten for å gi økt innsikt om utvikling over tid, for å minske variasjon eller for å gi opplysning om de deler av planter eller lav som er viktigst som beite.

I Nord-Rondane er reinstammen i god balanse med beitene. Prøveinnsamlingen fra rein var lagt opp tidligere, (Skogland et al. 1991) og omfattet vinter, forsommer og høst. Fra 1995 er dette innskrenket til høsten, i jakttiden. Innsamlingen fra for det meste voksne simler, forestås av jaktopsynet. Fra hvert dyr omfatter prøvesettet muskelvev, vominnhold og fekalier (=møkk). Målet er nå å innhente prøvesett fra 10 dyr årlig. Den sammenhengende tidsserie for høstprøver går tilbake til 1995: Tidligere ble prøver samlet i overgangen juli/august.

Måling av ¹³⁷Cs i sorterte prøver utføres med en gamma-scintillator av type LKB Wallac CompuGamma 1282. Detektoren er en 3x3" NaI-krystall med brønn. Alle målinger utføres på tørkede, malte prøver og angis som i Bq/kg tørrstoff. Dette gjelder også prøver av muskelvev. Dette ble tidligere angitt til friskvekt. Denne er imidlertid

avhengig av vanninnholdet som varierer med innfrysningstid og annen uttørring av prøven.

Prøveglasset rommer opp til kanten av brønnen ca 6 ml. For tørkede planteprøver som ikke presses sammen i prøveglasset kan vi som et snitt regne med at det i glassets 6 ml er ca 2 g. Malte og pressede prøver fra kjøtt gir ca 5-6 g. Har vi 5 g i glasset og godtar en tellefeil på 20 % kan vi måle prøver ned til 90 Bq/kg på 3600 s, 10 % oppnår vi bare på prøver med mer enn ca 200 Bq/kg. Øker vi måletiden til 10800 s oppnår vi 10 % med prøver ned på vel 100 Bq/kg. Prøver med 2 g i glasset og 3600 s telletid gir 20 % feil ved 270 Bq/kg, ved 10 % feil vel 500 Bq/kg. Dette siste bedres til 280 Bq/kg ved 10800 s telletid.

For karplanter medfører heterogent fordelte nedfall og fenologisk stadium stor variasjon. Vi finner ofte en variasjonskoeffisient større enn 10 %. Flerårige arter som lav og moser viser liten årstidsvariasjon og samles også i august selv om lav er mest betydningsfull i vinterdietten.

Desintegrasjon er en stokastisk prosess (Næumann & Gaare 1991, Gaare 1994). Aktiviteten synker med tiden og «tellefeilen» blir derfor stadig viktigere. Viktig er at bakgrunnsstrålingen tross skjerming varierer (± 5 %). Bakgrunnen måles ved at hvert 10 måling utføres på blindglass. Gjennomsnittet av disse brukes for mellomliggende prøver. Etterhvert som prøvene viser stadig synkende aktiviteten blir variasjon i bakgrunnen mer betydningsfull.

Det store datamateriale vi og andre nå har, avspeiler en stor heterogenitet i fordelingen av radiocesium mellom arter og områder, i stor som i liten skala. I blant kan enkeltverdier ligge helt utenfor det hovedtyngden av materialet viser. Det aritmetiske gjennomsnitt er følsomt for sterkt avvikende måleresultater og det er berettiget å fjerne de mest ekstreme verdier, (Grubbs 1969). Et alternativ som kanskje ville være riktigere, er å benytte medianen for å angi den mest typiske verdi. Det er ikke gjort tidligere og er derfor heller ikke gjort nå.

3 Omfang av overvåkingen, fordeling av stasjoner

I forhold til det program som i 1991 opprinnelig var lagt opp for overvåkingen, er det skjedd nedskalering av omfanget etter 1993. Den årlige overvåking utføres nå bare i Dovre-Rondane i Dovre, Føllidal og Oppdal kommuner, **tabell 1**. Innsamlingene som her rapporteres går sammenhengende fra 1986 (Dørålen) og 1987 (Grønbakken), (Brattbakk et al. 1992, Gaare 1987, 1989, 1991, 1994, Gaare & Skogen 1989).

Plante- og lavprøver samles også på færre stasjoner i det gjenværende område, alle stasjoner ligger nå i lågalpin region eller i skog. Dette gjelder både på Dovrefjell og i Dørålen. Prøver for måling fra faste areal er ikke tatt etter 1994. Gammaspektrene målt i felt erstatter disse.

4 Resultater og diskusjon

Materialet fordeler seg i på tre typer, 1) flatenedfall, gammaspektre målt i felt, 2) beite- og indikatorarter, prøver fra planter og lav og 3) aktivitet i rein, prøver fra muskler, vominnhold og fekalier, og presenteres nedenfor i denne rekkefølge. En oversikt over målingene av alle prøver, både fra rein, planter og lav, fra de ulike områder i tidsperioden 1994-1996 er samlet i en **tabell 5** til slutt i rapporten.

4.1 Gammaspektrogrammer

Nettoresultatet for alle stasjoner er vist i **tabell 2**. Resultatene fra 1992, (Brattbakk et al. 1992) og 1993, (Gaare 1994) er tatt med for sammenligning. De hull som finnes i dataseriene, skyldes tekniske uhell eller upålitelige resultater. Her er også tatt med variasjonskoeffisienten (CV) multiplisert med 100 (gitt som %).

Tabell 1 Stasjoner for prøvetaking av planter og lav ved overvåkingen av ^{137}Cs i perioden 1994-1996: Opplysninger om sted, beliggenhet, og plantesamfunn, samfunnskodene etter (Fremstad 1997). - *Monitoring stations for ^{137}Cs in the period 1994-1996: Geographical data, aspect, vegetation and plant community codes, (Fremstad 1997) are given.*

Sted og stasjonsforkortelse <i>Place, aspect, abbreviated station code</i>	UTM	Høgde m oh m a. s.l.	Plantesamfunn <i>Plant community</i>	
Grønbakken	GRB	NQ		
Vestre vindrabb <i>Exposed ridge, west</i>	GRBa	305043	960	R1b Dvergbjørk-rabbeskjegg-gulskinn sos. <i>Trailing Azalea lichen soc.</i>
Østre vindrabb <i>Exposed ridge, east</i>	GRBb	305043	960	R1b Dvergbjørk-rabbeskjegg-gulskinn sos. <i>Trailing Azalea lichen soc.</i>
Midtre lerabb <i>Leeward ridge</i>	GRBab	305043	958	R2a Dvergbjørk-kvitkrull sos. <i>Dwarf birch reindeer lichen soc.</i>
Rondane	RO	NP		
<i>Storflya</i>				
Stasjon 1	ST1	418714		
Vindrabb <i>Exposed ridge</i>	ST1vr	418714	1100	R1b Dvergbjørk-gulskinn sos. <i>Trailing Azalea lichen soc.</i>
Lerabb <i>Leeward ridge</i>	ST1lr	418714	1095	R2a Dvergbjørk-kvitkrull sos. <i>Dwarf birch reindeer lichen soc.</i>
Leside <i>Leeward hill</i>	ST1ls	418714	1096	S1a Blåbær-blålyng-sigdmose sos. <i>Dry alpine heather soc.</i>
Stasjon 2	ST2			
Snøleie <i>Snowbed</i>		408716	1070	T1c Stivstarr-einerbjørnemose sos. <i>Stiff sedge snow bed soc.</i>
Stasjon 3 og 8 <i>Ved Dørålstjønnene</i>	ST3	413728	1080	Vierkratt av storkenebbtypen og A4c blåbærbjørkeskog <i>Rich willow thickets and Birch woodland with bilberry</i>
Stasjon 9 <i>Blæsterdalen</i>	ST9	453764	1011	K3 Fattigmyr med K2 rusttorvmosetuer <i>Poor lawn fen with peat moss hummocks</i>
Stasjon 10 <i>Ved Riksveg 27</i>	ST10	516797	820	A1a Lavfurskog <i>Lichen rich pine woodland</i>
Stasjon 11	ST11	523803	800	A1a Lavfurskog <i>Lichen rich pine woodland</i>

Tabell 2 Gammastråling (pulser/min) i ^{137}Cs -vinduet: 517-723 keV målt i felt. Bakgrunnen er definert som trapeset under toppen, se **figur 1** og trukket fra. Målingene er utført årlig i august siden 1993 (enkelte fra 1992), 3-5 paralleller, hver med varighet 120-300 s avhengig av aktivitetsnivået. Stasjonskoder er forklart i **tabell 1**; CV = variasjonskoeffisient. - *Gamma activity (pulses/min) in the ^{137}Cs window 517-723 keV. The background is defined as the trapezoid under the top, figure 1. The spectrograms was measured annually in August from 1993 (some from 1992), 3-5 parallels each lasting 120-300 s depending on activity. Station codes are explained in Table 1, CV = coefficient of variation.*

Stasjon Station	1992 Puls/min	1993 Puls/min	1994 Puls/min	1995 Puls/min	1996 Puls/min
Storflya, ST1vr					
Gjennomsnitt - Mean		3028	3371	1705	2576
Variasjonskoeffisient. CV (%)		9	5	15	6
Storflya, ST1lr					
Gjennomsnitt - Mean			2954	2554	
Variasjonskoeffisient CV (%)			1	4	
Storflya, ST1ls					
Gjennomsnitt - Mean		2141	1935	1278	1542
Variasjonskoeffisient CV (%)		9	4	8	6
Storflya, ST2					
Gjennomsnitt - Mean		2608	2777	2400	2218
Variasjonskoeffisient CV (%)		9	13	9	5
Dørålstjønnene, ST9					
Gjennomsnitt - Mean		1280	1736	1611	1152
Variasjonskoeffisient CV (%)		13	8	11	7
Blæsterdalen, ST10					
Gjennomsnitt - Mean		1055	1065	973	1035
Variasjonskoeffisient CV (%)		3	13	16	7
Ved R.v. 27, ST11					
Gjennomsnitt - Mean		915		836	927
Variasjonskoeffisient CV (%)		10		8	9
Grønbakken, GRBa					
Gjennomsnitt - Mean	1910	1822	1772	1522	1575
Variasjonskoeffisient CV (%)	5	6	6	11	5
Grønbakken, GRBb					
Gjennomsnitt - Mean	1765	1650		1517	1470
Variasjonskoeffisient CV (%)	4	3		8	11
Grønbakken, GRBab					
Gjennomsnitt - Mean	1626	1371	1577	1433	1395
Variasjonskoeffisient CV (%)	11	6	7	6	6

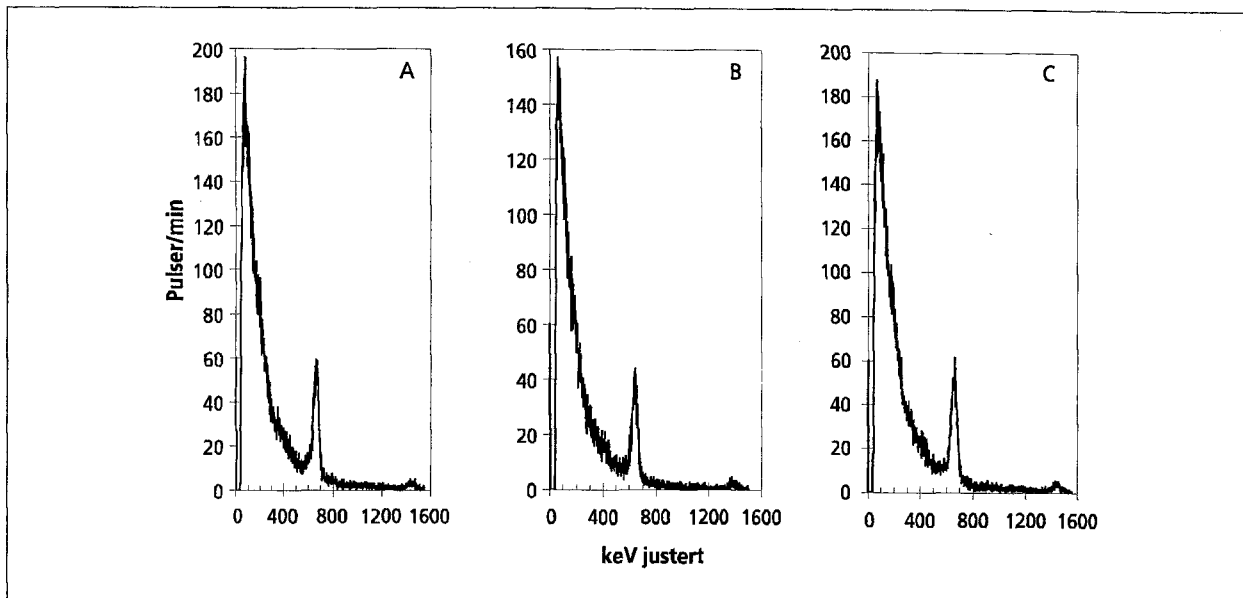
Denne er på for det meste ca 10 %, enkelte ganger betydelig høyere.

Tross hull og fluktusjon er det mulig å bruke gammaspespektrogrammene som er registrert, **figur 1**, til sammenligninger over tid og mellom bestander og områder, (Haugen et al. 1992, Bjørnstad & Salbu 1992). I plantesamfunn i furuskog ST10 og 11, er endringene små, sammenligner vi årene 1993, (Gaare 1994), og 1996, er den < 0,5 % og ikke signifikant. Den målte ^{137}Cs -toppen skyldes i hovedsak en 5-10 cm tykk lavmatte, vesentlig kvitkrull (*Cladonia stellaris*) som dekker 80-90 % av marken i den åpne furuskogen. I en slik matte vil tilvekst i toppen og strøddannelse (utdøing) ved basis balansere hverandre. Måling av kvitkrull viser

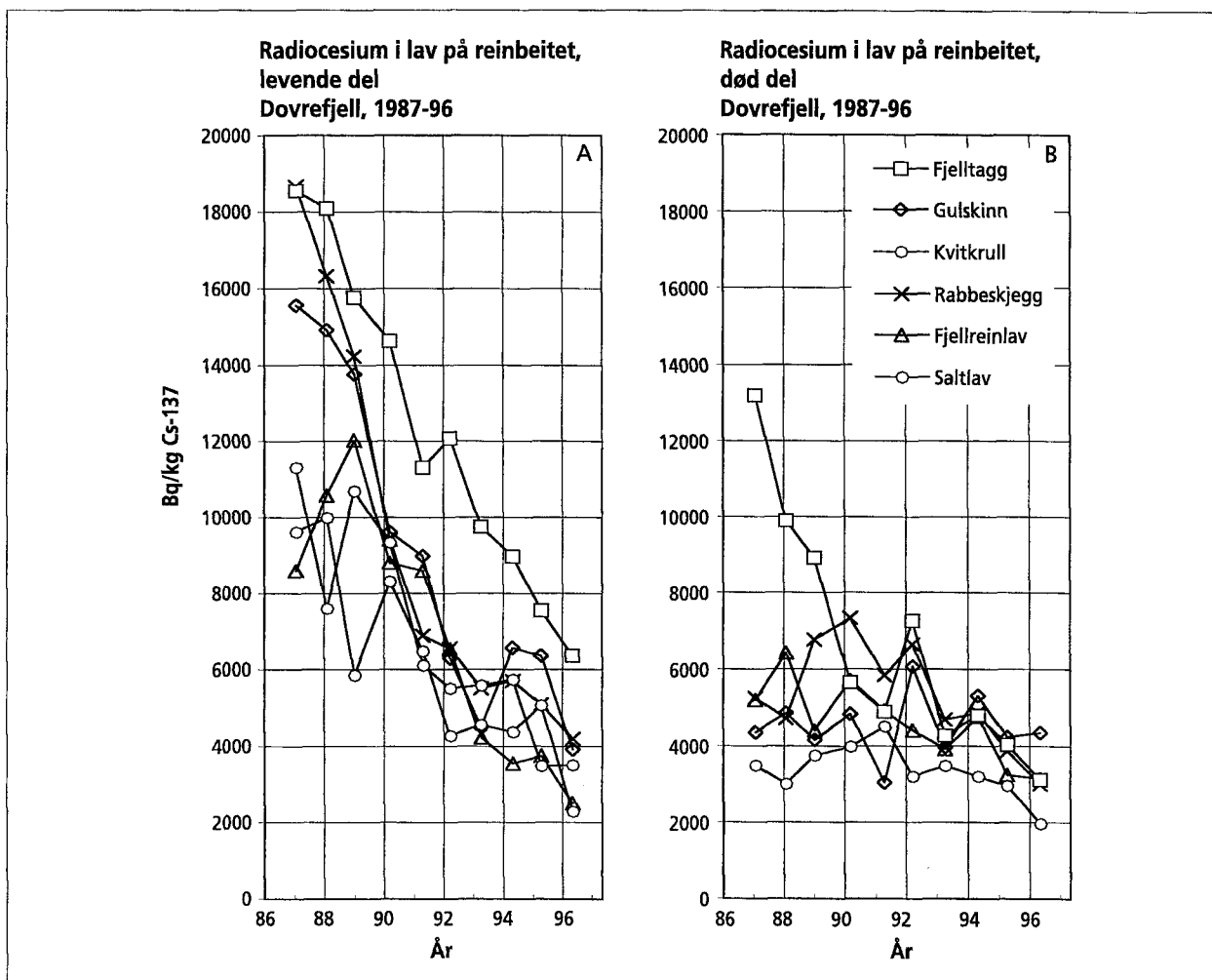
liten endring over årene dersom en inkluderer levende og død del, **figur 2** og **tabell 5**.

På myr, ST9, har vi spesielle forhold. Variasjonen mellom år er stor. I 1993 målte vi 1280 ± 170 pulser/min, i 1994 1736 ± 140 pulser/min. Det siste svarer til det som fastmarken i området viser. Sommeren 1994 var særlig tørt, grunnvannsnivået slik det avspilles i myrtjern og høiljer var 2-3 dm lågere enn vanlig. Ved mer normal nedbør antas at vannet demper gammastrålingen.

Rabber ved Grønbakken og vindrabb på Storflya viser en noenlunde jevn, årlig nedgang, ca 5 %, (**tabell 3**). Regresjon med år er tilnærmet lineær med $r^2 = 0,9$. Lerabben på Storflya er ikke målt årlig.



Figur 1 Gammaspekter fra vestre vindrabb med lavrik greplynghei ved Grønbakken (GRB) på Dovrefjell fra årene 1994, 1995 og 1996. - Gamma spectrum from the west loward ridge with lichen dominated heath at Grønbakken (GRB), Dovre mountains, from the years 1994, 1995 and 1996.



Figur 2 Utviklingen av ¹³⁷Cs-konsentrasjonen i lavarter fra Grønbakken i tidsrommet 1987-1996. Fjelltagg (*Bryocaulon divergens*), rabbeskjegg (*Alectoria ochroleuca*) og gulskinn (*Cetraria nivalis*), finnes på de mest eksponerte, snøfrie steder. Fjellreinlav (*Cladonia mitis*), kvitkrull (*C. stellaris*) og saltlav (*Stereocaulon paschale*) behøver noe mer beskyttelse og vokser der det ligger noe mer snø om vinteren. - Development of lichen ¹³⁷Cs-activity in the Dovrefjell region. *Bryocaulon divergens*, *Alectoria ochroleuca*, and *Cetraria nivalis* grow on more or less snow-free ridgetops. *Cladonia mitis*, *C. stellaris*, and *Stereocaulon paschale* need some snow protection and grow in more sheltered habitats.

Tabell 3 Forskjellen i prosent mellom gammastråling i ^{137}Cs -vinduet målt 1996 og 1993(1992). Basert på data fra 1992, (Brattbakk et al 1993), 1993, (Gaare 1994) og **tabell 2**. Forskjellen er gitt som et årlig gjennomsnitt for 5 målinger fra hver stasjon. - *Percent difference between gamma activity, mean of 5 annual parallels at each station, in the ^{137}Cs window measured in 1996 and 1993 (1992). Data are from 1992, (Brattbakk et al 1993), 1993 (Gaare 1994) and later **table 2**.*

Stasjon Station	% årlig forskjell % annual difference
Storflya, ST1vr, vindrabb - <i>Loward ridge</i> (1993-1996)	-5,4
Storflya, ST1lr, lerabb - <i>Leeward ridge</i> (1993-1995)	-7,3
Storflya, ST1ls, leside - <i>Leeward hill</i> (1994-1996)	-10,9
Storflya, ST2, grassnøleie - <i>Snowbed</i> (1993-1996)	-5,4
Dørålstjønnene, ST9, fattigmyr - <i>Poor mire</i> (1993-1996)	-3,5
Blæsterdalen, ST10, lavfurskog - <i>Lichen rich pine forest</i> (1993-1996)	-0,7
Ved R.v. 27, ST11, lavfurskog - <i>Lichen rich pine forest</i> (1993-1996)	+0,4
Grønbakken, GRBa, vindrabb i vest - <i>W loward ridge</i> (1993-1996)	-4,8
Grønbakken, GRBb, vindrabb i øst - <i>E loward ridge</i> (1993-1996)	-4,6
Grønbakken, GRBab, lerabb - <i>Leeward ridge</i> (1993-1996)	-3,8

Tabell 4 Forholdet mellom nedfallet på ulike stasjoner og furskogsstasjonene hvor minimum er målt, ST10 og ST11. Gjennomsnitt og variasjonskoeffisient (CV %) for årene 1993, 1995 og 1996 (**tabell 2**). - *Fallout on each station related to stations ST10 and ST11 where minimum is measured. Mean of years and coefficient of variation (CV%) are for the years 1993, 1995 and 1996, **Table 2**.*

Stasjon og mikroklimatisk nisje Station and microclimatic niche	Forhold Relation	CV %
Storflya, ST1vr, vindrabb - <i>Loward ridge</i>	2,7	44
Storflya, ST1lr, lerabb - <i>Leeward ridge</i> (1994 og 1995)	3,1	
Storflya, ST1ls, leside - <i>Leeward hillside</i>	1,8	28
Storflya, ST2, grassnøleie, snowbed	2,7	9
Dørålstjønnene, ST9, fattigmyr - <i>Poor mire</i>	1,5	19
Grønbakken, GRBa, vindrabb i vest - <i>W loward ridge</i>	1,8	8
Grønbakken, GRBb, vindrabb i øst - <i>E loward ridge</i>	1,7	7
Grønbakken, GRBab, lerabb - <i>Leeward ridge</i>	1,6	7

Tabell 4 viser de relative mengder nedfall på rabber, lesider, snøleier, myr og furskog. Forholdstallet mellom de ulike samfunn og nedfallet i lavfurskogen som har minst, er her gitt som gjennomsnitt for de år vi har måling. Rabbene og snøleiet på Storflya viser 3 ganger høyere verdier enn furskogen, rabbene ved Grønbakken knapt 2 ganger høyere.

Vindrabbens, ST1vr og grassnøleiets ST2-målinger er på samme nivå, mens lesiden ST1ls, alltid har vist markert lågere verdi. Dette skyldes trolig snøsetting under nedfallet i april 1986 og ulik mengde organisk materiale som kunne lagre radiocesium. En økning i lesider og snøleier som følge av transport av strøfall fra rabbene som er påvist andre steder (Bretten 1991), finner vi ikke her. En slik transport vil det bli mye av først etter vinterbeite av rein. Slik beiting har vi ikke registrert på Storflya eller ved andre av våre stasjoner i perioden etter 1986.

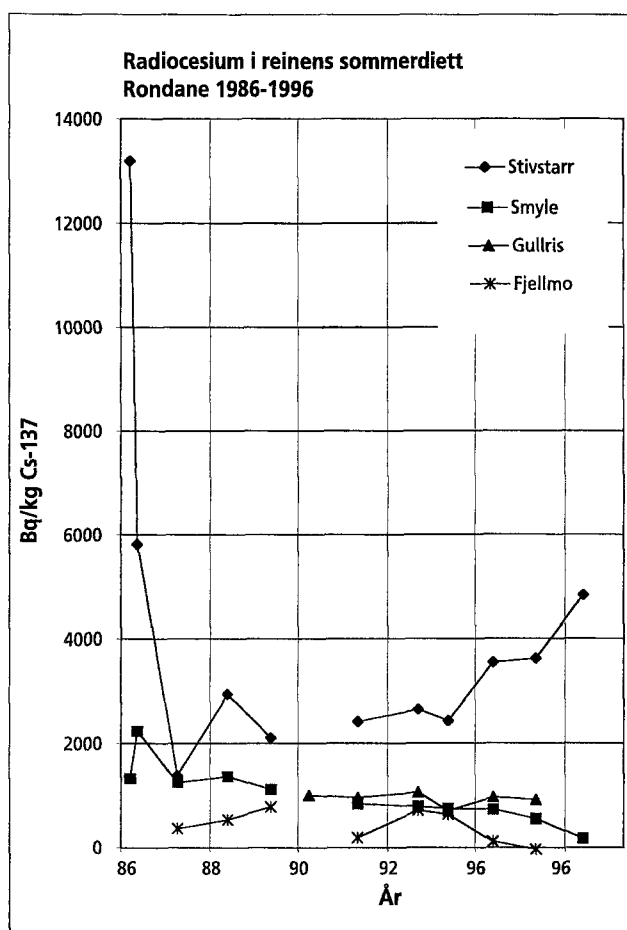
4.2 ^{137}Cs i planter og lav

Den samlede datamengden gitt i **tabell 5** er stor og det skal nevnes noen hovedtrekk. Konsentrasjonen av ^{137}Cs i planter og lav følger et kjent mønster. Endring over tid viser stor forskjell mellom plante-arter og -grupper.

Samlet for alle planteprøver ser vi en nedgang. For alle lavartene fra rabbene reiner beiter på fant vi høye verdier i 1987, **figur 3**. Forløpet i de levende toppene og i den døde basis er vist for seg. Det er mellom ulike arter klare forskjeller og det faller sammen med små forskjeller i voksested. Nedgangen det første året er markert særlig for artene fjelltagg (*Bryocaulon divergens*) og levende deler av rabbeskjegg (*Alectoria ochroleuca*) og gulskinn (*Cetraria nivalis*). Dette er arter som hører hjemme på den mest vindblåste del av rabben. Halvparten av radioaktiviteten er borte etter 4-8 år. Dette kaller vi den økologiske halveringstid, (Gaare & Staaland 1994). Det vil gå 20-40 år etter 1986 før innholdet i lavtoppene er på det nivå, ca 500 Bq/kg, som det var i 1985, året før ulykken. I den døde lavbasis tar det mye lenger tid, toppen av laven vokser bort fra forurensningen som blir liggende i basis. Dette stemmer med de dårlige transportforholdene som er kjent i lav, (Puckett 1988).

De ulike karplanter, moser og lavararter har svært ulikt innhold av ^{137}Cs . Lavararter og moser er poikilohydre, mangler rothår og tar opp vann med næringsalter over hele overflaten. Slike arter viser stadig de høyeste verdier. Noen år kan enkeltprøver falle ut av det månster som over tid har avtegnet seg i forholdet artene i mellom. En prøve av saltlav (*Stereocaulon paschale*) fra en leside

(ST8) i Rondane ble i 1995 målt til 30700 Bq/kg i levende og 23867 Bq/kg i død del. Målingen av prøve fra vindrabb (ST1v) viste 5000 Bq/kg. Vanlig steinskjegg (*Pseudephèbe fusescens*), vokser på blokker og viser alltid blant de høgste verdier, 30024 Bq/kg i 1995. Fra samme voksested ble arten samlet i juli 1986, og viste da 50100 Bq/kg. Det gir en økologisk halveringstid på ca 14 år. Litt lågere verdier finner vi i arter som er eksklusive på vindrabbens mest eksponerte partier, fjelltagg (*Bryocaulon divergens*), 14900 (1996) og rabbeskjegg (*Alectoria ochroleuca*), 7400 (1996). Gulskjerpe (*Cetraria cucullata*) viser økning både i levende og døde deler. Den nærstående gulskinn (*Cetraria nivalis*) viser i likhet med rabbens øvrige arter en klar nedgang.



Figur 3 Utviklingen av ^{137}Cs -konsentrasjonen i sommerbeiteplanter fra Dørålen, Rondane i perioden 1986-1996. Artene hører til i engsnøleier og snøleier og alle er fra voksesteder som var snødekt i april 1986. - *Development of ^{137}Cs -concentration in plants from reindeer summer diet in Dørålen, Rondane in the period 1986-1996. The species belong to alpine meadows and snow-beds that were covered by snow at fallout in April 1986.*

Rabbens lavararter er fulgt spesielt ved Grønbakken, figur 2. Det er fra første stund klar forskjell på vindrabbens arter fjelltagg (*Bryocaulon divergens*), rabbeskjegg (*Alectoria ochroleuca*) og gulskinn (*Cetraria nivalis*) på den ene side og arter på overgangen til og i lerabb: fjellreinlav (*Cladonia mitis*), kvitkrull (*Cladonia stellaris*) og saltlav (*Stereocaulon paschale*). De fra vindrabbens avtar mest år for år, lerabbens arter noe mindre. Dette er

holdepunkt for at strøfall fra de mest vindutsatte, øvre partier i terrenget fører, ved vind og vann, radioaktivitet til lav og planter i lågereliggende terrengavsnitt. Lav som dominerer på lerabben vil være mer eller mindre depositionsutsatt etter smeltevannbaner og vindretninger. Den døde del av laven viser for alle arter unntatt rabbeskjegg knapt noen signifikant forandring. For hvert lavindivid stemmer dette med at veksten skjer i toppen og at transporten av radiocesium og andre mineraler fra eldre til nye deler er liten.

Einerbjørnemosen (*Polytrichum juniperinum*) i grassnøleiet, ST2, hadde viste høgst verdi målt i snøleieplanter i 1986, 22600 Bq/kg i årsskuddet (ARS). I 1994 ga ARS/FAR henholdsvis 5700/7100, men ellers inneholder alltid årsskuddet mest. I 1995 til 13400/5000 og i 1996 7500/4300. Rusttorvmose (*Sphagnum fuscum*) hadde lignende utvikling på Dørålsmyra, ST9, 3100/3400, 4200/3000 og 1800/2000. Furutorvmose (*Sphagnum capillifolium*) viser klarere nedgang overalt både i siste års og tidligere års deler. Hos etasjehusmose (*Hylomomium splendens*) er forholdet nå (etter 1994) alltid mindre enn 1.

Treaktige planter med dypt rotsystem, furu, bjørk og vierarter viste hele tiden låge verdier < 200 Bq/kg og ingen klar endring over tid. Fjellmo skiller seg noe ut fra vierartene ellers ved en tid å ha noe høgere verdier, (figur 3). Lyng er forskjellige, røsslyng er uendret over tid, 1100-1500, blåbær muligens synkende ned til 400 og krekling er synkende ned mot 200. Urter er kjent som heterogene og halvsnylteren bleikmyrklegg (*Pedicularis lapponica*), ST8, ga verdien 5300 i 1995, den nærtvoksende fjellkvann (*Angelica archangelica* spp. *archangelica*) bare 250. Gullris (*Solidago virgaurea*) endrer seg lite, 400-500 ved Grønbakken, vel 900 ved Bergedalsbekken i Rondane.

Blant gras og halvgras utmerker stivstarr (*Carex bigelowii*) seg. Den er en viktig beiteart og er forsøkt fulgt årlig i snøleiet, ST2. Forløpet fra 1986-1996 for denne og andre viktige arter i reinens sommerdiett, smyle, gullris og fjellmo er vist på figur 3. Hull i dataseriene skyldes vansker med å finne arten, dels fordi den lokalt kan være mindre hyppig, eller var snødekt ved vårt besøk. Prøvene av stivstarr og smyle er tatt med få meters mellomrom, smyle i skråning ned mot et flatt snøleie hvor stivstarr vokser. Forklaringen kan være at smeltevannet stagnerte på flaten, men rant raskt forbi smylens voksested. Stivstarr fikk i det den vokste fram avsatt radiocesium utvendig fra smeltevannet. Begge arter var snødekt under nedfallet i april og smeltet fram 6-9 uker senere. Innholdet i stivstarr tiltar nå kanskje fordi den gjødsles fra strøfall fra rabbene.

Det er en rekke arter som er fulgt i 10 år. For noen få kan en se et klart mønster og det er god mening i å forutsi utviklingen i de nærmeste 10 år. Dette gjelder de arter som ved nedfallstidspunktet var snøfrie og fikk deponert regn med nedfall direkte. Også her har vi observert klar

heterogenitet i deponeringen dels avhengig av ulik fuktighetstilstand ved nedfallet, dels ved at det faktisk ble avsatt med ulik tetthet. Denne form for heterogenitet kan uten tap av oppløselighet minskes ved tilfeldig prøvetaking over et større område slik vi gjør fra vind- og lerabb ved Grønbacken. Det som falt på snø ble omfordelt først ved vindtransport senere ved avrenning av smeltevann. I begge fall ville klare snøleier bli mer utsatt enn lesider og tidlige snøleier. Vi ser dette i tallene i arealnedfall og planter fra Storflyas vind, lerabb, leside og snøleiesamfunn.

4.3 ^{137}Cs i rein

Måleserien som nå foreligger på rein viser at det har vært en betydelig reduksjon i forekomsten av ^{137}Cs i dyras muskulatur. Det er beregnet gjennomsnitt for årene med angitt standardavvik og antall i parentes: 1994: $1,3 \pm 0,25$ kBq/kg friskvekt (9), 1995: $1,45 \pm 0,5$ (6) og 1996: $0,900 \pm 0,25$ (9).

Sammenlignet med det som ble målt somrene 1986 og 1987, er nivået i 1996 ca 10 % av dette, **figur 4**. Dataseriene som dette bygger på ble i perioden 1986-1993 innsamlet i august. Prøvene fra perioden 1994-

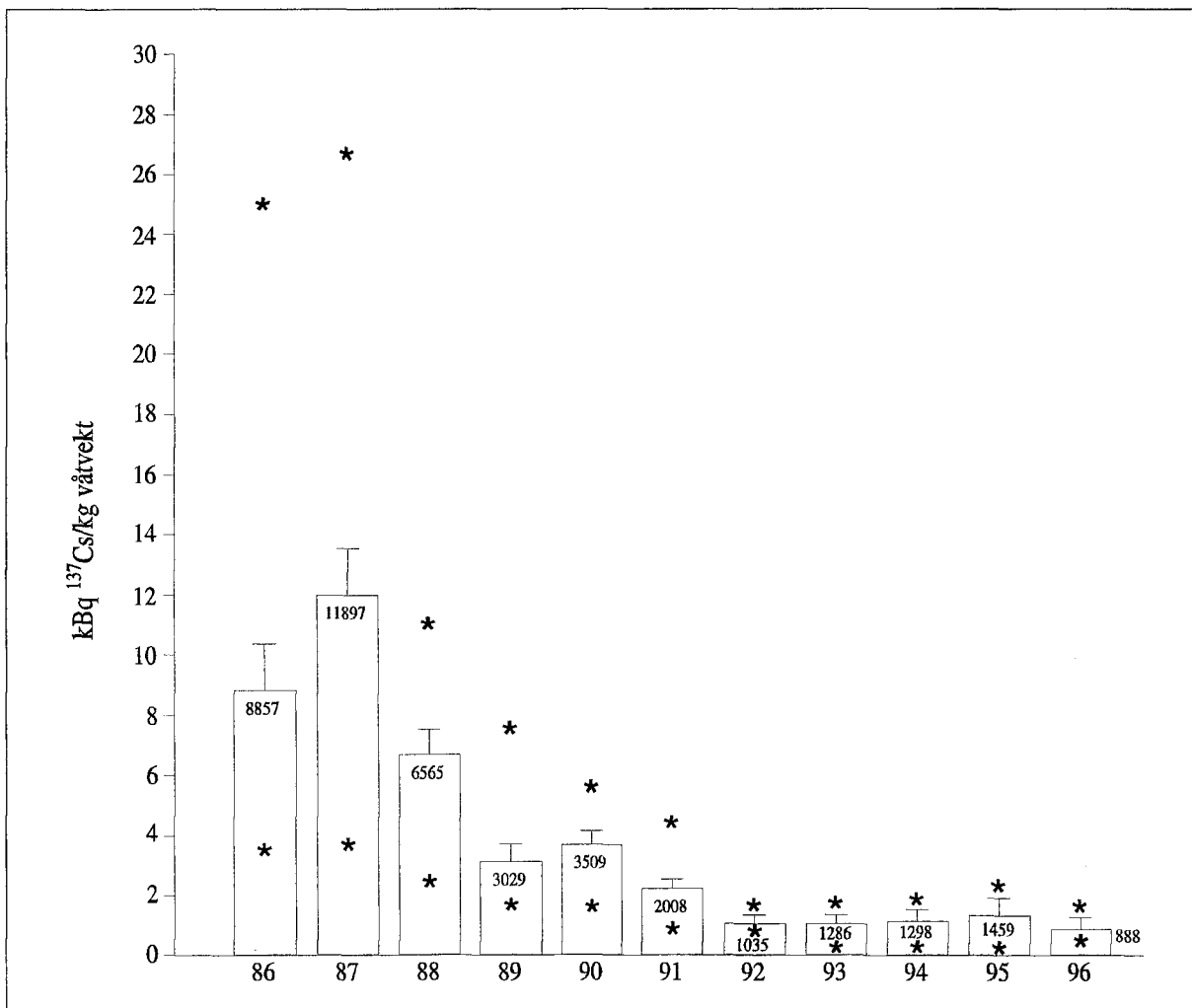
1996 er innsamlet i løpet av ordinær jakt, fra 25.8 til 5.9.

Gjennomgående har variasjonen mellom prøvene fra ulike reinsdyr det enkelte år blitt mindre. I 1986, sommeren etter nedfallet, har vi beregnet en variasjonskoeffisienten på 73 %. Denne har fram til 1995 og 1996 blitt redusert til 34 % og 29 % av middelverdien, **figur 5**. Vi antar at dette skyldes at den opprinnelig ujevne fordeling på ulike terrengavsnitt som etterhvert jevnes ut ved klimatisk og biotisk omfordeling. I tillegg er reinens diett om sommeren mer variert enn om høsten.

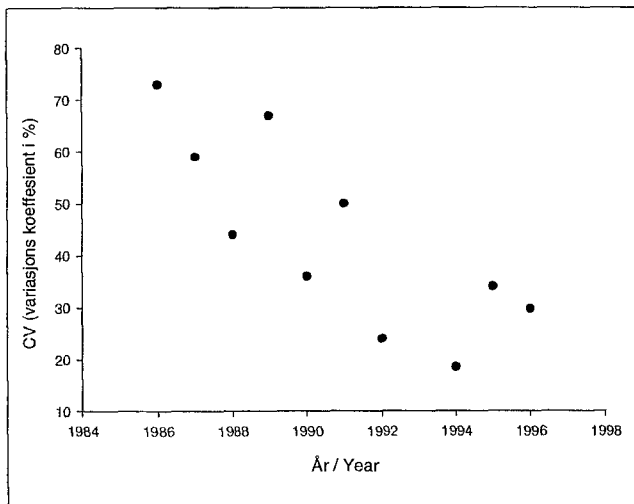
Målinger av ^{137}Cs i muskel og fekalieprøver, **figur 6**, viser at det er en betydelig sammenheng mellom aktiviteten i disse. Forholdet lar seg beskrive med en lineær ligning:

$$M = 7001 (\pm \text{SE} = 3916) + 0.365 (\pm \text{SE} = 0.59) \cdot F$$

M er ^{137}Cs aktiviteten (Bq/kg) målt i fersk muskulatur, F i tørkede fekalier. Sammenhengen er størst i vinterhalvåret, $R^2 = 0,51$, ($df = 1/20$, $p < 0.01$), mindre i sommerhalvåret, $R^2 = 0,22$, ($df = 1/33$, $p < 0.01$). Dette er tilsvarende som vist for sau (McGee et al. 1993).



Figur 4 Innholdet av ^{137}Cs i reinmuskel fra dyr felt i barmarkstiden i Nord-Rondane. Ett standardavvik er vist. - Content of ^{137}Cs in reindeer muscle shot during the snow-free period in the North-Rondane reindeer range.



Figur 5 Minskende variasjon av ^{137}Cs -aktivitet i muskelprøver mellom rein felt i Nord-Rondane i barmarkstiden i perioden 1986-1996. - *Decreasing variation of ^{137}Cs -activity in reindeer muscle. Samples collected from animals shot during the snow-free period, 1986-1996 in North-Rondane reindeer range.*

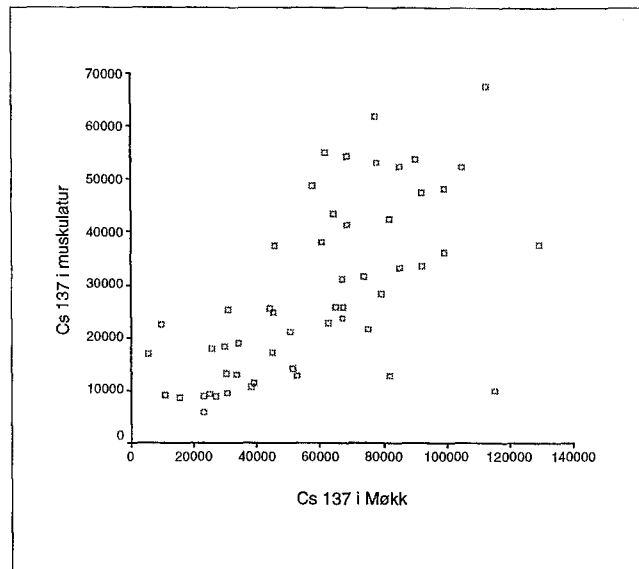
Rein har særlig i sommeren en kort biologisk halveringstid, 2-3 uker, (Gaare & Staaland 1994), for cesium (og kalium). Den svakere sammenhengen mellom ^{137}Cs i muskulatur og fekalier i barmarkstiden skyldes at dyra ikke rekker å komme i likevekt. Den raske veksling i dietten bidrar til dette. I perioden 15.11-15.4 varierer dietten lite, variasjonen mellom dyr er også mindre.

En ønsker gjerne å bruke det forløpet som registreres til prognoser om fremtidig nedgang. For jakttiden er det dataene fra barmarkstiden som har interesse. Perioden 1987-1996 beskrives godt ved en eksponensiell regresjon ($R^2 = 0,81$, $df = 7$, $p < 0.001$):

$$M = 9292 * \text{EXP}(-0,2502 * t)$$

M er som ovenfor aktivitet i fersk muskel og t er antall år etter 1986. Dette gir en økologisk halveringstid på 2,8 år for prøver fra barmarkstiden. Baserer en utregningen på perioden 1987-1992 blir den tilsvarende halveringstid 1,6 år. Selv om en i begge fall holder året 1986 utenfor, viser det seg at den opprinnelige modellen for utregning ikke holder. Dette er forhold som er kjent fra andres undersøkelser og gjelder ikke bare rein. Årsaken er antakelig å finne i omfordeling av radioaktiviteten i landskapet og mellom ulike beiteplanter.

I områder som Nord-Rondane er det gode beiter og 80 % av vinternæringen består av lav. Artene som inngår i fjellreinenes diett vokser på bakken på vind- og lerabb (gulskinn (*Cetraria nivalis*), fjellreinlav (*Cladonia mitis*), kvitkrull (*C. stellaris*), grå reinlav (*C. rangiferina*), saltlav (*Stereocaulon paschale*)). Om våren skifter reinen raskt over til barmarksbeite. Fra groen i lesidenes blåbær-blålynghei følger fjellreinen vårutviklingen gjennom grasheier og enger til snøleier. Hovedtyngden av næringsinntaket er nå proteinrike stadier hos spirende gras og halvgras, urter og dvergbusker. I 1987 viste flertallet av slike planter fra noen hundre til ca 5000 Bq/kg tørrstoff.



Figur 6 Sammenheng mellom ^{137}Cs -aktivitet i muskel og fekalier hos rein felt i Nord-Rondane i barmarkstiden i perioden 1986-1996. - *Relation between ^{137}Cs -activity in muscle and faeces sampled from reindeer shot during the snow-free period, 1986-1996, in North-Rondane reindeer range.*

Blader fra busker og trær hadde de lågeste verdier, gras og halvgras mer og enkelte urter mest. Avhengig av art kan slike planter fram til idag vise både økning og nedgang, men de verdier vi finner er alltid så låge at de vanskelig kan forklare de høge verdiene i rein.

Valget av høstjakten som det eneste innsamlingstidspunkt for prøver fra rein har gitt større aksept. Innsamlinger vinter, vår og sommer har etterhvert møtt liten forståelse lokalt på grunn av hensynet til reproduksjon og kalver. Men reinen har rask omsetningen av cesium, den biologiske halveringstiden er bare noen uker. Verdien i kjøttet blir derfor resultatet av de siste dager og ukers næringsinntak. De prøver som nå blir tatt under ordinær jakt gir opplysning om radiocesium-nivået i det som går til menneskelig konsum. Men høsten er preget av en sterk omlegging av dietten og muskelmassen har et økende innhold av radiocesium fram til høgvinteren. Vi får derfor en variasjon som skyldes når det enkelte dyr er felt. Mellom år får vi en variasjon som skyldes klimaforholdene det enkelte år.

Forholdet mellom nivået i prøver fra vinter og høst er nå ukjent siden det ikke lenger samles inn prøver fra vinteren.

5 Sluttord

Målet for overvåkingen er å registrere og om mulig å forklare omsetningen av nedfallet av ^{137}Cs i utmark over tid. Produkter fra utmark er for mange en viktig del av kostholdet.

I denne rapporten oppsummeres data fram til 1996, 10 år etter ulykken i Tsjernobyl. Det nedfall av ^{137}Cs som ble registrert ved starten, fordelte seg ulikt i terrenget etter snødekningen og den påfølgende snøsmelting. Biologiske og klimatiske prosesser i samspill med terrengformene har omfordelt dette nedfallet og ett år (1988) dukket overraskende høge konsentrasjoner opp i planteeterne. 1988 var soppår. Den årlige overvåking gjør det mulig å etterspore omfordeling for så å analysere de naturprosesser som styrer økning og minskning av konsentrasjonene i reinkjøtt. I lav er nedgangen raskere enn i høgere planter. Ennå har vi ikke sett noen vesentlig nedgang på nedfall per enhetsareal. Vi har bare indikasjoner på overføring av ^{137}Cs fra rabber (vinterbeite) til lesider og snøleier (barmarksbeite). Fremdeles vet vi ikke hvorfor enkelte urter og dvergbusker viser ekstra høge verdier.

Det er behov for målrettet forskning for å etterprøve de fleste forklaringene vi prøver å gi. Lengre dataserier og mer omfattende innsamlinger må til for å trenge dypere inn i de nevnte naturprosessene. Det vil gi oss dypere forståelse samspillet innen de plantesamfunn og med det dyreliv som inngår i økosystemet. I samarbeid med andre forskere søkes å få finansiert forskning innen disse felter.

6 Litteratur

- Andersson, A., Andersson, C., Lind, B. & Strand, P. 1987. Kompendium for bruk av LORAKON. Instrument: Canberra serie 10. Statens institutt for strålehygiene, juni 1987.
- Bergman, R., Nylén, T. Palo, T. & Lidström, K. 1989. The behaviour of radioactive caesium in a boreal forest ecosystem. - s. 425-440. I: Moberg, L., red. The Chernobyl accident in Sweden.
- Bjørnstad, B.E. & Salbu, B. 1992. Kapittel 3. Måling av radioaktivitet. - s. 31-41. I: Garmo, T.H. & Gunnerød, T.B., red. Radioaktivt nedfall fra Tsjernobylulykken. Sluttrapport fra NLVFs forskningsprogram om radioaktivt nedfall 1988-1991.
- Brattbakk, I., Gaare, E., Hansen, K.F. & Wilmann, B. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking i Åmotsdalen og lund 1091. - NINA Oppdragsmelding 131: 1-66.
- Bretten, S. 1991. Radioaktivt Cs-137 etter Tsjernobylnedfallet i alpine plantesamfunn på Dovrefjell. - s. 28-35. I: Gaare, E., Jonsson, B. & Skogland, T.J., red. Tsjernobyl - sluttrapport fra NINA's radioøkologiske program 1986-1990. NINA Temahefte 2.
- Eriksson, O., Jones, B-E.V. & Raunistola, T. 1991. Radiocesium contamination and the reindeer. - s. 401-424. I: Moberg, L., red. The Chernobyl accident in Sweden.
- Garmo, T.H., Pedersen, Ø., Staaland, H. & Hove, K. 1989. Radioaktivitet i plantemateriale og beitedyr på fjellbeite. - Informasjon fra Statens fagteneste for landbruket Nr 1 1989. s. 96-101.
- Gaare, E. 1987. The Chernobyl accident: Can lichens be used to characterize a radiocesium contaminated range? - Rangifer 7: 46-50.
- Gaare, E. 1988. Endring i radioaktivitet hos endel fjellplanter, særlig lav. - Radioøkologisk forskningsprogram: Resultater fra undersøkelser i 1987. Foredrag holdt på seminar i Direktoratet for naturforvaltning 22. april 1988. s. 34-42.
- Gaare, E. 1989. Om halveringstider og biologisk residenstid for cesiumnuklider, en huskelapp for økologer. - s. 5-11. I: Gaare, E. & Ugedal, O., red. Radioøkologisk forskningsprogram: Resultater fra undersøkelser i 1988. Foredrag holdt på seminar i Direktoratet for naturforvaltning 12. april 1989.
- Gaare, E. 1991. Virkningen på reinens beite i traktene fra Dovrefjell til Rondane av ulykken i Tsjernobyl, april 1986. - s. 36-47. I: Gaare, E., Jonsson, B. & Skogland, T.J., red. Tsjernobyl - sluttrapport fra NINA's radioøkologiske program 1986-1990. NINA Temahefte 2.
- Gaare, E. 1994. Overvåking av ^{137}Cs i TOV-områdene Dividal, Børgefjell, Dovre/Rondane. Gutulia og Solhomfjell sommeren 1993. - NINA Oppdragsmelding 300: 1-29.

- Gaare, E., Jonsson, B. & Skogland, T.J. 1991. Tsjernobyl - sluttrapport fra NINA's radioøkologiske program 1986-1990. - NINA Temahefte 2: 1-71.
- Gaare, E. & Skogen A. 1989. Radioaktivitet i lav, moser og noen beiteplanter. Resultater fra innsamlinger i 1988 og beregning av halveringstider. - s. 49-66. I: Gaare, E. & Ugedal, O., red. Radioøkologisk forskningsprogram: Resultater fra undersøkelser i 1988. Foredrag holdt på seminar i Direktoratet for naturforvaltning 12. april 1989.
- Gaare, E. & Staaland, H. 1994. Pathways of fallout radiocaesium via reindeer to man. - s. 303-334. I: Dahlgaard, E., red. Nordic Radioecology. The transference of radionuclides through Nordic ecosystems to man. Elsevier Scientific Publications. Amsterdam 1994.
- Grubbs, F.E. 1969. Procedures for detecting outlying observations in samples. - *Technometrics* 11: 1-21.
- Fremstad, E. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1991. - NINA Oppdragsmelding 83: 1-26.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. - NINA Temahefte 12:1-279.
- Haugen, L.E. 1992. Small-scale variation in deposition of radiocaesium from the Chernobyl fallout on cultivated grassland in Norway. - *Analyst*, 117: 465-468.
- Haugen, L.E., Garmo, T.H., Pedersen, Ø. & Bjørnstad, H.E. 1992. Different approaches for estimating the deposition of radiocaesium on mountain pastures in Southern Norway. - *Analyst*, 117: 529-532.
- Karlén, T. & Johanson, K.J. 1991. Seasonal variation in the activity concentration of ¹³⁷Cs in Swedish roe-deer and in their daily intake. - *J. Environ. Radioactivity* 14: 91-103.
- McGee, E.J., Keatinge, M.J., Synnott, H.J. & Colgan, P.A. 1993. A rapid method of predicting radiocaesium concentrations in sheep from activity levels in faeces. - *J. Environ. Radioactivity* 22: 1-10.
- Nelin, P. 1995. Radiocaesium uptake in moose in relation to home range and habitat composition. - *J. Environ. Radioactivity* 26: 189-203.
- Næumann, R. & Gaare, E. 1991. Måling av radioaktivitet etter Tsjernobyl-katastrofen. - s. 16-19. I: Gaare, E., Jonsson, B. & Skogland, T.J., red. Tsjernobyl - sluttrapport fra NINA's radioøkologiske program 1986-1990. - NINA Temahefte 2.
- Palo, T., Nelin, P., Nylén, T. & Wickman, T. 1991. Radiocesium levels in Swedish moose in relation to deposition, diet, and age. - *J. Environ. Qual.* 20: 690-695.
- Puckett, K.J. 1988. Bryophytes and lichens as monitors of metal deposition. - Nash, T.h III 6 Wirth, V., red. Lichens, bryophytes and air quality. *Bibl. Lichenol.* 30: 231-267.
- Rønning, S. 1994. Radiometriske målinger over Børgefjell - kartblad 1925 II. - NGU Rapport 93.123: 1-15.
- Strand, O., Espelien, I.E. & Skogland, T. 1995. Metaller og radioaktivitet i villrein fra Rondane. - NINA Fagrapport 05: 1-40.
- Skogland, T., Strand, O. & Espelien, I. 1991. Den biologiske betydning av radiocesium i villrein. Tsjernobyl. - s. 64-71. I: Gaare, E., Jonsson, B. & Skogland, T.J., red. Tsjernobyl - sluttrapport fra NINA's radioøkologiske program 1986-1990. Temahefte 2. Norsk Institutt for Naturforskning.

Sted og art/Place and species	1994					1995				1996			
	Art-del	Lab.ident	Stasjon	Kollekt-dato	Cs-137	Lab.ident	Stasjon	Kollekt-dato	Cs-137	Lab.ident	Stasjon	Kollekt-dato	Cs-137
Cladonia stellaris, kvitkrull	LEV	106947	ST11	12-aug-94	2560	107510	ST11	22-jul-95	2384	107743	ST11	08-aug-96	2110
Cladonia stellaris, kvitkrull	LEV	106972	ST11	12-aug-94	726	107512	ST11	22-jul-95	2644	107745	ST11	08-aug-96	3149
Cladonia stellaris, kvitkrull	LEV	106993	ST11	12-aug-94	1909	107514	ST11	21-jul-95	2366				
Cladonia stellaris, kvitkrull	DOD	106942	ST11	12-aug-94	2535	107503	ST11	22-jul-95	2246	107746	ST11	08-aug-96	2101
Cladonia stellaris, kvitkrull	DOD	106944	ST11	12-aug-94	3553	107509	ST11	22-jul-95	1733	107713	ST11	08-aug-96	1816
Cladonia stellaris, kvitkrull	DOD	106948	ST11	12-aug-94	3349	107511	ST11	22-jul-95	1816	107694	ST11	09-aug-96	1760
Cladonia stellaris, kvitkrull	DOD	106973	ST11	12-aug-94	3710	107513	ST11	22-jul-95	1923	107744	ST11	08-aug-96	2072
Cladonia stellaris, kvitkrull	DOD	106994	ST11	12-aug-94	3936	107515	ST11	21-jul-95	1760				
Antall prøver hvert år/No of samples					173				173				178

Rapporter utgitt innen Program for terrestrisk naturovervåking (TOV)

- * Løbersli, E.M. 1989. Terrestrisk naturovervåking i Norge. DN-rapport 8-1989: 1-98.
1. Fremstad, E. (red.). 1989. Terrestrisk naturovervåking. Rapport fra nordisk fagmøte 13.- 14.11. 1989. NINA Notat 2: 1-98.
 2. Holten, J.I., Kålås, J.A. & Skogland, T. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Forslag til overvåking av vegetasjon og fauna. NINA Oppdragsmelding 24:1-49.
 3. Heggberget, T. M. & Langvatn, R. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Bruk av fallvilt i miljøprøvebank. NINA Oppdragsmelding nr. 28: 1-21.
 4. Alterskjær, K., Flatberg, K.I., Fremstad, E., Kvam, T. & Solem, J.O. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Etablering og drift av en miljøprøve-bank. NINA Oppdragsmelding 25: 1-31.
 5. Sandvik, J. & Axelsen, T. 1992. Bestandsovervåking av trekkfugl ved fangst og trekktegninger. Belyst ved materiale innsamlet ved Jomfruland Fuglestasjon og Mølen Ornitologiske Stasjon. Naturundersøkelser A.S., (stensil): 1-168.
 6. Nygård, T. 1990. Rovfugl som indikatorer på forurensning i Norge. Et forslag til landsomfattende overvåking. NINA Utredning 21: 1-34.
 7. Kålås, J.A., Fiske, P. & Pedersen, H.C. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av miljøgiftbelastninger i dyr. NINA Oppdragsmelding 37: 1-15.
 8. Hilmo, O. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Børgefjell 1990. DN-notat 1991- 4: 1-38.
 9. Nybø, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Tungmetaller og aluminium i pattedyr og fugl. DN-notat 1991- 9: 1-62.
 10. Hilmo, O. & Wang, R. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Solhomfjell - 1990. DN-notat 1991- 6: 1-50.
 11. Johnsen, P. 1991. Maur i skogovervåking: Økologi og metoder. Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen. (stensil): 1-14.
 12. Bruteig, I.E. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende lavkartlegging på furu 1990. DN-notat 1991-8: 1-35.
 13. Frogner, T. 1991. Terrestrisk naturovervåking (TOV). Jordforsuringsstatus 1990. Norsk Institutt for Skogforskning (stensil):1-28.
 14. Jenssen, A. 1991. Terrestrisk naturovervåking (TOV). Jordovervåking i Solhomfjell og Børgefjell 1990. Norsk institutt for skogforskning (stensil): 1-20.
 15. Brattbakk, I., Høyland, K., Halvorsen Økland, R., Wilmann, B. & Engen, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990 i Børgefjell og Solhomfjell. NINA Oppdragsmelding 91: 1-90.
 16. Frisvoll, A. A. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Nitrogen i mose fra Agder og Trøndelag. NINA Oppdragsmelding 80: 1-19.
 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 62: 1-15.
 19. Bruteig, I.E. 1990. Landsomfattende kartlegging av epifyttisk lav på furu, Manual. Universitetet i Trondheim, AVH, Botanisk institutt, (stensil): 1-17.
 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 85: 1-41.
 21. Løken, A. 1990. Terrestrisk naturovervåking . Moser- en kjemisk analyse. Universitetet i Trondheim, inst. for org. kjemi, NTH og botanisk avd. Vitenskapsmuseet, (stensil).
 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: 1-21.
 23. Kvamme, H. 1991. Rapport for forprosjekt "Undersøkelse av stammelav på fjellbjørk". Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, (stensil).
 24. Kålås, J.A., Framstad, E., Fiske, P., Nygård, T. & Pedersen, H.C. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Metodemanual, smågnagere og fugl. NINA Oppdragsmelding 75: 1-36.
 25. Fremstad, E. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990. NINA Oppdragsmelding 42: 1-35.
 26. Fremstad, E. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1991. NINA Oppdragsmelding 83: 1-26.
 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.
 28. Skåre, J.U. & Føreid, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Organiske miljøgifter i hare og orrfugl. Fellesavdelingen for farmakologi og toksikologi, Veterinærinstituttet/Norges veterinærhøgskole, (stensil):1-10.
 - 29* Nybø, S. 1992. Terrestrisk naturovervåkingsprogram. Sammen- drag av resultater fra 1990. DN-rapport 1992-3: 1-30.
 29. Jenssen, A. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1991. Rapp. Skogforsk 9/92: 1-25.

30. Joranger, E. & Røyset, O. 1992. Program for terrestrisk natur-
overvåking. Overvåking av nedbørkjemi i Børgefjell,
Solhomfjell, Lund og Åmotsdalen 1990-91. Norsk institutt for
luftforskning, NILU OR: 58/92: 1-54.
31. Hilmo, O. & Wang, R. 1992. Terrestrisk naturovervåking.
Lavkartlegging i Åmotsdalen og Lund 1991. DN-notat 1992-
3: 1-73.
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 Oppdrags-
melding 132: 1-38.
33. Brattbakk, I., Gaare, E., Fremstad Hansen, K. & Wilmann, B.
1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking i
Åmotsdalen og Lund 1991. NINA Oppdragsmelding 131: 1-
66.
34. Bruteig, I.E. & Øien, D-i. 1992. Terrestrisk naturovervåking.
Landsomfattende kartlegging av epifyttisk lav på fjellbjørk.
Manual. ALLFORSK, Universitetet i Trondheim, (stencil): 1-27.
35. Wegener, C., Hansen, M. & Bryhn Jacobsen, L. 1992.
Vegetasjonsovervåking på Svalbard 1991. Effekter av reinbei-
te ved Kongsfjorden, Svalbard. Norsk Polarinstitut. Med-
delelser nr. 121: 1-54.
36. Kålås, J.A. & Lierhagen, S. 1992. Terrestrisk naturovervåking.
Metallbelastninger i lever fra hare, orrfugl og lirype i Norge.
NINA Oppdragsmelding 137: 1-72.
37. Fremstad, E. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjons-
overvåking 1992. NINA Oppdragsmelding 148: 1-23.
38. Hilmo, O., Bruteig, I.E. & Wang, R. 1993. Terrestrisk natur-
overvåking. Lavkartlegging i Møsvatn-Austfjell 1992. ALL-
FORSK, AVH: 1-50.
39. Brattbakk, I. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjons-
overvåking i Møsvatn-Austfjell. NINA Oppdragsmelding 209:
1-33.
40. Kålås, J.A. & Framstad, E. 1993. Terrestrisk naturovervåking.
Smågnagere, fugl og næringskjedestudier i Børgefjell, Åmots-
dalen, Møsvatn-Austfjell, Lund og Solhomfjell, 1992. NINA
Oppdragsmelding 221: 1-38.
41. Nygård, T., Jordhøy, P. & Skaare, J.U. 1993. Terrestrisk natur-
overvåking. Landsomfattende kartlegging av miljøgifter i
dvergfolk. NINA Oppdragsmelding 232: 1-24.
42. Tørseth, K. & Røyset, O. 1993. Terrestrisk naturovervåking.
Overvåking av nedbørkjemi i Ualand, Solhomfjell, Møsvatn,
Åmotsdalen og Børgefjell, 1992. Norsk institutt for luftforsk-
ning, NILU OR 13/93: 1-64.
43. Jensen, A. & Frogner, T. 1993. Terrestrisk naturovervåking.
Overvåking av jord og jordvann 1992. Rapp. Skogforsk 12/93:
1-21.
44. Gaare, E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Radiocesium-
målinger i planter, vegetasjon og rein fra Børgefjell, Dovre-
Rondane og Møsvatn-Austfjell 1992. NINA Oppdragsmelding
230:
45. Hannisdal, A. & Myklebust, I. 1994. Terrestrisk naturovervå-
king. Sammendrag av resultater fra 1990 - 1992. DN-rapport
1994 - 6: 1-76.
46. Bruteig, I.E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Epifyttisk lav
på bjørk - landsomfattende kartlegging 1992. ALLFORSK,
Universitetet i Trondheim: 1-42.
47. Kålås, J.A. & Myklebust, I. 1994. Akkumulering av metaller i
hjordedyr. NINA Utredning 58: 1-45.
48. Økland, R.H. 1994. Reanalyse av permanente prøveflater i
granskog i referanseområdet Solhomfjell, 1993. DN-utredning
1994 - 5: 1-42.
49. Tørseth, K. & Røstad, A. 1994. Overvåking av nedbørkjemi i
tilknytning til feltforskningsområdene, 1993. Norsk institutt
for luftforskning, NILU OR 25/94: 1-78.
50. Nygård, T., Jordhøy, P. & Skaare, J.U. 1994. Terrestrisk natur-
overvåking. Miljøgifter i dvergfolk i Norge. NINA Forsknings-
rapport 56: 1-33.
51. Eilertsen, O. & Often, A. 1994. Terrestrisk naturovervåking.
Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i
Gutulia nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding 285: 1-69.
52. Eilertsen, O. & Brattbakk, I. 1994. Terrestrisk naturovervåking.
Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i
Øvre Dividal nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding 286: 1-82.
53. Kålås, J.A., Framstad, E., Pedersen, H.C. & Strand, O. 1994.
Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere, fugl
og næringskjedestudier i TOV-områdene, 1993. NINA
Oppdragsmelding 296: 1-47.
54. Wang, R. & Bruteig, I.E. 1994. Terrestrisk naturovervåking.
Lavkartlegging i Gutulia og Dividal. ALLFORSK Rapport 1: 1-
51.
55. Gaare, E. 1994. Overvåking av 137 Cs i TOV-områdene
Dividal, Børgefjell, Dovre/Rondane, Gutulia og Solhomfjell
sommeren 1993. NINA Oppdragsmelding 300: 1-29.
56. Berg, I.A. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av
jord og jordvann 1993. Rapp. Skogforsk 17/94: 1-17.
57. Jacobsen, L.B. 1994. Reanalyse av permanente prøveflater i
overvåkingsområdet ved Kongsfjorden, Svalbard 1994. Norsk
Polarinstitut. Rapport nr 87: 1-29.
58. Tørseth, K. & Johnsrud, M. 1994. Program for terrestrisk
naturovervåking. Tilførsler til Gutulia og Dividalen og repre-
sentativitet av nærliggende NILU stasjoner. Norsk institutt for
luftforskning, NILU TR 17/94: 1-38.

59. Strand, O., Espelien, I.E. & Skogland, T. 1995. Metaller og radioaktivitet i villrein fra Rondane. NINA fagrapport 05: 1-40.
60. Berg, I.A. 1995. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann 1994. Rapp. Skogforsk 8/95: 1-12.
61. Tørseth, K. & Hermansen, O. 1995. Overvåking av nedbørkjemmi i tilknytning til feltforskningsområdene, 1994. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 33/95: 1-53.
62. Kålås, J.A., Framstad, E., Pedersen, H.C. & Strand, O. 1995. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere, fugl og næringskjedestudier i TOV-områdene, 1994. NINA Oppdragsmelding 367: 1-52.
63. Nygård, T. 1995. Tungmetaller i fjær fra dvergfalk i Norge. NINA Oppdragsmelding 373: 1-18.
64. Espelien, I. 1995. Undersøkelse av metaller i reinsdyr fra Troms og Finnmark. NINA Oppdragsmelding 442: 1-13.
65. Bruteig, I.E. og Wang, R. 1996. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Solhomfjell og Børgefjell 1995. ALLFORSK Rapport 7: 1-42.
66. Eilertsen, O. 1996. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Børgefjell nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding 408: 1-84
67. Tørseth, K. 1996. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 1995. SFT rapport nr. 663/96: 1-189.
68. Berg, I.A. 1996. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann 1995. Rapp. Skogforsk 12/96: 1-23.
69. Kålås, J.A.(red).1996. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere, fugl og næringskjedestudier i TOV- områdene, 1995. NINA Oppdragsmelding 429: 1-36.
70. Sjøbakk, T.E. & Steinnes, E. 1997. Forekomst av tungmetaller i jordprofiler fra overvåkingsflater i ulike deler av Norge. DN-utredning 1997-3: 1-29.
71. Strand, O., Severinsen, T. & Espelien, I. 1997. Metaller og radioaktivitet i fjellrev. NINA Oppdragsmelding (under utarbeiding).
72. Direktoratet for naturforvaltning. 1997. Natur i endring. Program for terrestrisk naturovervåking 1990-95. DN-Rapport Trondheim: 1-160.
73. Kålås, J.A.(red).1997. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere og fugl i TOV-områdene, 1996. NINA Oppdragsmelding 484: 1-37.
74. Berg, I.A. & Aamlid, D. 1996. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann - Årsrapport 1996. Rapp. Skogforsk 4/97: 1-21.
75. Tørseth, K., Manø, S. & Pacyna, J.M. 1997. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 1996. SFT rapport. 703/97: 1-205.
76. Bruteig, I.E. & Øien, D.I. 1997. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattande gjenkartlegging av epifyttisk lav på bjørk 1997. Manual. ALLFORSK Rapport 8: 1-22.
77. Kålås, J.A. & Øyan, H.S. 1997. Terrestrisk naturovervåking. Metaller, selen, kalsium og fosfor i elg, hjort og rådyr, 1995-96. NINA Oppdragsmelding 491: 1-22.
78. Økland, R.H. 1997. Reanalyse av permanente prøveflater i barskog i overvåkingsområdet Solhomfjell 1995. Bot. Hage Mus. Univ. Oslo Rapp. (under utarbeiding).
79. Severinsen, T. 1997. Terrestrisk naturovervåking - Metaller i rype fra Svalbard. Norsk Polarinstitutt. Rapportserie. Nr. xx (under utarbeiding).
80. Gaare, E. & Wilmann, B. 1997. Skyldes død lav i Nordfjella villreinområde klima eller forurensning? NINA Oppdragsmelding 504: 1-13.
81. Bruteig, I.E. 1998. Terrestrisk naturovervåking. Gjenkartlegging av epifyttisk lav i Åmotsdalen og Lund 1996. ALLFORSK Rapport 9: 1-40 (under utarbeiding)
82. Gaare, E. & Strand, O. 1998. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av 137Cs i Dovre/Rondane i perioden 1994-1996. NINA Oppdragsmelding 535: 1-13.
- Kålås, J.A. (red.). 1998. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, Hare, smågnagere og fugl i TOV-områdene, 1997. NINA Oppdragsmelding 547.

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).
- * Effektene av langtransportert forurensning overvåkes. Innblikk 1-97.

Henvendelser vedrørende rapportene rettes til utførende institusjoner.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0921-7

535

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7005 TRONDHEIM
Telefon: 73 80 14 00
Telefax: 73 80 14 01

NINA
Norsk institutt
for naturforskning