

Radiocesium i villreinkjøtt

Overvåking av kjøtt og lav i villreinområder i 2008

Eldar Gaare
Lavrans Skuterud



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

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

Annen publisering

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

Norsk institutt for naturforskning

Radiocesium i villreinkjøtt og lav

**Overvåking av kjøtt og lav i villreinområder i
2008**

**Eldar Gaare
Lavrans Skuterud**

Gaare, E. & Skuterud, L. 2009. Radiocesium i villreinkjøtt og lav.
Overvåking av kjøtt og lav i villreinområder i 2008 – NINA Rapport 446.
15 s.

Trondheim, januar 2009

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-2012-5

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Kjetil Bevanger

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Inga E. Bruteig (sign.)

OPPDRAUGSGIVER(E)

Statens strålevern

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Runhild Gjelsvik

FORSIDEBILDE

I august samles planteprøver. Her på Storflya i Nord-Rondane
villreinområde.

Foto Gösta Hansson

NØKKEWORD

Nord-Rondane, Nord-Ottadal, Forollhogna, Snøhetta, Hardang-
ervidda, Setesdal-Ryfylkeheiene, rein, lav, overvåking av Cs-137

KEY WORDS

Rondane North, Ottadal North, Forollhogna, Snøhetta, Har-
dangervidda, Setesdal-Ryfylkeheiene, wild reindeer, lichens,
monitoring Cs-137

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Polarmiljøsenteret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkeldgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Gaare, E. & Skuterud, L. 2009. Radiocesium i villreinkjøtt og lav. Overvåking av kjøtt og lav i villrein-områder i 2008. – NINA Rapport 446. 15 s.

Overvåkingen av nedfallet av Cs-137 i ulike plante- og dyrearter i naturlige økosystemer startet samme år som Tsjernobylulykken inntraff (1986). For villrein har NINA fortsatt årlige innsamlinger av kjøtt. Etter 2001 har prøvetaking vært gjort i villreinområdene Setesdal-Ryfylkeheiene, Hardangervidda, Nord-Ottadalen, Snøhetta og Nord-Rondane. Fra 2008 ble også prøver fra Forollhogna målt. Hvert år blir til sammen 50-90 prøver analysert. Denne rapporten omfatter innsamlinger gjort i tilknytning til villreinjakta 2008.

På faste prøvefelter i Nord-Rondane og Knudshø samles også siden 1986 årlig noen av villreins beiteplanter og lav.

Nedfallet ble avsatt med nedbør og ble fordelt flekkvis i stor som liten skala. Variasjonen kan derfor være stor og vi rapporterer derfor mediane verdier. Med beiteplantene får reinen i seg Cs-137, og kjøttprøver fra Setesdal-Ryfylkeheiene og Hardangervidda viser de laveste verdier, i 2008 henholdsvis 85 Bq/kg og 130 Bq/kg. Kjøttmålingene referer verdier i rått kjøtt. I Ottadalen Nord finner vi noe mer; 145 Bq/kg. I Snøhettaområdet var medianen av de 18 innsendte prøvene 194 Bq/kg. Variasjonen i dette området er stor, laveste og høyeste måling er 47 og 1056. De 13 prøvene fra Forollhogna varierte lite og medianen var 241 Bq/kg. I Rondane Nord finner vi gjennomgående de høyeste verdier, medianen av de 17 prøvene i 2008 var 578, men varierte også her mye, 284 til 2573 Bq/kg. Det er sannsynlig at et varierende inntak særlig av sopp forklarer variasjonen. Rødbelteslørsopp samlet i området i august og viste mer enn 7000 Bq/kg tørr sopp. Beitelavene i dette området viser nå mellom 1000 og 1500 Bq/kg. Lavarer samlet årlig øst for Grønbakken gård på Dovrefjell viste i 1987 ca 12000 Bq/kg. Nå ble de målt til 500-1000 Bq/kg, om lag halvparten av verdiene i lav fra Storflya i Nord-Rondane.

I Nord-Rondane har vi også for villrein en nesten sammenhengende måleserie fra 1986. Nedgangen av radiocesium i reinkjøtt er vesentlig raskere enn det den fysiske nedbryting av Cs-137 skulle tilsi. Regnet over alle år 1986-2007 er halveringstiden 7 år; den fysiske nedbryting har en halveringstid på 30 år. Imidlertid er nedgangen i kjøttet raskest de 10 første årene; halveringstid 4 år. Dette er i tråd med hva andre har vist. Fra 1996 til 2008 er halveringstiden ca 25 år, lite forskjellig fra den fysiske. Vi vil derfor trolig kunne måle sporene etter Tsjernobylulykken lenge ennå.

Seks storlavarer fra rabbene der reinen finner vinterbeite har en langt lavere halveringstid, 4,5-6 år. Den er ikke på samme måte påvirket av hvilke periode den beregnes over.

Fram til 2000 har overvåkingen vært finansiert av Direktoratet for naturforvaltning, fra 2001 av Statens strålevern.

Eldar Gaare, NINA, 7485 Trondheim. eldar.gaare@nina.no. Lavrans Skuterud, Statens strålevern, Grini næringspark 13, 1361 Østerås. lavrans.skuterud@nrpa.no

Abstract

Gaare, E. & Skuterud, L. 2009. Radiocaesium in reindeer meat. Monitoring of meat and lichens in Norwegian wild reindeer ranges in 2008 . – NINA Report 446 15 pp.

Monitoring of Cs-137 levels from the Chernobyl accident in plant and animal tissues from natural ecosystems in Norway started few weeks after the accident in April 1986. The Norwegian Institute for Nature Research (NINA) has continued annual collection of wild reindeer meat for this purpose, from 2001 from five reindeer areas of Southern Norway: Setesdal-Ryfylke, Hardangervidda, Nord-Ottadalen, Snøhetta and Nord-Rondane. This year data from Forollhogna has also been included. In each year 50-90 samples are analyzed. We report here the results from collections made during the hunting season, 20. August to 30. September in 2008.

In addition, collections of selected plants and lichens grazed by reindeer have been taken from fixed sample areas in North-Rondane and Knudshø.

The fallout was washed out from the atmosphere by precipitation and shows a patchy distribution on a large as on a small scale. Variation may thus be large and we report median values. All meat samples refers to values from fresh meat. The reindeer absorbs Cs-137 from its diet; meat samples collected in the southernmost ranges Setesdal-Ryfylke og Hardangervidda often show the lowest values, in 2008, 85 Bq/kg and 130 Bq/kg. In Nord-Ottadal we found, as usual, a higher value, 145 Bq/kg. In Snøhetta range, the northernmost, the median of the 18 samples received was 194 Bq/kg. Variation in this area is large, from 47 to 1056. This year 13 samples from Forollhogna range were included. We found only a small variation and the median was 241. The easternmost range, Rondane–Nord, shows in most years the highest values, however the median from 17 samples in 2008 was 578 Bq/kg, but varied from 284 to 2573. The variation may be due to diet variations mainly in the intake of mushrooms. *Cortinarius armillatus* collected in August 2008 showed more than 7000 Bq/kg dry fungus. Lichens grazed from this area currently show values between 1000 and 1500 Bq/kg. Lichens collected from a annually visited sampling area east of Grønbakken farm in the Dovrefjell mountains showed in 1987 about 12 000 Bq/kg. Now, they measure from 500-1000, half the values found in the same species collected in Storflya, North-Rondane.

In one of the ranges, North-Rondane, we also have a data series for reindeer meat from 1986. The annual reduction in measured values is greater than what would be expected based upon the physical half-life of Cs-137. The effective ecological half-life calculated over all years is 7; the physical half-life is 30 years. However, the ecological half-life over the 10 first years is only 4 years. Calculated over the period 1996-2007 the half-life is about the same as the physical one, 25 years. It appears as if we will be able to measure the fall-out from Chernobyl for a long time yet.

Six species of lichens growing on the ground, on spots where reindeer find winter feed, do have a much shorter half-life, 4.5 - 6 years. This figure is not very sensitive to the time period used for calculation.

Up to 2000 the monitoring reported was financed by the Directorate for Nature Management, from 2001 by Norwegian Radiation Protection Authority.

Eldar Gaare, NINA, NO-7485 Trondheim, eldar.gaare@nina.no.
Lavrans Skuterud, Norwegian Radiation Protection Authority, Grini næringspark 13, NO-1361 Østerås, lavrans.skuterud@nrpa.no

Innhold

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| Sammendrag | 3 |
| Abstract | 4 |
| Innhold..... | 5 |
| Forord | 6 |
| 1 Innledning..... | 7 |
| 2 Materiale og metoder | 7 |
| 3 Resultater | 8 |
| 4 Referanser | 15 |

Forord

Kort etter Tsjernobylulykken i 1986 organiserte Forskningsavdelingen ved Direktoratet for naturforvaltning et program for innsamlinger av prøver fra norske utmarksøkosystemer. Prøvene ble analysert for Cs-137 og omfattet i løpet av programperioden på fem år mange ulike arter av planter, insekter, fugler og dyr fra landbaserte miljøer. Programmet omfattet også limniske miljøer, ferskvannsfisk og deres byttedyr. Ved et overvåkingsprogram har Norsk institutt for naturforskning (NINA) videreført sentrale deler av dataseriene fram til i dag. NINA er ved dette en del av Direktoratet for naturforvaltnings (DN) beredskapsplan ved atomulykker. Siden 2001 er finansieringen av denne overvåkingen overtatt av Statens strålevern. Her rapporteres resultat av måling av reinsdyrkjøtt i 2008 i seks villreinområder i Sør-Norge. Vi har også med målinger av seks storlavarter samlet på et prøvetakingsfelt øst for E6 4 km sør for Kongsvold fjellstue.

Vi takker Strålevernet for oppdraget. Vi takker også alle som har samlet og sendt inn prøver. Mange er ukjente for oss, men uten innsatsen i felt vil vi ikke bli i stand til å skaffe oversikt og innsikt i hva som skjer.

Trondheim, januar 2009
Eldar Gaare og Lavrans Skuterud

1 Innledning

Nedfallet fra Tsjernobylulykken i 1986 ble for det meste vasket ut av regnskurer og ble svært flekkvis avsatt over landet (Backe m.fl. 1987). Når særlig reinens opptak har fått slik oppmerksomhet, skyldes det dens spesielle rolle som overføringsorganisme til mennesket (Gaare & Staaland 1994, Mehli m.fl. 2000, Skuterud m.fl. 2005a). Villreinområdene fikk forskjellig mengde nedfall, og av de områdene vi overvåker fikk deler av Nord-Rondane og Snøhetta mest. Også innenfor områdene, i mindre skala, er nedfallet flekkvis avsatt (Haugen 1992). Småskalavariasjonen skyldes blant annet vekslning mellom barflekker og snø da nedfallet kom. Det skyltes også værforholdene i de fjellområder det gjelder: "delvis skyet med enkelte lokale regnskurer". Siden dyr får i seg radioaktivt cesium med føden og beitets innhold varierer, fører det til variasjon i konsentrasjonene i reinkjøttet. På bakgrunn av målte lavprøver er variasjonen størst i Snøhetta villreinområde (Gaare 1990, 1991). Variasjonen som skyldes denne ulike fordelingen av nedfallet kompenseres noe ved at dyrene beiter over store områder, men erfaringen er at det mellom ulike dyr ofte er store forskjeller pga. individers ulike beitepreferanser m.m.

Vi rapporterer her resultatet av innsamlinger og målinger i året 2008. Tidligere er rapportert målinger fra perioden før 1996 (Gaare & Strand 1998), 1997-1999 (Gaare m.fl. 2000, Liland m.fl. 2001), 2001 (Gaare 2002), 2003-2005 (Gaare & Skuterud 2006), 2006 (Gaare & Skuterud 2007) og 2007 (Gaare & Skuterud 2008). Alle data er lagret elektronisk hos NINA.

2 Materiale og metoder

Kjøttprøvene som måles er fra reinsdyr felt under ordinær høstjakt (jaktidsramme 20.8-30.9). Det er i 2008 innsamlet 78 prøver fra de fem faste overvåkingsområdene: Setesdal-Ryfylke (4 simler, 4 bukker), Hardangervidda (10 simler), Nord-Ottadalen (25 simler), Snøhetta (15 simler, 3 bukker) og Nord-Rondane (15 simler, 2 bukker). I tillegg er tatt med en innsamling i Forollhogna (13 simler).

Jaktoppsynet har hånd om den fysiske innsamlingen, og i de fleste områder er det Statens naturoppsyn (SNO) som organiserer dette oppsynet. I Snøhetta var det i 2008 Oppdal fjellstyre og i Nord-Rondane Dovre fjellstyre. I alle de aktuelle villreinområdene har NINA også ansvar for innsamling av demografiske parametere i et overvåkingsprogram for hjortevilt. Kjøttet som brukes til måling av Cs-137, hentes fra nakken på det nyslaktede dyret, fryses så snart som mulig og sendes sammen med underkjeven (for senere aldersbestemmelse og kondisjonsmåling) og opplysninger om slaktevekt, fellingssted mm. Alt sendes samlet fra hvert område. Prøvene kommer til NINA seint i november og her blir kjøttprøvene tørket, malt og analysert på en CompuGamma 1282 med en 3" Nal brønndetektor. Telletiden, 10000 s, er valgt slik at tellefeilen er mindre enn 10% (Næumann & Gaare 1991). Resultatene gis i Bq/kg. På grunn av frysing og varierende lagringsforhold vil prøvenes vanninnhold endres over tid. Vi angir likevel resultatene som målt i ferskt kjøtt, i det vi forutsetter at det er 25 % tørrstoffinnhold i kjøttet.

Selv om nedfallet er heterogent fordelt i terrenget ønsker vi likevel å vise generelle trekk i endringen i materialet fra hvert av områdene. For å oppnå det søker vi å standardisere prøvetakingen. Målet er å få prøver fra 15 voksne simler, hvert år hentet fra samme delstrøk av villreinområdet. I alle fall ønsker vi oppgitt fellingsstedets geografiske koordinater. I praksis må en gjøre kompromisser, noe som framgår av årets målinger vist i tabell 1. Bare Oppdal har lokalisert fellingsstedet til UTM-koordinater.

Vi angir medianen som sammendrag for hvert område. Derved unngår vi at enkelte ekstremverdier får for stor vekt.

Planter og lav som er rapportert her er innsamlet på et fast prøvetakingsfelt på Dovrefjell, 4 km sør for Kongsvold fjeldstue. Her samles artene fjelltagg (*Bryocaulon divergens*), rabbeskjegg

(*Alectoria ochroleuca*), gulskinn (*Flavocetraria nivalis*), fjellreinlav (*Cladonia arbuscula* ssp. *mitis*), kvitkrull (*Cladonia stellaris*) og saltlav (*Stereocaulon paschale*) i fem paralleller over et 10000-15000 m² (1-1,5 ha) stort område. Prøvene sorteres på laboratoriet i levende og død del før de tørkes og knuses. Ca 2-3 g måles i gammatelleren.

3 Resultater

Resultatene av alle målingene av reinkjøtt finnes i tabell 1. Sammendrag og trender framgår av figurene 1 og 2.

Oversikt over endringene fra år til annet i perioden 2001 – 2008 i hvert av de faste overvåkingsområdene framgår av figur 1. Snøhetta og Nord-Rondane viser de største variasjonene. Hovedårsaken til den store variasjonen innen samme år tror vi er at nedfallet, som nevnt, er ujevnt fordelt i terrenget. Dette verifiseres av innsamlinger av reinlav fra ulike deler av området foretatt i 1986 og 2008 (Gaare upubliserte data).

Tabell 1. Aktivitet av Cs-137 i nakkekjøtt av villrein, i 2008. Prøvene er målt med CG 1282, en gammateller med 3" brønndetektor. Telletid er 10000 s. Her er angitt verdien i ferskt kjøtt. Blanke ruter mangler data. Kjønn 1 = hann, 2 = hunn. "Slaktevekt" er dels basert på veid slakt, dels anslått. Alder er anslått for dyr eldre enn 1,5 år. For hvert område er oppsummert gjennomsnitt og median, dessuten er spredning indikert ved variasjonskoeffisient og 25 og 75 % kvartiler.

| 2008 | Kontrollkort- nummer | Fellingsdato | Cs-137 ± SD (%) | | Kjønn | Alder | Sl.vekt |
|--|-------------------------|--------------|-----------------|--------|-------|-------|---------|
| Hardangervidda, områdenummer 5101 | | | | | | | |
| 5688 | 8862 | 21.08.2008 | 56 | 8,78 % | 2 | | 25 |
| 5689 | | 07.09.2008 | 219 | 7,00 % | 2 | 2 | 28 |
| 5690 | 8550 | 08.09.2008 | 166 | 7,72 % | 2 | 10 | 39 |
| 5691 | 8615 | 20.08.2008 | 105 | 8,05 % | 2 | 3 | 35 |
| 5692 | 8709 | 25.08.2008 | 130 | 8,09 % | 2 | 4 | 41 |
| 5693 | 8449 | 26.08.2008 | 391 | 6,99 % | 2 | 4 | 28 |
| 5694 | 8988 | 23.08.2008 | 47 | 9,25 % | 2 | | 30 |
| 5695 | 8575 | 05.09.2008 | 96 | 8,59 % | 2 | | 32 |
| 5696 | 8572 | 05.09.2008 | 131 | 8,20 % | 2 | | 27 |
| 5697 | 8894 | 05.09.2008 | 233 | 7,83 % | 2 | 15 | 24 |
| Gjennomsnitt og variasjonskoeffisi- ent (%) | | | 157 | 65 | | | |
| Median og 25 og 75 % kvartiler | | | 130 | 98 | 205 | | |
| Snøhetta, områdenummer 5102 | | | | | | | |
| 5698 | 2804 | 07.09.2008 | 172 | 7,87 % | 2 | 6 | 43 |
| 5699 | 2817 | 20.08.2008 | 70 | 8,34 % | 2 | 3 | 40 |
| 5700 | 2752 | 14.09.2008 | 1056 | 7,65 % | 2 | 15 | 31 |
| 5701 | 2822 | 15.09.2008 | 802 | 7,57 % | 2 | 7 | 29 |
| 5702 | 2776 | 15.09.2008 | 343 | 7,31 % | 2 | 3 | 28 |
| 5703 | 2802 | 20.08.2008 | 97 | 7,86 % | 2 | 6 | 36 |
| 5704 | 2753 | 07.09.2008 | 271 | 8,08 % | 2 | 2 | 30 |
| 5705 | 2793 | 21.08.2008 | 299 | 7,58 % | 2 | 5 | 29 |

Tabell 1 forts.

| 2008 | Kontrollkort- nummer | Fellingsdato | Cs-137 ± SD (%) | | Kjønn | Alder | Sl.vekt |
|--|-------------------------|--------------|-----------------|---------|-------|-------|---------|
| 5706 | 2833 | 31.08.2008 | 410 | 7,55 % | 2 | 4 | 39 |
| 5707 | 2901 | 20.08.2008 | 397 | 7,89 % | 2 | 4 | 30 |
| 5708 | 2819 | 21.08.2008 | 96 | 8,37 % | 2 | 5 | |
| 5709 | 2777 | 13.09.2008 | 465 | 7,81 % | 2 | 2 | 34 |
| 5710 | 2761 | 10.09.2008 | 124 | 7,81 % | 1 | 7 | 85 |
| 5711 | 2764 | 20.08.2008 | 47 | 8,74 % | 1 | 4 | 53 |
| 5712 | 2765 | 20.08.2008 | 54 | 8,89 % | 1 | 4 | 54 |
| 5713 | 20000 | 21.08.2008 | 109 | 7,92 % | 2 | 2 | |
| 5714 | 20001 | 21.08.2008 | 110 | 7,66 % | 2 | 5 | |
| 5715 | 2800 | 07.09.2008 | 215 | 7,85 % | 2 | | 26 |
| Gjennomsnitt og variasjonskoeffisi- ent | | | 285 | 95 | | | |
| Median og 25 og 75 % kvartiler | | | 194 | 100 | 384 | | |
| Forollhogna, områdenummer 5105 | | | | | | | |
| 5724 | 6238 | 24.08.2008 | 163 | 7,73 % | 2 | 3 | 36 |
| 5725 | 6226 | 20.09.2008 | 507 | 7,72 % | 2 | 10 | 33 |
| 5726 | 6240 | 30.08.2008 | 197 | 7,21 % | 2 | | 33 |
| 5727 | 6312 | 02.09.2008 | 299 | 7,72 % | 2 | 5 | |
| 5728 | 6242 | 23.08.2008 | 96 | 8,42 % | 2 | 4 | 35 |
| 5729 | 6272 | 14.09.2008 | 328 | 7,72 % | 2 | 5 | 42 |
| 5730 | 6244 | 13.09.2008 | 318 | 7,31 % | 2 | | 34 |
| 5731 | 6255 | 29.08.2008 | 193 | 7,39 % | 2 | 3 | 36 |
| 5732 | 6256 | 31.08.2008 | 277 | 7,96 % | 2 | 4 | |
| 5733 | 6249 | 14.09.2008 | 241 | 7,62 % | 2 | 2 | |
| 5734 | 6250 | 23.09.2008 | 198 | 7,50 % | 2 | 7 | 40 |
| 5735 | 6239 | 18.09.2008 | 393 | 7,78 % | 2 | 7 | 42 |
| 5736 | 6254 | 24.08.2008 | 116 | 8,11 % | 2 | 2 | 40 |
| Gjennomsnitt og variasjonskoeffisi- ent | | | 256 | 45 | | | |
| Median og 25 og 75 % kvartiler | | | 241 | 193 | 318 | | |
| Setesdal-Ryfylke, områdenummer 5103 | | | | | | | |
| 5716 | 596 | 20.09.2008 | 87 | 8,15 % | 1 | 3 | 44 |
| 5717 | 7779 | 22.08.2008 | 20 | 11,97 % | 1 | 7 | 70 |
| 5718 | 562 | 22.08.2008 | 51 | 8,87 % | 1 | | |
| 5719 | 9235 | 07.09.2008 | 83 | 8,04 % | 2 | 5 | 31 |
| 5720 | 9239 | 12.09.2008 | 73 | 8,16 % | 2 | 8 | 32 |
| 5721 | 586 | 21.08.2008 | 141 | 8,18 % | 1 | 6 | 78 |
| 5722 | 9193 | 22.08.2008 | 194 | 7,55 % | 2 | 7 | |
| 5723 | 588 | 21.08.2008 | 109 | 7,69 % | 2 | 2 | 42 |
| Gjennomsnitt og variasjonskoeffisi- ent | | | 95 | 57 | | | |
| Median og 25 og 75 % kvartiler | | | 85 | 67 | 117 | | |
| Nord-Rondane, områdenummer 5107 | | | | | | | |
| 5737 | 4976 | 13.09.2008 | 627 | 7,36 % | 2 | 2 | 34 |
| 5738 | 4615 | 02.09.2008 | 358 | 7,56 % | 2 | 6 | 32 |

Tabell 1 forts.

| 2008 | Kontrollkort-nummer | Fellingsdato | Cs-137 | ± SD (%) | Kjønn | Alder | Sl.vekt |
|--|---------------------|--------------|--------|----------|-------|-------|---------|
| 5739 | 4625 | 24.08.2008 | 489 | 7,88 % | 2 | 3 | 34 |
| 5740 | 4721 | 06.09.2008 | 2573 | 7,50 % | 2 | 7 | 31 |
| 5741 | 4733 | 21.08.2008 | 767 | 7,62 % | 2 | 2 | 30 |
| 5742 | 4622 | 06.09.2008 | 567 | 7,76 % | 2 | 6 | 34 |
| 5743 | 4627 | 24.09.2008 | 284 | 7,07 % | 2 | 2 | 31 |
| 5744 | 4632 | 05.07.2008 | 472 | 7,81 % | 2 | 8 | 39 |
| 5745 | 4602 | 02.09.2008 | 578 | 7,43 % | 2 | 10 | 34 |
| 5746 | 4738 | 01.09.2008 | 1247 | 7,50 % | 2 | 3 | 30 |
| 5747 | 5003 | 13.09.2008 | 715 | 7,36 % | 2 | 5 | |
| 5748 | 5070 | 13.09.2008 | 883 | 7,02 % | 1 | 2 | 32 |
| 5749 | 4863 | 13.09.2008 | 722 | 7,52 % | 1 | 2 | 35 |
| 5750 | 5119 | 14.09.2008 | 1165 | 7,65 % | 2 | 5 | 42 |
| 5751 | 4849 | 21.08.2008 | 324 | 7,53 % | 2 | 7 | 35 |
| 5752 | 5125 | 06.09.2008 | 545 | 7,05 % | 2 | 4 | 32 |
| 5753 | 5202 | 06.09.2008 | 379 | 7,70 % | 2 | | 26 |
| Gjennomsnitt og variasjonskoeffisient | | | 747 | 73 | | | |
| Median og 25 og 75 % kvartiler | | | 578 | 472 | 767 | | |

Tabell 1 forts.

Nord-Ottadal, områdenummer 5111

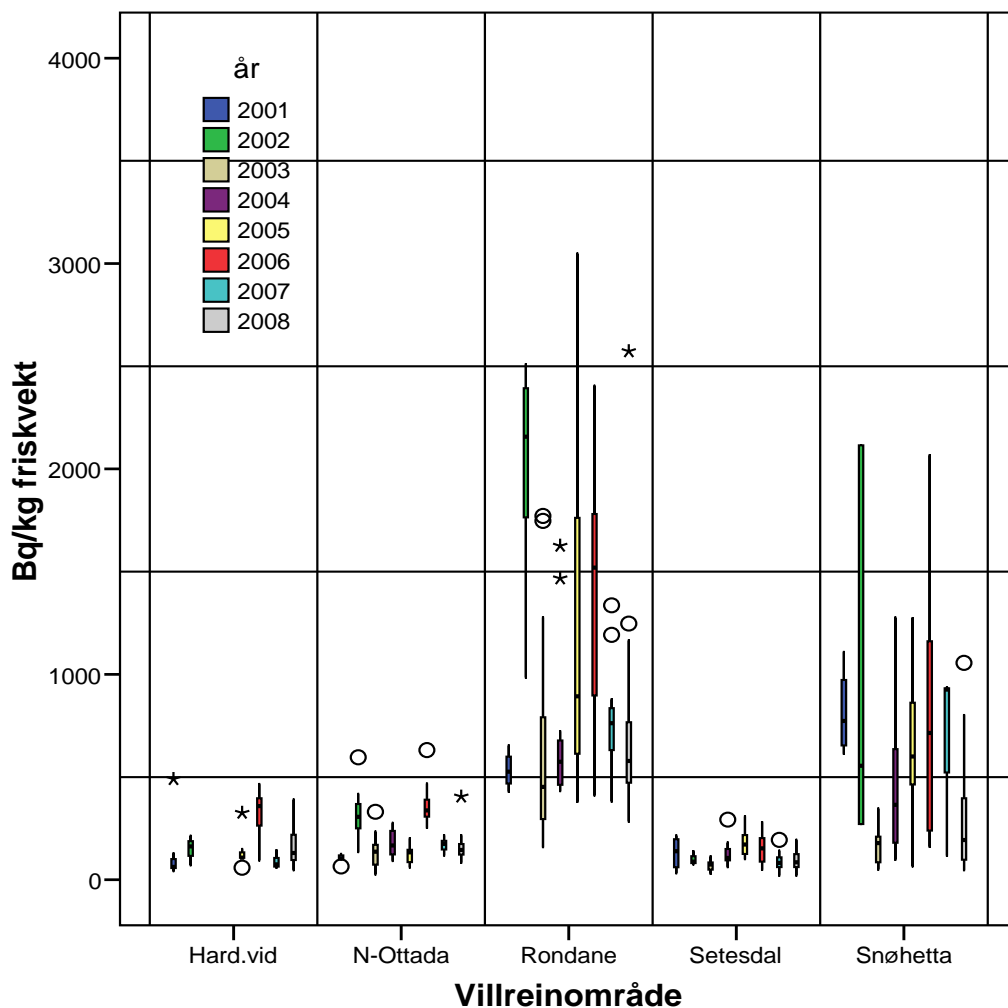
| | | | | | | | |
|--|------|------------|-----|---------|-----|----|----|
| 5754 | 1336 | 20.08.2008 | 145 | 7,88 % | 2 | 4 | 35 |
| 5755 | 1255 | 22.08.2008 | 164 | 8,07 % | 2 | 5 | 40 |
| 5756 | 1328 | 21.08.2008 | 123 | 8,25 % | 2 | 5 | 40 |
| 5757 | 2047 | 01.09.2008 | 113 | 7,89 % | 2 | 7 | 40 |
| 5758 | 1907 | 02.09.2008 | 186 | 7,69 % | 2 | 5 | |
| 5759 | 1539 | 06.09.2008 | 212 | 8,04 % | 2 | 3 | 32 |
| 5760 | 1905 | 02.09.2008 | 121 | 8,29 % | 2 | 5 | |
| 5761 | 1843 | 02.09.2008 | 123 | 8,20 % | 2 | | 30 |
| 5762 | 1524 | 29.08.2008 | 132 | 7,48 % | 2 | 5 | 35 |
| 5763 | 1569 | 02.09.2008 | 124 | 7,98 % | 2 | 10 | |
| 5764 | 1520 | 23.08.2008 | 174 | 8,04 % | 2 | 6 | 35 |
| 5765 | 1551 | 29.08.2008 | 105 | 8,26 % | 2 | 4 | 32 |
| 5766 | 1538 | 29.08.2008 | 179 | 7,96 % | 2 | 8 | 35 |
| 5767 | 1515 | 06.09.2008 | 203 | 7,95 % | 2 | 6 | 35 |
| 5768 | 1856 | 27.08.2008 | 150 | 7,48 % | 2 | 7 | 33 |
| 5769 | 1941 | 05.09.2008 | 217 | 7,76 % | 2 | 3 | 35 |
| 5770 | 1775 | 26.08.2008 | 128 | 7,56 % | 2 | 3 | 30 |
| 5771 | 1849 | 26.08.2008 | 149 | 7,88 % | 2 | | 35 |
| 5772 | 1831 | 27.08.2008 | 150 | 7,91 % | 2 | 7 | 27 |
| 5773 | 1572 | 29.08.2008 | 83 | 10,30 % | 2 | 4 | 25 |
| 5774 | 1203 | 02.09.2008 | 162 | 7,19 % | 2 | | |
| 5775 | 1500 | 02.09.2008 | 137 | 8,17 % | 2 | 5 | |
| 5776 | 1848 | 29.08.2008 | 116 | 7,69 % | 2 | 3 | 35 |
| 5777 | 1971 | 25.08.2008 | 129 | 7,32 % | 2 | 5 | 35 |
| 5778 | 1890 | 02.09.2008 | 405 | 7,81 % | 2 | 15 | |
| Gjennomsnitt og variasjonskoeffisient | | | 157 | 39 | | | |
| Median og 25 og 75 % kvartiler | | | 145 | 123 | 174 | | |

For ett område, Nord-Rondane, har vi en nesten komplett serie tilbake til 1986, det året Tsjernobylulykken inntraff i april. Denne er vist i figur 2. På grunn av fysisk omdanning i atomkjernen, vil halvparten av det Cs-137 som kom fra Tsjernobyl være borte i løpet av 30 år. Figuren viser at nedgangen i reinsdyrkjøtt har skjedd vesentlig raskere enn hva den fysiske omdanningen av Cs-137 alene skulle tilsi. Dette skyldes at noe Cs-137 også fjernes ved utvasking og avrenning, mens mye av det som blir igjen blir bundet i jorda. Den observerte nedgangen i økosystemet, såkalt effektiv eller effektiv økologiske halveringstid, er altså vesentlig kortere enn den fysiske, og ligger på om lag 7 år dersom vi ser hele perioden 1986 – 2007 under ett. Den eksponentielle linjen tilpasset hele perioden underestimerer konsentrasjonene de første og siste årene (se figur 2). Dette indikerer at reduksjonen i konsentrasjoner gikk raskere de første årene, og senere de siste årene. Tilsvarende observasjoner er gjort hos tamrein både i Norge (Skuterud m.fl. 2005b) og Sverige (Åhman 2007). Åhman (2007) foreslår derfor å analysere perioden delt i to. Med slik deling får vi ei halveringstid på ca. 3,9 år for perioden 1986-1996, tilsvarende resultatene i tamrein (Skuterud m.fl. 2005b, Skuterud m.fl. 2007, Åhman 2007). For 1996-2008 får vi en halveringstid på ca 25 år. Se også fjorårets rapport hvor dette er drøftet (Gaare og Skuterud 2008). Mangelen på tydelig nedgang i konsentrasjoner indikerer at det har skjedd lite utvasking og videre binding av cesium i jorda etter midten av 1990-tallet. Observasjonene de siste ti årene tyder derfor på at det nå er den fysiske halveringstiden som har størst betydning for nedgangen i konsentrasjoner over tid.

Figur 2 viser også at selv om det gjennomgående er nedgang, så kan enkelte år vise betydelig forhøyede konsentrasjoner. Enkelte år er det mye sopp og vi antar at de høye konsentrasjonene i 2002 og 2006 skyldes sopp. Dessverre finnes ikke systematiske registreringer av soppforekomstene de enkelte år. Imidlertid var det både høsten 2002 og 2006 mye sopp, i hvert fall i deler av landet, og dette skapte uventet høye cesium-137-konsentrasjoner og problem ved slakting i tamreinlaga i Lom og Vågå (Reindriftsforvaltningen 2003, 2008). 2008 var ikke et spesielt stort soppår i Nord-Rondane. Målinger av ulike 5 rørsopper samlet i 2008 hadde en median på 3500 Bq/kg, men varierte fra 1200 til 7000 Bq/kg tørrvekt.

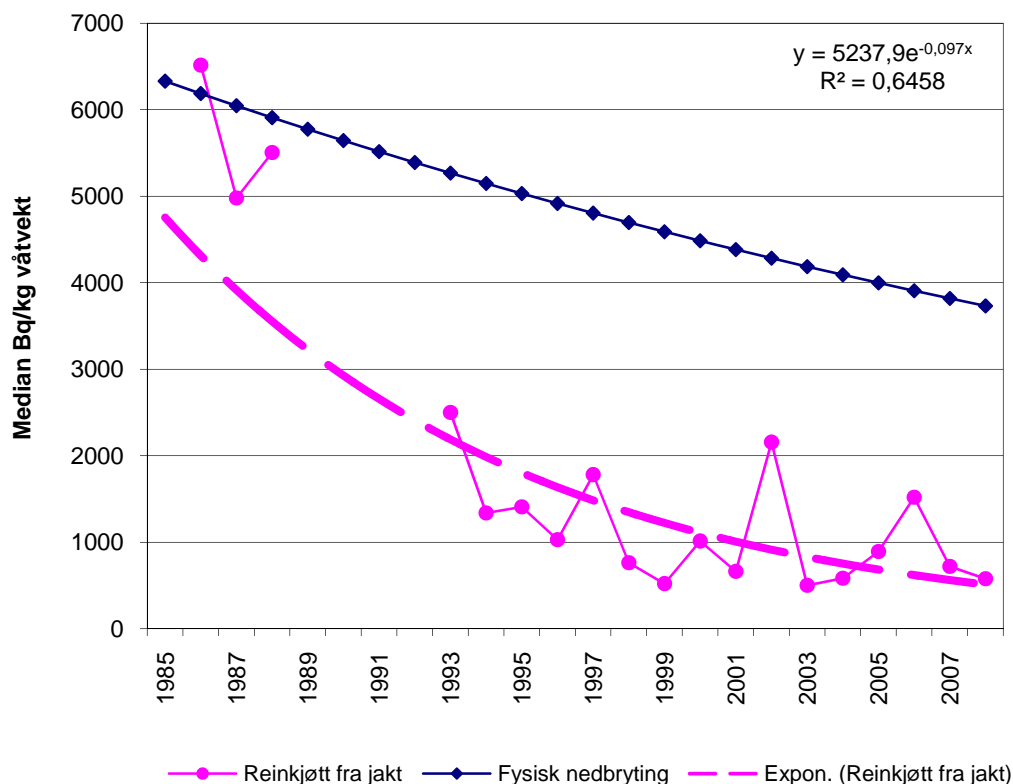
Kartlegging av fordelingen og endringen av Cs-137 i reinens beiteplanter vi bli presentert senere. Foreløpig viser vi i figur 3 måleresultater fra seks arter storlaver fra innsamlingsfeltet sør for Kongsvoll. De vokser på snøfattige rabber i fjellet, fjelltagg (*Bryocaulon divergens*) er brun og mest vindeksponert, rabbeskjegg (*Alectoria ochroleuca*) er grågul og noe mindre eksponert. Begge er stive og inngår sjelden i reinens diett. Gulskinn (*Flavocetraria nivalis*) og fjellreinlav (*Cladonia arbuscula* ssp. *mitis*) er lyse, krever mer beskyttelse og er viktige vinterbeiteplanter. Kvitkrull (*Cladonia stellaris*) og saltlav (*Stereocaulon paschale*) vokser mest i le og beites helst høst og vår før snødekket har blitt for kompakt.

Det er medianen fra fem paralleller som er vist for hver art og år. Mens det i starten var stor variasjon mellom artene, fra 8000 til 19000 Bq/kg, er det i dag bare fjelltagg som skiller seg ut. Den er målt til 2500 Bq/kg mot de øvrige som ligger i spennet 400-900 Bq/kg. Basert på hele observasjonsperioden 1987-2008 finner vi en halveringstid som varierer fra 4,0 år for rabbeskjegg til 6,3 år for kvitkrull. Om en deler perioden i to, 1987-1996 og 1996-2008, finner en at halveringstidene er nokså uendret over tid. Dette i motsetning til hva vi finner i reinkjøtt. Halveringstiden er også betydelig mindre enn i reinkjøtt fra rein felt om høsten. Lav er først og fremst vinterfôr. Vi baserer disse målingene på lavindividets øvre, levende del. Lav har svakt indre transportsystem og vi regner med at det Cs-137 som ble deponert i april 1986 bare delvis er overført til lavets nyttilvekst som skjer i toppen.



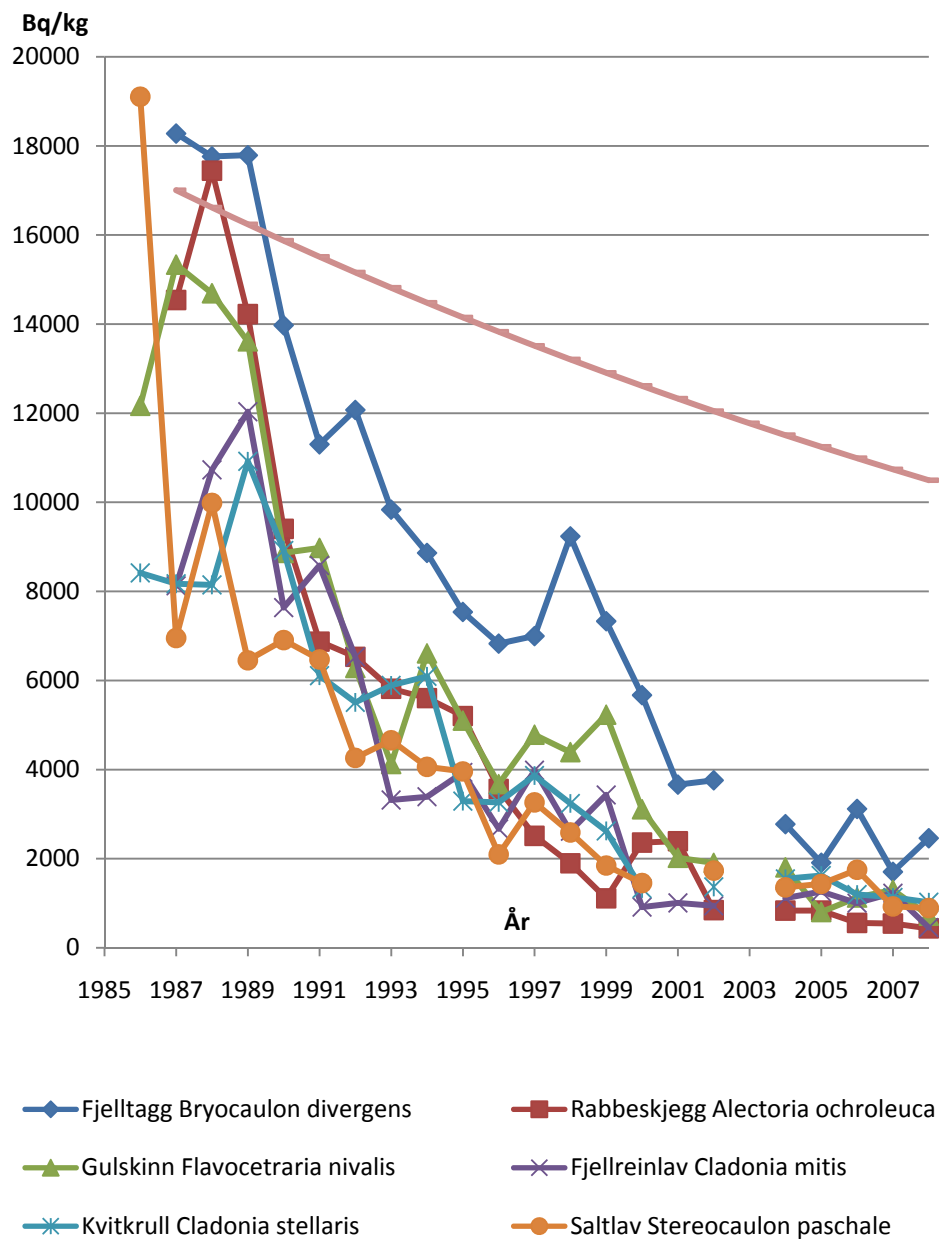
Figur 1. Cs-137 målt i reinkjøtt fra fem villreinområder: 5101 Hardangervidda, 5111 Nord-Ottadal, 5107 Nord-Rondane, 5003 Setesdal-Ryfylke og 5102 Snøhetta. Ordinaten er i Bq/kg i ferskt kjøtt (25 % tørrvekt er forutsatt). Bortsett fra Snøhetta i 2007 er det hvert år målt kjøtt fra 7-25 reinsdyr fra hvert område. Farget stolpe viser 25 og 75 % kvartilene, og i denne er medianen markert med tverrstrekk. Svart linje viser lågeste og høyeste verdi. Ekstraordinært låge eller høge konsentrasjoner er markert med stjerne eller ring.

Cs-137 i reinkjøtt fra høstjakt i N-Rondane



Figur 2. Endringen av Cs-137-aktiviteten i reinkjøtt i Nord-Rondane er vist for perioden 1986-2007. Den blå kurven øverst viser hva en kunne vente om fysisk omdanning av Cs-137 var den eneste årsak til nedgangen (fysisk halveringstid for Cs-137 er 30 år). En eksponensiell linje er tilpasset de observerte konsentrasjonene og indikerer en effektiv halveringstid i reinkjøtt på ca 7 år for hele perioden (se teksten for mer diskusjon om effektiv halveringstid).

Median Cs-137 i levende del av beitelav, Dovrefjell 1986-2008



Figur 3. Endringen av Cs-137-aktiviteten i lavarter samlet på et prøvetakingsfelt 4 km sør for Kongsvold fjeldstue i perioden 1987-2008. Rekkefølgen reflekterer artenes økende krav til beskyttelse mot vindslit og tørke. Den øverste kurven viser forløpet av fysisk nedbryting av Cs-137, som har en halveringstid på 30,1 år.

4 Referanser

- Backe, S., Bjerke, H. Rudjord, A.L. Ugletveit, F. 1987. Fall-out pattern in Norway after the Chernobyl accident estimated from soil samples. - *Radiation Protection Dosimetry* 18, 105-107.
- Gaare, E. 1990. Lichen content of radiocaesium after the Chernobyl accident in mountains in Southern Norway. In: Transfer of radionuclides in natural and seminatural environments. Ed. by G. Desmet, P. Nassimbeni, and M. Belli. Elsevier, London and New York, 492-501.
- Gaare, E. 1991. Virkningen på reinens beite i traktene fra Dovrefjell til Rondane av ulykken i Tsjernobyl, april 1986. In: Tsjernobyl-sluttrapport fra NINAs radioøkologiske program 1986-1990. Ed. by E. Gaare, B. Jonsson and T. Skogland. NINA Temahefte 2, 36-47.
- Gaare, E. 2002. Rapport fra måling av radiocesium innsamlet under reinsjakta i 2001. Del 1: Reinkjøtt.
- Gaare, E. & Strand, O. 1998. Terrestrisk overvåkning av ^{137}Cs i Dovre/Rondane i perioden 1994-1996. - NINA Oppdragsmelding 535:1-20.
- Gaare, E. & Staaland, H. 1994. Pathways of fallout radiocaesium via reindeer to man. - S. 303-334 i Dahlgard, H. (red.). Nordic radioecology. The transfer of radionuclides through Nordic ecosystems to man. Elsevier, Amsterdam,.
- Gaare, E., Skogen, A. & Strand, O. 2000. Overvåking av ^{137}Cs i Dovrefjell og Rondane i perioden 1997-1999. - NINA Oppdragsmelding 616: 43 s.
- Gaare, E. & Skuterud, L. 2006. Måling av radiocesium innsamlet under reinsjakt i noen sørnorske villreinområder i årene 2003-2005. - NINA Notat. 8 s.
- Gaare, E. & Skuterud, L. 2007. Resultat av måling av radiocesium felt i jakta 2006. - NINA Minirapport 179. 6 s.
- Gaare, E. & Skuterud, L. 2008. Radiocesium i villreinkjøtt. Overvåking i fem villreinområder - NINA Rapport 328. 14 s.
- Haugen, L.E. 1992. Small-scale variation in deposition of radiocaesium from the Chernobyl fallout on cultivated grasslands in Norway. - *Analyst* 117: 465-468.
- Liland, A., Skuterud, L., Bergan, T., Forseth, T., Gaare, E. & Hellstrøm. 2001 Overvåkning av radioaktiv forurensning i næringsmidler og det terrestre miljø 1986-1998. – Strålevern-Rapport 2001:1: 1-58 + I-X.
- Mehli, H., Skuterud, L., Mosdøl, A. & Tønnessen, A. 2000. The impact of Chernobyl fallout on the Southern Saami reindeer herders of Norway in 1996. *Health Physics* 79 (6): 682-690.
- Næumann, R. & Gaare, E. 1991. Måling av radioaktivitet etter Tsjernobyl-katastrofen. - S 17-19 i Gaare, E., Jonsson, B. & Skogland, T. (red.). Tsjernobyl. Sluttrapport fra NINA's radioøkologiske program 1986-1990. - NINA Temahefte 2.
- Reindriftsforvaltningen. 2003. Totalregnskap for reindriftsnæringen. Regnskap 2002. Budsjett 2003. Reindriftsforvaltningen, Alta, desember 2003.
- Reindriftsforvaltningen. 2008. Ressursregnskap for reindriftsnæringen. 1. april 2006 – 31. mars 2007. Reindriftsforvaltningen, Alta, januar 2008.
- Skuterud, L., Thørring, H., Eikermann, I. M., Møller, B., Hosseini, A. & Bergan, T. 2005. Persistent radiocaesium contamination in Norwegian reindeer and reindeer herders. - S. 11-14 i Strand, P., Børretzen, P. & Jølle, T. (red.). Proceedings from the 2nd International conference on radioactivity in the environment, 2-6 October 2005, Nice, France. Norwegian Radiation Protection Authority.
- Skuterud, L., Gaare, E., Eikermann, I. M., Hove, K. & Steinnes, E. 2005. Chernobyl radioactivity persists in reindeer. - *Journal of Environmental Radioactivity* 83 (2): 231-252.
- Åhman, B. 2007. Modelling radiocaesium transfer and long-term changes in reindeer. - *Journal of Environmental Radioactivity* 98: 153-165.

NINA Rapport 446

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-2012-5



Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

www.nina.no