

Radiocesium i villreinkjøtt Overvåking i fem villreinområder

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

Overvåking i fem villreinområder

Eldar Gaare
Lavrans Skuterud

Gaare, E. & Skuterud, L. 2008. Radiocesium i villreinkjøtt. Overvåking i fem villreinområder - NINA Rapport 328. 14 s.

Trondheim, januar 2008

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1892-4

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Eldar Gaare

KVALITETSSIKRET AV

Kjetil Bevanger

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Inga Bruteig (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Statens strålevern

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Runhild Gjersvik

FORSIDEBILDE

I august går reinen i barmarksbeite – ofte i litt fuktig lende. Her i Forelhogna villreinområde sørvest for Grøntjønnene.

Foto Kjetil Bevanger

NØKKEWORD

Nord-Rondane, Nord-Ottadal, Snøhetta, Hardangervidda, Setsdal-Ryfylkeheiene, rein, overvåking av Cs-137

KEY WORDS

[se nøkkelord]

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Polarmiljøsentret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkelgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Gaare, E. & Skuterud, L. 2008. Radiocesium i villreinkjøtt. Overvåking i fem villreinområder – NINA Rapport 328. 14 s.

Overvåkingen av nedfallet av Cs-137 i ulike plante- og dyrearter i naturlige økosystemer startet samme år (1986) Tsjernobylulykken inntraff. 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. Hvert år blir til sammen 50-70 prøver analysert. Denne rapporten omfatter innsamlinger gjort i tilknytning til villreinjakta 2007.

Nedfallet ble avsatt med nedbør og er flekkvis fordelt i stor som liten skala. Variasjonen kan derfor være stor og vi rapporterer mediane verdier. Med beiteplantene får reinen i seg Cs-137, og kjøttprøver fra Setesdal-Ryfylkeheiene og Hardangervidda viser oftest de laveste verdier, i 2007 henholdsvis 83 Bq/kg og 75 Bq/kg. I Ottadalen Nord finner vi noe mer; 175 Bq/kg. I Snøhettaområdet var medianen av de tre innsendte prøvene 926 Bq/kg. I Rondane Nord finner vi gjennomgående de høyeste verdier, men medianen av de 11 prøvene i 2007 var 762 Bq/kg. Det er sannsynlig at et varierende inntak særlig av sopp forklarer variasjonen vi registrerer.

I Rondane Nord har vi 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 2007 er halveringstiden ca. 33 år, altså lik den fysiske. Vi vil derfor trolig kunne måle sporene etter Tsjernobylulykken lenge ennå.

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. 2008. Radiocaesium in reindeer meat. Monitoring in five wild reindeer ranges – NINA Report 328. 14 pp.

Monitoring Cs-137 from the Chernobyl accident in plants and animals from natural ecosystems in Norway started few weeks after the accident in April 1986. The Norwegian Institute of Nature Research (NINA) has continued annual collection of wild reindeer meat, from 2001 from five ranges in Southern Norway: Setesdal-Ryfylke, Hardangervidda, Nord-Ottadalen, Snøhetta and Nord-Rondane. Each year 50-70 are being analyzed. We report here the results from collections done during the hunting season, 20. August to 30. September in 2007

The fall out was washed out by precipitation and show a patchy distribution in large as in small scale. Variation may thus be large and we report median values. The reindeer gets Cs-137 from its grazing and meat samples collected in the southernmost ranges Setesdal-Ryfylke og Hardangervidda do ofte show the lowest values, in 2007, 83 Bq/kg and 75 Bq/kg. In Nord-Ottadal we found, as usual, some more, 175 Bq/kg. In Snøhetta range, the northernmost, the median og three samles received was 926 Bq/kg. The eastern, Rondane–Nord, show most years the highest values, however the median from 11 samples in 2007 was 762 Bq/kg. The variation may be due to diet variations mainly in the intake of mushrooms.

In one of the ranges, Rondane-Nord, we do have a data series back from 1986. The annual reduction in measured values is greater than what should be expected based upon the physical disintegration. The effective ecological half-life calculated over all years is 7; the Cs-137 physical half-life is 30 years. However, the 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, 33 years. It appears as if we will be able to measure the fall-out from Chernobyl a long time yet.

Up to 2000 the reported monitoring was financed by the Directorate of 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 Takk	11
5 Referanser	11

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 en femårsperiode 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 2007 i fem villreinområder i Sør-Norge.

Trondheim, januar 2007
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 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. individens ulike beitepreferanser m.m.

Vi rapporterer her resultatet av innsamlinger og målinger utført for året 2007. 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). Alle data er lagret elektronisk hos NINA.

2 Materiale og metoder

Prøvene som måles er kjøtt fra reinsdyr felt under ordinær høstjakt (jaktidsramme 20.8- 30.9). Det er i 2007 innsamlet 51 prøver fra de fem overvåkingsområdene: Setesdal-Ryfylke (2 simler 8 bukker), Hardangervidda (7 simler, 9 bukker), Nord-Ottadalen (11 simler), Snøhetta (1 simle, 2 bukker) og Nord-Rondane (6 simler, 5 bukker).

Jaktoppsynet har hånd om den fysiske innsamlingen, og i de fleste områder er det Statens naturoppsyn (SNO) som organiserer dette oppsynet, mens det i Rondane Nord er 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, og fryses så snart som mulig og sendes sammen med underkjeven (for senere aldersbestemmelse og kondisjonsmåling) og opplysninger om slaktevekt, sted 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" NaI-detektor. Telletiden, 15000 s, er valgt slik at tellefeilen er mindre enn 10% (Næumann & Gaare. 1991). Resultatene gis i Bq/kg. På grunn av frysingen 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.

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

3 Resultater

Resultatene av alle målingene finnes i tabell 1. Sammendrag og trender framgår av figurene 1 og 2. Fra Snøhettaområdet er det i 2007 bare innsendt 3 prøver.

Oversikt over endringene fra år til annet i perioden 2001 – 2007 i hvert enkelt område 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.

Tabell 1. Aktivitet av Cs-137 i nakkekjøtt av villrein, i 2007. Prøvene er målt med CG 1282, en gammateller med 3" brønn-detektor. Telleid er 15000 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.

2007 Labident	Kontrollkort- nummer	Fellingsdato	Cs-137 Bqkg ⁻¹ ± SD (%)		Kjønn	Alder	Sl.vekt
Hardangerv. områdenummer 5101							
20075034	7976	17.sep.07	64	8,3 %	2	3	35
20075035	10078	20.sep.07	144	7,9 %	2	10	35
20075036		21.aug.07	74	7,9 %	1	0	14
20075037	6624	20.sep.07	67	8,6 %	2	15	31
20075038		20.sep.07	58	8,6 %	1	10	67
20075039		13.sep.07	82	9,1 %	1	5	55
20075040	6655	26.sep.07	144	7,9 %	1	8	65
20075041	6654	19.sep.07	64	9,8 %	2	4	28
20075042		18.sep.07	66	9,1 %	2	7	30
20075043	6626	21.aug.07	93	8,1 %	2	7	23
20075044		21.aug.07	107	7,7 %	1	8	65
20075045	6657	21.aug.07	119	8,1 %	1	0	11
20075046		13.sep.07	105	8,1 %	1	7	60
20075050		05.sep.07	76	7,7 %	2	2	30
20075051	6694	31.aug.07	63	9,2 %	1	5	56
20075052	6621	19.sep.07	59	8,5 %	1	5	55
Gjennomsnitt, variasjonskoeffisient			86	34			
Median, 25 og 75 % kvartiler			75	64	105		
Snøhetta, områdenummer 5102							
20075047	4407	30.aug.07	926	7,9 %	2	6	33
20075048	4320	01.sep.07	937	7,7 %	1	1	27
20075049	4429	22.aug.07	118	8,0 %	1	1	31
Gjennomsnitt, variasjonskoeffisient			660	71			
Median, 25 og 75 % kvartiler			926	522	931		
Setesd.-Ryfyl. områdenummer 5103							
20075053		22.aug.07	87	8,2 %	1	4	76
20075054	3675	20.aug.07	20	12,0 %	1	4	
20075055		21.aug.07	51	8,9 %	1		
20075056	12070	11.sep.07	83	8,0 %	1	7	97
20075057		07.sep.07	73	8,2 %	1	4	81
20075058	7112	25.sep.07	141	8,2 %	2	7	29
20075059	7610	25.sep.07	194	7,6 %	1	1	26
20075059	7098	10.sep.07	109	7,7 %	1	1	26
20075060	3584	20.sep.07	62	8,2 %	2	2	38
20075061		20.sep.07	82	8,2 %	1	1	32
Gjennomsnitt, variasjonskoeffisient			90	54			
Median, 25 og 75 % kvartiler			83	65	104		

Tabell 1 fortsatt

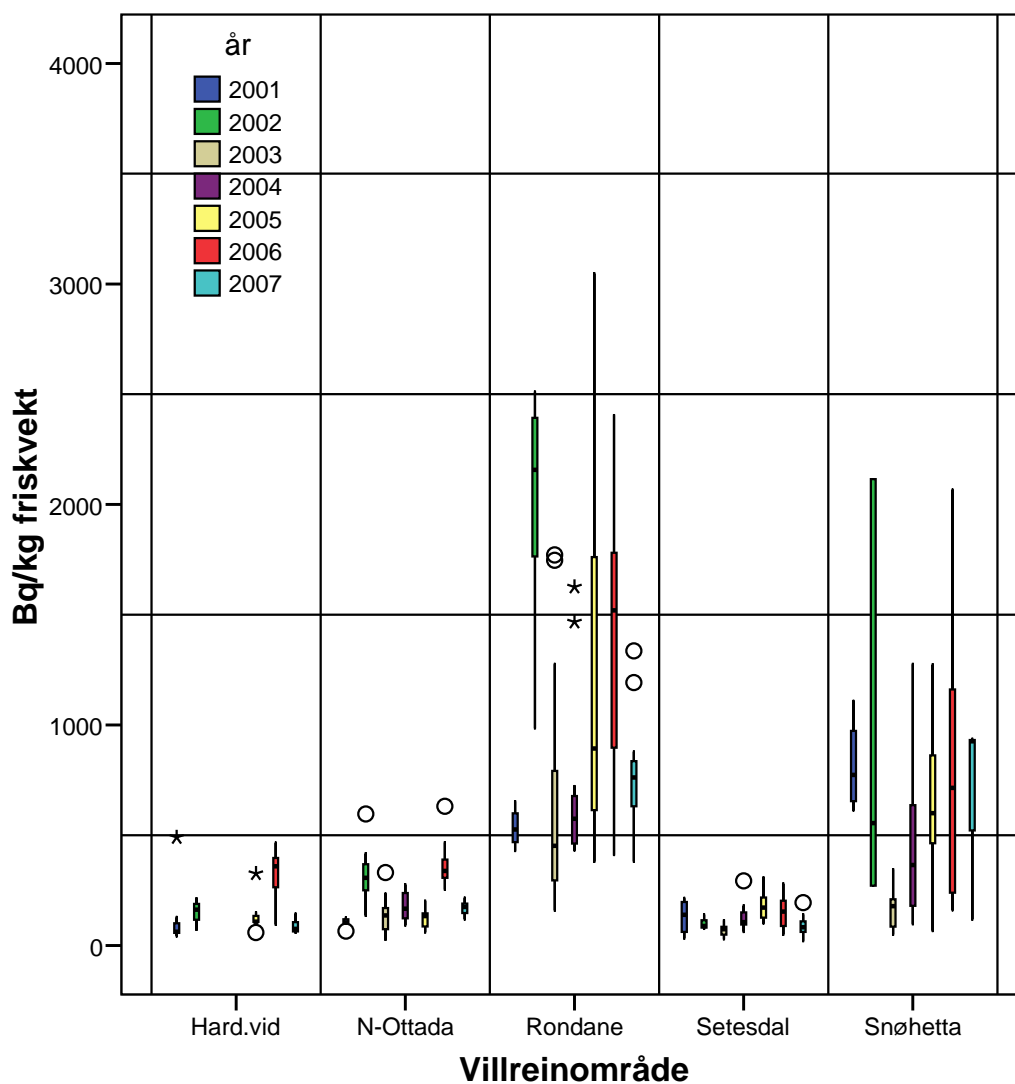
2007 Lab ident	Kontrollkort nummer	Fellingsdato	Cs-137 Bqkg ⁻¹ ± SD (%)		Kjønn	Alder	Sl.vekt
Nord-Rondane, områdenummer 5107							
20075023	1874	27.sep.07	879	8,0 %	2	10	30
20075024	1144	11.sep.07	381	7,8 %	1	5	39
20075025	1889	02.sep.07	762	8,0 %	2	3	30
20075026	1972	15.sep.07	620	7,7 %	2	6	
20075027	254	13.sep.07	678	8,0 %	1	4	40
20075028	1484	08.sep.07	642	7,8 %	1	2	38
20075029	2095	08.sep.07	1336	7,9 %	2	8	35
20075030	2079	20.sep.07	1192	7,8 %	2	2	27
20075031	1784	25.sep.07	792	7,4 %	2	3	35
20075032	1950	08.sep.07	773	7,5 %	1	1	28
20075033	1803	09.sep.07	398	7,5 %	1	6	68
Gjennomsnitt, variasjonskoeffisient			757	40			
Median, 25 og 75 % kvartiler			720	625	787		
Nord-Ottadal, områdenummer 5111							
20075062	1102	25.aug.07	195	7,8 %	2	1	33
20075063	673	01.sep.07	216	7,5 %	2	6	
20075064	1249	25.aug.07	185	7,7 %	2	8	37
20075065	1322	25.aug.07	158	7,1 %	2	5	39
20075066	632	26.aug.07	192	7,4 %	2	3	
20075067	815	26.aug.07	188	7,8 %	2	4	
20075068	1362	05.sep.07	119	8,1 %	2	8	
20075069	1315	09.sep.07	129	8,1 %	2	8	40
20075070	1360	08.sep.07	170	7,0 %	2	4	35
20075071	1378	10.sep.07	175	8,0 %	2	15	33
20075072	1365	09.sep.07	136	7,6 %	2		37
Gjennomsnitt, variasjonskoeffisient			169	18			
Median, 25 og 75 % kvartiler			175	147	190		

For ett område, Rondane Nord, har vi en nesten komplett serie tilbake til 1986, det året Tsjernobylulykken inntraff. 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. Figur 2 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. 2007, Åhman 2007). I perioden 1996-2007 er det derimot ingen statistisk påvisbar reduksjon, noe som også samsvarer med observasjoner i tamrein (Skuterud m.fl. 2005b). Dersom vi likevel tilpasser en halveringstid til konsentrasjonene i 1996-2007 blir estimatet ca. 42 år, eller 33 år dersom vi utelater de høge konsentrasjonene i 1997, 2002 og 2006 (disse estimatene har standardfeil på henholdsvis 110 og 42 år, og er ikke statistisk signi-

fikant forskjellig fra null)¹. 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 slaktning i tamreinlaga i Lom og Vågå (Reindriftsforvaltningen 2003, 2008).

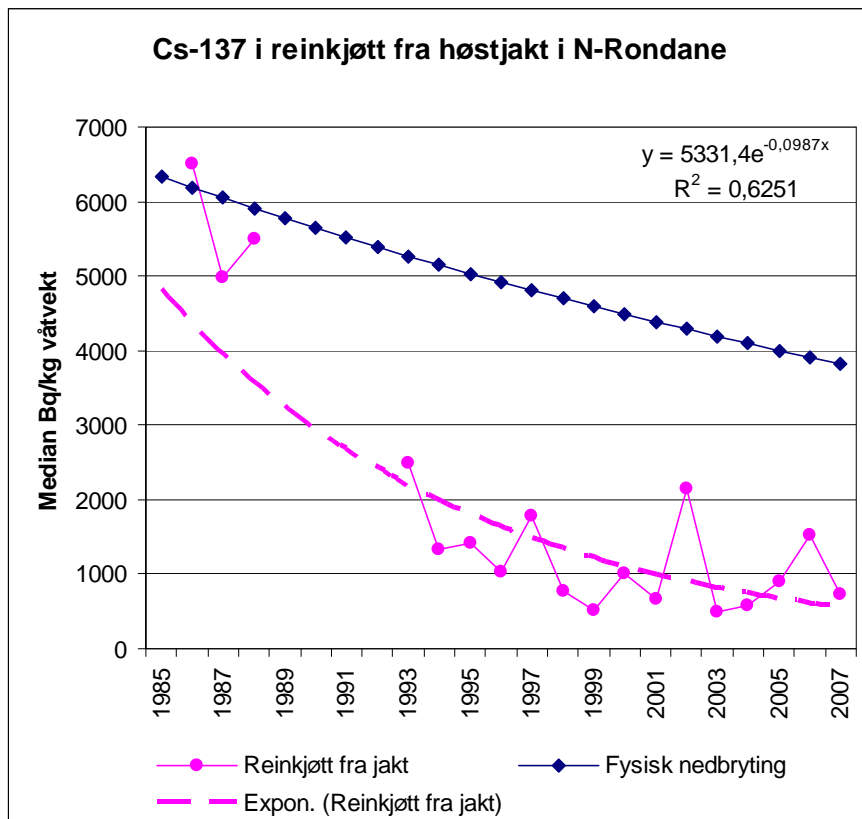
Kartlegging av fordelingen og endringen av Cs-137 i reinens beiteplanter vi bli presentert senere. Det vil gi mer informasjon om utviklingen i konsentrasjonene av Cs-137 i økosystemet.



Figur 1. Cs-137 målt i reinkjøtt fra fem villreinområder: 5101 Hardangervidda, 5111 Nord-Ottadal, 5107 Rondane Nord, 5003 Setesdal-Ryfylke og 5102 Snøhetta. Ordinaten er i Bq/kg i

¹ Kombinasjonen av stor variasjon i konsentrasjoner og ingen klar nedgang de siste ti årene gjør også at det ikke lykkes å tilpasse en doblekspontiell linje til konsentrasjonene for hele perioden.

ferskt kjøtt (25 % tørrvekt er forutsatt). Bortsett fra Snøhetta i 2007 er det hvert år målt kjøtt fra 7-20 reinsdyr fra hvert område. Farget stolpe viser 25 og 75 % kvartilene, og i denne er medianen markert med tverrstrekk. Svart linje viser lågste og høgste verdi. Ekstraordinært låge eller høge konsentrasjoner er markert med stjerne eller ring.



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 minskingen (fysisk halveringstid for Cs-137 er 30 år). En eksponensiell linje er tilpasset de observerte konsentrasjonene og indikerer en effektiv halveringstid i reinkjøtt på rundt 7 år for hele perioden (se teksten for mer diskusjon om effektiv halveringstid).

4 Takk

Vi takker Strålevernet for oppdraget. Vi takker også til 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.

5 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.
- 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.
- Reindrifftsforvaltningen. 2003. Totalregnskap for reindriffts næringen. Regnskap 2002. Budsjett 2003. Reindrifftsforvaltningen, Alta, desember 2003.
- Reindrifftsforvaltningen. 2008. Ressursregnskap for reindriffts næringen. 1. april 2006 – 31. mars 2007. Reindrifftsforvaltningen, 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 [328]

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-1892-4



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