

442

OPPDRA GSMELDING

Terrestrisk naturovervåking Undersøkelse av metaller i reinsdyr fra Troms og Nordland

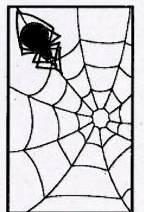
Ingvild Svorkmo Espelien

Program for terrestrisk naturovervåking

Rapport nr 64

Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning

Deltagende institusjoner: NINA



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Terrestrisk naturovervåking
Undersøkelse av metaller i reinsdyr
fra Troms og Nordland

Ingvild Svorkmo Espelien

Program for terrestrisk naturovervåking

Program for terrestrisk naturovervåking rettes mot effekter av langtransportert forurensninger og skal følge bestands- og miljøgiftutvikling i dyr og planter. Integreerte 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 Klokk, Fylkesmannen i Sør-Trøndelag
Asbjørn Solås, 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.

Espelien, I. S. 1996. Terrestrisk naturovervåking. Undersøkelse av metaller i reinsdyr fra Troms og Nordland. - NINA Oppdragsmelding 442:1-13.

Trondheim, oktober 1996

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0743-5

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 58 05 00
Telefax: 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 11537

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Espelian, I. S. 1996. Terrestrisk naturovervåking. Undersøkelse av metaller i reinsdyr fra Troms og Nordland. - NINA Oppdragsmelding 442:1-13.

Som en del av en landsomfattende kartlegging av metallnivå i rein, ble det hentet prøver av lever og nyrer fra to tamreinflokker, en i Troms (Lavangen) og en i Nordland (Majavatn). Undersøkelsen ble gjennomført for å få informasjon om metallkonsentrasjon hos rein fra disse fylkene. De to flokkene ble valgt etter slaktetidspunkt og tilgjengelighet for prøvetaking under slaktning. Konsentrasjon av metaller (As, Ni, Al, Cd, Cu, Hg, Pb, Se, Zn) ble målt ved atomabsorpsjonsspektrofotometri ved NINA.

Rein fra Lavangen har et gjennomgående høyere nivå av de fleste undersøkte metallene i leveren, med unntak for selen, enn rein fra Majavatn. I nyrene er konsentrasjonen av de undersøkte metallene ikke forskjellig i de to områdene. Mineral/metallspekteret influeres av grad av marin påvirkning. Det noe høyere nivået av flere metaller i Lavangen kan kanskje tilskrives nærhet til marint miljø, med et mer mineralrikt beite. Metallnivå i organer hos rein kan dessuten variere med beitevalg og beitesesong. Dette kan også ha innvirket på forskjellen i metallnivå mellom de to undersøkte områdene. Metaller som er relaterte til utslipp på russisk side er forhøyet i Øst-Finnmark i forhold til både Vest-Finnmark og i forhold til Troms (Lavangen) og Nordland (Majavatn). Dette gjelder for arsen, nikkell, selen og kobber, og støtter derfor Sivertsens (1991) konklusjon om forurensingsbelastning av enkelte metaller hos rein i Øst-Finnmark. Strand et al. (1995) har målt konsentrasjon av metaller i rein fra Dovrefjell. Rein fra Dovrefjell har en høyere konsentrasjon av metaller som er relaterte til langtransporterte utslipp, bly og kvikksølv, enn rein fra Majavatn og Lavangen. En oversikt over metaller i hjortedyr, inkludert rein er gitt tidligere (Kålås & Myklebust 1994).

Emneord: Reinsdyr - metaller - lever - nyrer - overvåking

Ingvild Svorkmo Espelian, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim.

Abstract

Espelian, I. S. 1996. Concentration of metals in reindeer from Northern Norway (Troms and Nordland). - NINA Oppdragsmelding 442:1-13.

The concentration of some metals was studied (As, Ni, Al, Cd, Cu, Hg, Pb, Se, Zn) in livers and kidneys sampled from two herds of semi-domesticated reindeer in the counties of Troms (Lavangen) and Nordland (Majavatn) in northern Norway. The concentration of the investigated metals were somewhat higher in samples of reindeer livers from Lavangen, omitting Selenium, which was of a higher concentration in Majavatn. In samples of kidneys, the concentration of the investigated metals were not different in the two reindeer herds. The slightly increased concentration of metals in the livers of reindeer from Lavangen may possibly be due to a marine influence, caused by foraging on herbs richer in minerals. The concentration of metals in reindeer organs varies with season and choice of forage herbs. This may have influenced the concentration differences between the two herds.

Key words: Reindeer - metals - liver - kidney - monitoring

Ingvild Svorkmo Espelian, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway.

Forord

Denne undersøkelsen er utarbeidet etter oppdrag fra Direktoratet for Naturforvaltning (DN) i forbindelse med Terrestrisk naturovervåkingsprogram (TOV). Ansvarlig ved DN er Ivar Myklebust.

Innsamling av materialet ville vært umulig uten hjelp og velvilje lokalt. Takk rettes til Roald Alver, kontrollveterinær i Grane-Hattfjelldal veterinærdistrikt og til Kappfjell-familiene som viste stor velvilje og interesse under prøvetakingen på slakteplassen. Takk rettes også til slakterne på Kautokøinos slakteri, Reinprodukter A/S, som til tross for høyt arbeidstempo hjalp meg å plukke ut dyr for prøvetaking. Takk til familien Eira for tillatelse til å ta prøver av dyr fra reinflokken deres. May I. Solem, NINA, har bearbeidet prøvene laboratorisk. Gøsta Hansson, NINA, har aldersbestemt dyra. Syverin Lierhagen, NINA, har utført alle metallanalyser. Takk for gjennomlesing og konstruktiv kritikk til Olav Strand og John Atle Kålås.

Innhold

Referat.....	3
Abstract	3
Forord.....	4
1 Innledning	5
2 Materiale og metoder	5
3 Resultater og diskusjon	6
3.1 Arsen og Nikkel.....	6
3.2 Aluminium	7
3.3 Kadmium	7
3.4 Sink	7
3.5 Kobber.....	7
3.6 Kvikksølv	9
3.7 Selen	9
3.8 Bly	10
4 Konklusjon	10
5 Litteratur	11
Appendiks	12

1 Innledning

Metalleksponering hos pattedyr varierer sterkt. Innen landet er det flere kilder til metallspreddning, og flere årsaker til at spekteret av metaller varierer. Kjente årsaker er langtransportert luftbåren forurensing fra Øst- og Sentral-Europa, som gir økte nivå av bestemte metaller (f.eks. bly, kadmium og kvikksølv). Dette gjenspeiles i økte nivå i naturmiljøet (målt i moser) av disse metallene særlig på Sørøstlandet. I Øst-Finnmark er enkelte metaller (As, Ni, Se, Cu, Cr) funnet i økte nivå som følge av lokale utslipp fra russisk industri på Kola (Berg et al. 1995).

Økt konsentrasjon av bl.a. kobber i mose relateres til lokale kilder enkelte steder i landet (Berg et al. 1995). For metallkonsentrasjoner i rein fra Nordland og Troms kan gruvevirksomhet i dag og tidligere være interessant. Gruvene ligger imidlertid i områder med naturlige anomalier som muliggjør økonomisk vinst på driften, slik at det er forhøyet naturlig nivå av metaller i berggrunnen i slike områder. Effekter av naturlige forhøyede nivå av metaller på pattedyr er ikke kjent. For beitende dyr som rein vil beiteplanter og valg av beitevekster være helt sentralt, og variere både med område og årstid. Det er ennå lite viten om innvirkning av beitepreferanser og diett på metallnivå hos pattedyr, selv om dette delvis er diskutert for rein (Strand et al. 1995). En svensk undersøkelse viste at kobberkonsentrasjonen i lav var forhøyet omkring en åpen kobbergruve som følge av spredning av støv. Enkelte karplanter hadde økte konsentrasjoner av andre metaller, men det ble ikke påvist økte konsentrasjoner av metaller i organer fra rein i området (Eriksson et al. 1990).

Nivå av metaller er over en 20-års periode målt hos rein fra de fleste villreinpopulasjoner og flere tamreinpopulasjoner i Norge (Frøslie et al. 1986, Sivertsen 1991, Skogland et al. 1992, Borch-Johnsen et al. 1996, Strand et al. 1995). En oversikt er gitt av Kålås og Myklebust (1994). Som en del av en landsomfattende kartlegging av metallnivå i rein, ble det hentet prøver fra to tamreinflokker, en i Troms og en i Nordland, for å få en informasjon om metallnivå i rein fra disse fylkene. De to flokkene ble valgt etter slaktetidspunkt og tilgjengelighet for prøvetaking under slakting.

2 Materiale og metoder

Innsamling av prøver for måling av metaller i rein fra Troms og Nordland ble utført i september (Nordland) og november (Troms) 1993. Majavatn ligger langt sør i Nordland og grenser mot Nord-Trøndelag. Lavangen ligger ved kysten av Troms, ca. 5 mil nord for Narvik. Berggrunnen består begge steder delvis av kalkholdige bergarter (NGU 1984). Prøver fra 20 individer ble hentet fra reinflokken til familien Kappfjell ved Majavatn. Kontrollveterinær på stedet var Roald Alver i Grane-Hattfjell dal veterinærdistrikt. Det ble slaktet mest kalv, men noen få simler og bukker. Prøver fra 20 individer ble hentet fra flokken til familien Eira i Lavangen. Reinsdyrene ble transportert levende til Kautokeino og slaktet der. Det ble slaktet kalv, svært få simler og ingen bukker. Grunnet sterkt tidspress på slakteplassene var det ikke mulig å notere slaktevekt eller kjønn for dyra.

Kjever ble samlet inn for aldersbestemmelse. Fortenner ble trukket og snittet for lysmikroskopi. Dyras alder ble bestemt utfra avlesing av soner i tannrøttene (Reimers og Nordby 1968, Haagenrud 1978). Det ble tilstrebet en størst mulig andel av voksen rein i prøvematerialet, (**tabell 1**). Ved Majavatn var prøvene fordelt på 3 aldersgrupper, 12 kalv, 6 voksne og 2 eldre dyr. For Lavangen var fordelingen noe annerledes, med 14 kalv og 6 eldre dyr. Premiært kalveslaktning i 1994 gjorde det vanskelig å få prøver av voksne dyr.

Tabell 1 Aldersfordeling i det innsamlede materialet. - Age distribution in the material.

Område	Aldersgruppe:				Tot. ant. dyr n
	Gj.sn. alder Mean age	Kalv Calves	Voksen 2-6 år Adult	Eldre 7-10 år Old	
Majavatn	2.05	12	6	2	20
Lavangen	2.7	14	0	6	20

Prøver fra leveren er skåret ut fra høyre laterale leverlapp (*Lobus dexter lateralis*). Selve prøvematerialet er hentet inne i leverprøven, skåret ut slik at overflaten ikke er tatt med, ca. 1 cm inne i leverbiten er et stykke på ca. 0,4 g skåret ut med skalpell. I nyrene er prøven hentet fra nyrebarken (*Pelvis renalis*), ca 1 cm inne i nyren. Skalpellbladet er byttet for hver ny prøve. Samtlige målinger av leveren hos ett dyr fra Majavatn er tapt på laboratoriet.

Måling av metaller ble utført av Syverin Lierhagen ved NINA. Etter tørking i en Christ LDC-1-frysetørrer i ca. 17 timer (1-2 % vann) ble prøvene oppsluttet i salpetersyre (HNO₃, 4,5 ml supra pure konsentrat, 14,4 M) i mikrobølgeovn (Milestone MLS 1200), og metallkonsentrasjoner målt ved atomabsorpsjonsspektrofotometri, AAS (Perkin Elmer mod-1100 B). For analyser av bly ble en grafittovn brukt (HGA 700). For kvikksølv ble et hybridssystem brukt (FIAS 200). Alle verdier er oppgitt som mg/kg tørrvekt. Som referansemateriale er Bovine liver 1577A og Dolt-2 Dogfish liver brukt (**tabell 2**). Deteksjonsgrenser er bestemt utfra disse og verdier av blindprøvene.

Tabell 2 Måleresultater fra atomabsorpsjonsspektrofotometri, referansestandarder. Alle verdier er gitt som mg/kg. - International reference standards analyzed, values given as mg/kg (National Bureau of Standards).

Bovine Liver 1577b	NINA analyser snitt (\bar{X})	95% Konfidens- intervall (CI)	Sertifiserte analyse- resultat snitt (\bar{X})	95% Konfidens- intervall (CI)	Avvik % snitt NINA/Sertifiserte
Aluminium	0,86*	0,08			
Kadmium	0,52	0,02	0,5	0,03	103
Sink	132,46	4,02	127	16	104
Kobber	173,32	9,28	160	8	108
Selen	0,43	0,03	0,06	0,06	60

Dolt-2	Våre resultater snitt (\bar{X})	95% Konfidens- intervall CI	Sertifiserte analyse- resultat snitt (\bar{X})	95% Konfidens- intervall (CI)	Avvik % snitt NINA/Sertifiserte
Kadmium	24,04	0,5	20,8	0,5	116
Sink	105	2,3	85,8	2,5	122
Kobber	32,4	0,8	25,8	1,1	125
Bly	0,31	0,1	0,22	0,02	139
Arsen	13,95	0,5	16,6	1,1	84
Selen	9,41	0,64	6,06	0,49	81
Kvikksølv	1,77	0,1	1,99	0,1	89

*Standarden er ikke sertifisert for aluminium. Mens blindprøvene for alle andre metaller var under den instrumentelle deteksjonsgrense, var blindprøven for aluminium relativt høy, 0.46 mg/kg. Den oppgitte verdien er et snitt av konsentrasjonene fra målinger ved Veterinærinstituttet i Oslo og Universitetet i Umeå (se Sivertsen 1991). -The standard is not certified for Al. The indicated value is the mean of the concentrations given from The veterinary Institute of Oslo and the University of Umeå (see Sivertsen 1991). The blind samples were, for most of the metals, below the instrumental detection limit, but for Aluminium, it was 0.46 mg/kg.

Deteksjonsgrensene er korrigert for variasjon i vekt hos innveid prøve. Deteksjonsgrensene i **tabell 3** er beregnet for prøver med en vekt på 0.4 g. Enkelmålinger som kan ha blitt kontaminert under prøvetaking eller bearbeiding er unngått ved at konsentrasjoner som avviker mer enn 3 standardavvik fra det totale snittet er utelatt. For dette materialet gjaldt det to enkelmålinger.

Statistiske beregninger er utført med SPSS pakken for PC, versjon 7.0 (Norusis 1993).

Tabell 3 Deteksjonsgrenser for elementer som inngår i denne undersøkelsen. - Detection limits of elements included in this report.

Metall - Metal		mg/kg
Aluminium-Aluminium	Al	0,20
Arsen-Arsene	As	0,50
Kadmium-Cadmium	Cd	0,01
Kobber-Copper	Cu	0,35
Kvikksølv-Mercury	Hg	0,01
Nikkel-Nickel	Ni	0,49
Bly-Lead	Pb	0,17
Sink-Zinc	Zn	0,7
Selen-Selene	Se	0,51

3 Resultater og diskusjon

3.1 Arsen og Nikkel

Samtlige prøver var under deteksjonsgrensen (0.5 mg/kg) for arsen. En undersøkelse av forekomsten av arsen i etasjemose viste også at det var lite arsen i det meste av Nordland og Troms, under 0.15 ppm (Berg et al. 1995). Det er tidligere funnet lite arsen i rein fra Vest-Finnmark, mens Øst-Finnmark hadde forhøyede nivå i lever hos rein, sannsynligvis som følge av russiske industriutslipp (Sivertsen 1991).

To prøver av nikkel var over deteksjonsgrensen på 0.49 mg/kg (henholdsvis 1.37 og 1.28, begge fra Majavatn). Det lave nivå av nikkel samsvarer også med et lavt nivå av dette metallet i moser fra disse områdene, under 2.5 ppm (Berg et al. 1995). Nikkel er et essensielt metall, men behovet er svært lavt for dette sporelementet, og en homeostatisk regulering finnes (for nærmere beskrivelse se f.eks. Espelien 1993). Oralt opptak av nikkel er relativt lavt hos pattedyr, men rein i Jarfjord, Øst-Finnmark, har påviselig forhøyede nivå av nikkel, trolig som følge av forurensing (Sivertsen 1991).

3.2 Aluminium

Av totalt 79 analyserte prøver var 11 under deteksjonsgrensen (**tabell 4 og 5**). Samtlige av disse var fra Majavatn, 10 prøver av nyrer var under deteksjonsgrensen, mens 1 prøve av lever var under deteksjonsgrensen på 0.20 mg/kg. Disse prøvene er gitt verdien 0.13 mg/kg, dvs. 2/3 av deteksjonsgrensen.

Konsentrasjonen av aluminium i lever er for begge områdene sammenlignbare med konsentrasjonen av aluminium i lever hos villrein fra Rondane (Strand et al. 1995). I nyrene er konsentrasjonen klart lavere i begge områder enn i Rondane, og tilnærmet lik i Majavatn og Lavangen. Det er viktig å være oppmerksom på at blindprøven for Aluminium var relativt høy, slik at det er en større målesikkerhet for dette metallet enn for de resterende metaller. Nivå av aluminium er omtrent likt i lever hos rein fra Majavatn, Lavangen og Jarfjord, Øst-Finnmark (Sivertsen 1991).

3.3 Kadmium

Ingen av prøvene var under deteksjonsgrensen for kadmium (**tabell 4 og 5**). Det var klart høyere konsentrasjon av kadmium i leveren hos rein fra Lavangen ($\bar{X} = 3.16$ mg/kg) enn fra Majavatn ($\bar{X} = 1.71$), Student's t-test ($t=2.82$ $p=0.008$). Konsentrasjonen av kadmium i lever var høyere hos rein fra Rondane i forhold til rein fra Lavangen, og særlig i forhold til rein fra Majavatn. I nyrene var konsentrasjonen av kadmium omtrent lik i Majavatn og i Lavangen. Konsentrasjonen av kadmium i nyrene var tre ganger høyere i Rondane (Strand et al. 1995). I Jarfjord, Øst-Finnmark, var konsentrasjonen av kadmium i lever betydelig lavere enn i Lavangen, og noe lavere enn i Majavatn. I Pasvik og Vest-Finnmark var konsentrasjonen av kadmium omtrent likt med Majavatn. Gjennomsnittsalderen på dyrene fra Finnmark (Sivertsen 1991) var høyere enn i materialet som er analysert her (3.1 år mot 2.4 år).

Det er prøver av flere eldre dyr fra Lavangen enn fra Majavatn (se **tabell 1**). Kadmium akkumuleres med alder særlig i nyrer, men også i lever hos pattedyr, og dette kan ha bidratt til den påviste forskjellen (**tabell 4**). Den biologiske halveringstiden for dette metallet er svært høy (for en oversikt, se Goyer 1991). Som det fremgår av **figur 1 og 2**, ble det funnet en akkumulering av kadmium i rein fra Majavatn med økende alder (nyrer, $R = 0.60$, $n = 20$, $p = 0.005$, lever: $R = 0.52$, $n = 19$, $p = 0.021$). For rein fra Lavangen er det ikke beregnet en aldersregresjon, fordi prøvene er hentet fra to aldersgrupper, og ikke fra en kontinuerlig aldersfordeling (se **tabell 1**). Akkumulering av kadmium med økende alder er tidligere påvist hos villrein fra Rondane (Strand et al. 1995) og hos tamrein ($R = 0.60$ for akkumulasjon av Cd i lever med alder) fra Finnmark (Sivertsen 1991).

3.4 Sink

Ingen prøver var under deteksjonsgrensen for sink (**tabell 4 og 5**). Konsentrasjonen av sink i lever var betydelig høyere hos dyr fra Majavatn enn hos dyr fra Lavangen. I nyrer var konsentrasjonen lik i de to områdene. Konsentrasjonen av sink var betydelig høyere i lever i begge disse områdene enn i Rondane. I nyrene derimot, var konsentrasjonen noe høyere i Rondane enn i Majavatn og Lavangen. I Jarfjord, Øst-Finnmark, var konsentrasjonen av sink like høy som i Majavatn, men lavere enn i Lavangen. Rein fra Pasvik og Vest-Finnmark hadde enda lavere konsentrasjon av sink (Sivertsen 1991).

I Lavangen var det en positiv korrelasjon mellom konsentrasjonen av kadmium og sink i nyrer ($R = 0.70$, $p = 0.001$). En slik sammenheng ble ikke funnet i lever fra noen av områdene, og heller ikke i nyrer fra Majavatn. Kadmium konkurrerer med sink ved binding til sinkseter på metallothioneiner og induserer også produksjon av disse (for nærmere diskusjon av dette, se, Nybø 1991, Espelien 1993).

Konsentrasjonen av sink er også korrelert med andre metaller. Sink og selen er omtalt i avsnittet om selen. Sink og kvikksølv er positivt korrelert i nyrer hos rein fra Lavangen ($R = 0.83$, $n = 19$, $p = 0.0001$). Sink og kobber er positivt korrelert i nyrer hos rein fra både Majavatn ($R = 0.82$, $n = 20$, $p = 0.0001$) og Lavangen ($R = 0.61$, $n = 19$, $p = 0.005$).

3.5 Kobber

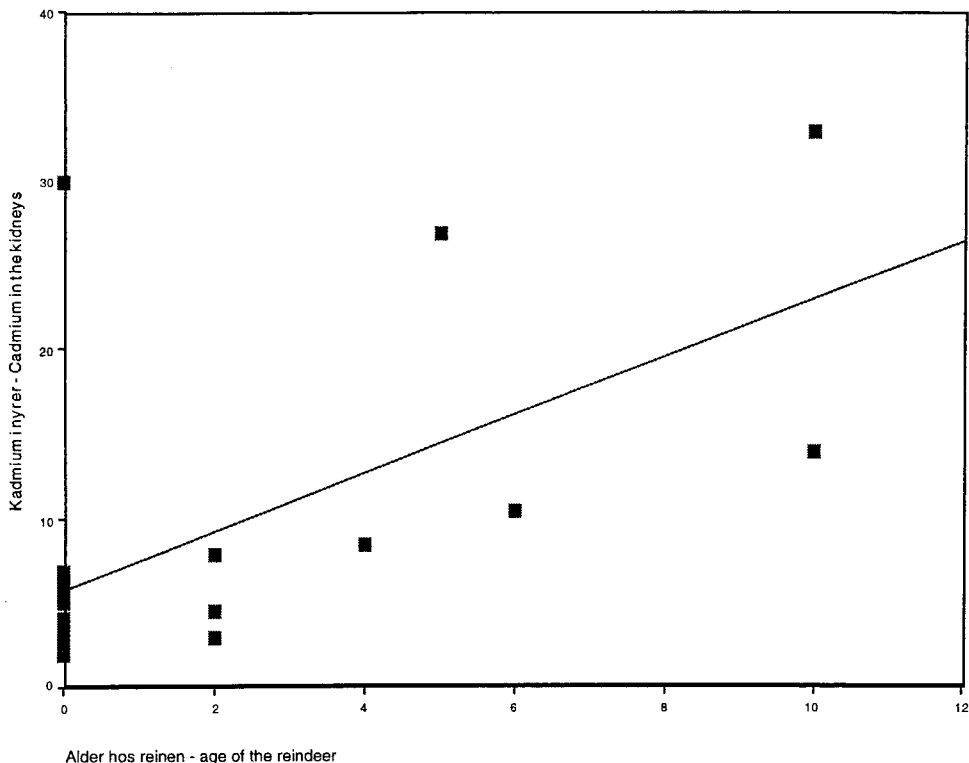
Ingen prøver var under deteksjonsgrensen for kobber (**tabell 4 og 5**). Konsentrasjonen av kobber var klart lavere i lever hos dyr fra Majavatn sammenlignet med dyr fra Lavangen. Nivået av kobber er imidlertid relativt høyt begge steder, dyra fra Majavatn har omtrent dobbelt så høyt innhold av kobber som villrein fra Rondane, mens dyra fra Lavangen har 3-4 ganger så høyt nivå av kobber i lever som i Rondane. I nyrene er imidlertid nivå av kobber lavt, og likt i begge områder. Nivå av kobber i lever er betydelig høyere i Jarfjord og Pasvik, Øst-Finnmark, enn i Lavangen og Majavatn, men mer likt nivået i Vest-Finnmark (Sivertsen 1991).

Kobber er godt homeostatisk regulert og utskilles særlig via gallen. Leveren er et viktig lagringsorgan for kobber, og kobber kan være bundet til metallothioneiner (Goyer 1991). Den høye konsentrasjonen av kobber i leveren hos dyra i denne undersøkelsen kan være et sesongfenomen. En sterk sesongmessig variasjon i metallkonsentrasjonen i organer hos rein er funnet i dyr fra Dovrefjell (Strand et al. 1995). Kobber i lever varierte sterkt med sesong i en undersøkelse av Svalbardrein, hvor konsentrasjonen var 3 ganger høyere om vinteren enn om sommeren (Borch-Iohnsen et al. 1996). Prøvene fra Lavangen er hentet i november, og dyra hadde da beitet på vinterbeite en tid. Det er derfor mulig at en

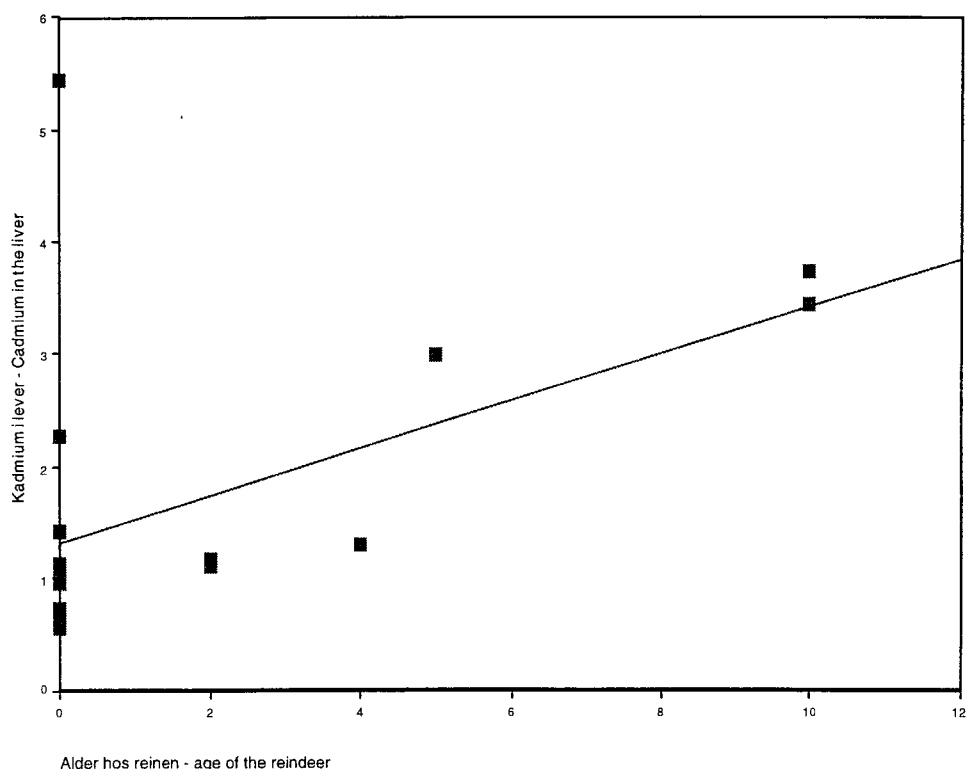
eventuell sesongvariasjon i nivå av kobber har gitt en økning i disse dyra.

Kobber er et essensielt metall, og finnes i økte konsentrasjoner hos nyfødte blant flere pattedyrarter. Konsentrasjonen av kobber i lever synker med økende alder

for blant andre mennesker (Goyer 1991). En sterk akkumulering over placenta, med forholdet mellom kobber i leveren hos foster og mor 30:1, er funnet hos villrein fra Rondane (Strand et al. 1995). I denne undersøkelsen ble det ikke funnet noen klar negativ korrelasjon m.h.t. kobber og alder.



Figur 1
Akkumulering av kadmium med alder i nyrer hos rein fra Majavatn. - *Accumulation of Cadmium with age in kidneys of reindeer from Majavatn.*



Figur 2
Akkumulering av kadmium med alder i lever hos rein fra Majavatn. - *Accumulation of Cadmium with age in liver of reindeer from Majavatn.*

3.6 Kvikksølv

Ingen prøver var under deteksjonsgrensen for kvikksølv (tabell 4 og 5). Det var en klart høyere konsentrasjon av kvikksølv i lever hos rein fra Lavangen enn hos dyr fra Majavatn, men begge områder hadde en klart lavere konsentrasjon i lever enn rein fra Rondane. I nyrer var konsentrasjonen betydelig lavere i begge områder enn i dyr fra Rondane, men lavest hos rein fra Majavatn.

Organiske former av kvikksølv er svært toksiske, og representerer et alvorlig problem i flere biologiske systemer (se f.eks. Goyer 1991). Metylkvikksølv tas også opp i fosteret, og er funnet i like høy eller høyere konsentrasjoner i menneskefostere som hos moren (for detaljer, se f.eks. Espelien 1993). Hos villrein fra Rondane er ikke akkumulering funnet, men derimot et klart lavere nivå av kvikksølv hos fosteret i forhold til mora, både i lever og nyrer. Det har ikke blitt analysert spesifikt på organisk kvikksølv i disse undersøkelsene. Akkumulering med alder er ikke funnet i prøvene fra Majavatn eller Lavangen.

3.7 Selen

Ingen prøver var under deteksjonsgrensen for selen (tabell 4 og 5). Konsentrasjonen av selen er lik for de to områdene i lever og i nyrer. I undersøkelsen fra Rondane var deteksjonsgrensen for selen satt til 0.92 mg/kg, og ingen leverprøver var over. I denne undersøkelsen er deteksjonsgrensen 0.51 mg/kg, og i lever var konsentrasjonen 0.90 mg/kg hos rein fra Majavatn, og 1.05 mg/kg hos rein fra Lavangen, en ikke signifikant forskjell. I nyrer var konsentrasjonen høyere, hhv. 2.36 og 2.15 mg/kg. I Rondane var konsentrasjonen omtrent dobbelt så høy i reinens nyrer. I Jarfjord og Pasvik, Øst-Finnmark, var konsentrasjonen betydelig høyere i lever enn i denne undersøkelsen. I Vest-Finnmark var konsentrasjonen av selen i lever noe høyere enn i denne undersøkelsen (Sivertsen 1991). Selen har evne til å danne uløselige kompleks med kvikksølv, kadmium og kobber. Dette fører til at en positiv korrelasjon mellom selen og disse metallene ofte kan påvises i organer hos pattedyr. Toksisiteten av kobber og selen er avhengig av balansen mellom disse metallene i organismen (Goyer 1991). Det er en klar

Tabell 4 Gjennomsnittlig konsentrasjon av metaller (\pm standardavvik) i lever av rein hentet fra Majavatn (Nordland) og Lavangen (Troms). Alle verdier er oppgitt som mg/kg tørrvekt. * = signifikant forskjellige konsentrasjoner (Student's t-test). - Mean concentration of metals in livers of reindeer from Majavatn (Nordland) and Lavangen (Troms). All values are given as mg/kg dry weight. * = significantly different concentrations (Student's t-test).

Organ: Lever Liver	Område - Area Majavatn			Område - Area Lavangen			Signifikansnivå Level of significans (Student' t-test)	Antall under deteksjons- grensen (<) og antall over +3SD (>)
	Snitt Mean (\bar{X}): (-range)	+/-SD	n	Snitt Mean (\bar{X}): (-range)	+/-SD	n		
Al	2.06 (0.43-15.74)	3.48	18	2.88 (1.35-7.70)	1.65	20	p = 0.352	1 < 0.20
Cd	1.71 (0.59-5.46)	1.3	19	3.16 (1.12-7.10)	1.85	20	p = 0.008*	
Cu	134.89 (26-223)	54.6	19	228.05 (21-411)	113.74	20	p = 0.003*	
Hg	0.18 (0.02-0.72)	0.2	19	0.35 (0.20-0.58)	0.085	20	p = 0.001*	
Pb	0.68 (0.45-0.95)	0.25	3	0.68 (80.44-1.16)	0.18	18	p = 0.974	18 < 0.20
Se	0.90 (0.51-1.78)	0.33	19	1.05 (0.60-3.01)	0.53	20	p = 0.313	
Zn	135.32 (93.0-219.0)	31.17	19	190.35 (105-264)	47.05	20	p < 0.001	

Tabell 5 Gjennomsnittlig konsentrasjon av metaller (\pm standardavvik) i nyrer av rein hentet fra Majavatn (Nordland) og Lavangen (Troms). Alle verdier er oppgitt som mg/kg tørrvekt. * = signifikant forskjellige konsentrasjoner (Student's t-test). - Mean concentration of metals in kidneys of reindeer from Majavatn (Nordland) and Lavangen (Troms). All values are given as mg/kg dry weight. * = significantly different concentrations (Student's t-test).

Organ: Nyre Kidney	Område - Area Majavatn			Område - Area Lavangen			Signifikansnivå Level of significans (Student's t-test)	Antall under deteksjons- grensen (<) og antall over +3SD (>)
	Snitt Mean (\bar{X}) (range)	+/-SD	n	Snitt Mean (\bar{X}) (range)	+/-SD	n		
Al	1.10 (0.21-6.1)	1.89	10	0.76 (0.22-1.79)	0.47	20	p = 0.480	10 < 0.20
Cd	9.26 (2.02-33.01)	9.49	20	8.74 (1.38-30.93)	8.68	20	p = 0.859	
Cu	23.9 (15-29)	3.71	20	28.7 (13-251)	52.39	20	p = 0.685	
Hg	0.26 (0.05-0.79)	0.18	19	0.5 (0.17-0.79)	0.19	20	p < 0.001	1 > +3 SD
Pb	0.48 (0.35-0.59)	0.82	20	0.47 (0.38-0.61)	0.94	5	p = 0.985	15 < 0.20
Se	2.36 (1.07-4.1)	0.75	20	2.15 (0.79-3.48)	0.18	20	p = 0.403	
Zn	99.35 (68-126)	13.13	20	97.95 (83-119)	9.68	19	p = 0.707	1 > +3 SD

korrelasjon mellom kobber og selen i nyrer hos rein fra Majavatn ($R = 0.76$, $n = 20$, $p = 0.001$). Et samsvar mellom konsentrasjonen av selen og kobber er funnet i lever hos rein fra Finnmark (Sivertsen 1991).

Selen regnes for å ha antagonistisk effekt når det gjelder toksiske effekter av andre metaller (motvirke giftigheten av andre metaller) (Bremner 1978).

Det er en positiv sammenheng mellom konsentrasjonen av kvikksølv og selen i lever ($R = 0.57$, $p = 0.01$) og nyrer ($R = 0.62$, $p = 0.004$) hos rein fra Majavatn, og i nyrer hos rein fra Lavangen ($R = 0.86$, $n = 20$, $p = 0.0001$). Det er også en korrelasjon mellom selen og kadmium i lever hos rein fra Lavangen ($R = 0.56$, $n = 29$, $p = 0.009$), mellom selen og sink, ($R = 0.71$, $n = 19$, $p = 0.001$) i nyrer hos rein fra Lavangen, mellom selen og kadmium ($R = 0.90$, $n = 19$, $p = 0.001$) og selen og sink ($R = 0.77$, $n = 20$, $p = 0.001$) i lever hos rein fra Majavatn.

3.8 Bly

33 av 79 prøver var under deteksjongrensen for bly (**tabell 4 og 5**). De fordelte seg på 16 prøver av lever og 2 prøver av nyrer fra Majavatn, og 15 prøver av nyrer fra Lavangen. Disse prøvene er gitt verdien 0.26 mg/kg, som er 2/3 av deteksjongrensen for bly. Konsentrasjonen av bly i lever er likt i de to områdene, og det samme gjelder for nyrer. Sammenlignet med Rondane er nivå av bly meget lavt, rein fra Rondane har 4-5 ganger høyere konsentrasjon av bly i nyrene. Konsentrasjonen av bly i lever er betydelig lavere i Lavangen og Majavatn enn i Vest-Finnmark, noe lavere enn i Jarfjord, og omtrent likt med Pasvik (Sivertsen 1991).

En fullstendig oversikt over materialet er gitt i **Appendiks**.

4 Konklusjon

Rein fra Lavangen hadde et gjennomgående høyere nivå av de fleste metallene i leveren, med unntak for selen, enn rein fra Majavatn. I nyrene er nivået av metaller ikke statistisk forskjellig i de to områdene, med unntak av konsentrasjonen av kvikksølv, som var klart høyere i rein fra Lavangen.

Det noe høyere nivået av flere metaller i Lavangen kan kanskje delvis tilskrives nærhet til marint miljø, med et mineralrikt beite. En viss, kystnær økning i enkelte metaller er også kjent fra undersøkelser av metaller i mose (Berg et al. 1995). De landsomfattende målinger av konsentrasjon av moser (Berg et al 1995) har vist at nivå av de fleste metaller (som kadmium, bly og kvikksølv) er lavt i Nordland og Troms sammenlignet med Dovrefjellområdet, og enda lavere sammenlignet med sørligere deler av landet. Selv om det for flere metaller har vært en klar nedgang i konsentrasjon i moser, er det fremdeles forhøyede nivå av metaller (f.eks. kadmium, bly og kvikksølv) i mose i deler av Sør-Norge som følge av langtransportert luftforurensing fra Sentral-Europa. Metaller som er relaterte til langtransporterte utslipp, bly og kvikksølv, ble generelt funnet i lavere konsentrasjoner i Majavatn og Lavangen enn i rein fra Dovrefjell (Strand et al. 1995). Konsentrasjonen av kvikksølv var høyere i rein fra kystnære Lavangen i forhold til Majavatn, men lavere enn i rein fra Dovrefjell.

Det er også mulig at sesongvariasjon i metallnivå har bidratt til den påviste forskjellen mellom de to reinflokkene. I en undersøkelse av metaller i Svalbardrein ble det funnet klare sesongforskjeller for enkelte metaller (særlig kobber og jern), antagelig relatert til beitepreferanser. Strand et al. (1991) har også påvist sesongvariasjoner i metallkonsentrasjoner hos rein. Prøvene fra Lavangen ble hentet fra dyr på snødekt vinterbeite, mens prøvene fra Majavatn ble hentet mens reinen ennå beitet på barnmark.

I Øst-Finnmark er det en økning i metaller (bl.a. arsen, kobber, selen og nikkell) i mose (Berg et al. 1995). Ved Mo i Rana er det en metallanomali som skriver seg fra lokal gruvedrift. Tilsvarende anomalier finnes også ved Sulitjelma og ved Skorovatn. Disse anomalier ligger så langt vekk fra de undersøkte reinflokkene at en influens er lite sannsynlig, og det er heller ikke funnet konsentrasjoner av metaller som indikerer en økt metallbelastning i de to populasjonene.

Det er ingen grunn til å anta toksiske effekter hos rein fra Lavangen og Majavatn som følge av eksponering for noen av de metallene som er målt og diskutert her.

5 Litteratur

- Berg, T., Røyset, O., Steinnes, E. & Vadset, M. 1995. Atmospheric trace element deposition: Principal component analysis of ICP-MS data from moss samples. - *Environmental pollution* 88: 67-77.
- Borch-Iohnsen, B., Nilssen, K. & Norheim, G. Influence of season and diet on liver and kidney content of essential elements and heavy metals in Svalbard reindeer. - *Biological Trace Element Research* 51: 235-247.
- Bremner, I. 1978. Cadmium toxicity. - *World Review of Nutrition and Diet* 32: 165-197.
- Eriksson, O., Frank, A., Nordkvist, M. & Peterson, L. R. 1990. Heavy metals in reindeer and their forage plants. - *Rangifer Spec.issue* 3: 315-331.
- Espelian, I. S. 1993. Genetiske effekter av tungmetaller - en kunnskapsoversikt. - NINA Utredning 051/Naturens tålegrenser, Fagrapport 38. NINA-DN.
- Frøslie, A., Haugen, A., Holt, G. & Norheim, G. 1986. Levels of cadmium in liver and kidneys from Norwegian cervides. - *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 37: 453-460.
- Goyer, R. A. 1991. Toxic effects of metals. - s. 582-635 i: Amdur, M.O., Doull, J. & Klaassen, C., red. *Casarett and Doull's Toxicology*. Macmillian Publishing Company New York-Toronto-London.
- Haagenrud, H. 1978. Layers of secondary dentine in incisors as age criteria in moose (*Alces alces*). - *J.Mamm.* 59: 857-858.
- Kålås, J. Ak. & Myklebust, I. 1994. Terrestrisk Naturovervåking. Akkumulering av metaller i hjortevilt. - NINA Utredning 58: 1-45.
- NGU 1984. Berggrunnskart over Norge. Sammenstilt av Sigmond, E. M. O., Gustavson, M., Roberts, D.
- Norusis, M. J. 1993. SPSS for Windows: Base System User's Guide, Release 7.0. SPSS Inc., Chicago.
- Nybø, S. 1991. Terrestrisk Naturovervåking: Tungmetaller og aluminium i pattedyr og fugl. - DN Notat 1991-9.
- Reimers, E. & Nordby, G. Relationships between age and tooth cementum layers in norwegian reindeer. - *J. Wildl.Manage.* 3: 957-961.
- Sivertsen, T. 1991. Opptak av tungmetaller i dyr i Sør-Varanger. - DN Notat 1991.
- Skogland, T., Strand, O., Espelian, I.S., Mathiesen, S. & Baskin, L. 1992. Pollution by heavy metals and radioactivity of reindeer; preliminary results. - Progresjonsrapport, NINA.
- Strand, O. & Espelian, I.S. 1995. Metaller og radioaktivitet i villrein fra Rondane. - NINA NIKU fagrapport 05: 1-40.

Appendiks

Rådata fra analyser av metaller og aldersbestemmelse av rein fra Majavatn og Lavangen. MA=Majavatn. LA=Lavangen. Kalver er satt til 0 år. - Raw data from the analysis of metals and age determination of the reindeer from Majavatn (MA) and Lavangen (LA). Calves are defined as 0 years.

OMRD	DYRNR	AAR ART	ORGAN	V VEKT	T VEKT	CD	ZN	CU	PB	NI	AL	SE	HG	ALDER
LA	01	93	REIN L	1,44	0,32	2,67	144	280	0,34	0,52	1,96	0,60	0,28	00
LA	02	93	REIN L	1,44	0,43	1,39	141	269	0,65	0,39	2,23	0,65	0,25	00
LA	03	93	REIN L	1,42	0,38	2,81	201	126	0,46	0,44	2,39	0,64	0,36	00
LA	04	93	REIN L	1,41	0,44	2,84	264	361	0,55	0,38	2,22	0,80	0,26	00
LA	05	93	REIN L	1,41	0,42	1,73	202	253	0,77	0,40	2,14	0,99	0,58	00
LA	06	93	REIN L	1,42	0,44	3,36	203	263	0,44	0,38	1,96	0,79	0,41	00
LA	07	93	REIN L	1,46	0,36	3,22	172	53	1,16	0,46	4,94	1,30	0,39	10
LA	08	93	REIN L	1,44	0,31	6,00	262	336	0,11	0,55	2,13	1,12	0,33	08
LA	09	93	REIN L	1,49	0,36	4,06	177	326	0,77	0,47	7,70	1,57	0,34	10
LA	10	93	REIN L	1,40	0,44	6,14	250	95	0,75	0,39	2,54	0,91	0,38	08
LA	11	93	REIN L	1,44	0,41	1,32	108	148	0,54	0,41	1,78	0,64	0,20	00
LA	12	93	REIN L	1,49	0,29	7,10	105	21	0,47	0,57	2,20	3,01	0,40	00
LA	13	93	REIN L	1,44	0,39	1,30	125	146	0,67	0,43	1,76	0,76	0,40	00
LA	14	93	REIN L	1,41	0,37	1,12	186	125	0,64	0,45	6,51	1,06	0,36	00
LA	15	93	REIN L	1,39	0,36	1,66	207	411	0,56	0,46	1,35	0,93	0,32	00
LA	16	93	REIN L	1,44	0,34	2,25	189	302	0,95	0,50	3,28	0,98	0,26	00
LA	17	93	REIN L	1,43	0,35	1,61	231	302	0,58	0,48	2,16	1,10	0,46	00
LA	18	93	REIN L	1,50	0,33	2,22	213	381	0,68	0,51	2,72	1,03	0,33	00
LA	19	93	REIN L	1,38	0,43	5,52	229	142	0,84	0,39	3,47	0,80	0,28	08
LA	20	93	REIN L	1,40	0,32	4,87	202	221	0,69	0,53	2,15	1,27	0,39	10
LA	01	93	REIN	1,45	0,25	5,11	95	18	0,34	0,68	0,68	2,69	0,55	00
LA	02	93	REIN	1,44	0,23	2,06	83	13	0,36	0,72	0,36	1,73	0,20	00
LA	03	93	REIN	1,39	0,24	5,64	97	15	0,35	0,70	1,15	2,50	0,46	00
LA	04	93	REIN	1,46	0,23	5,10	101	18	0,37	0,74	0,67	2,33	0,45	00
LA	05	93	REIN	1,46	0,25	2,18	87	14	0,33	0,66	0,23	0,96	0,35	00
LA	06	93	REIN	1,42	0,27	3,88	99	16	0,31	0,61	1,19	1,37	0,31	00
LA	07	93	REIN	1,44	0,24	12,44	86	16	0,35	0,70	0,35	1,92	0,41	10
LA	08	93	REIN	1,48	0,24	30,93	119	17	0,53	0,71	0,53	3,04	0,74	08
LA	09	93	REIN	1,49	0,32	20,97	110	21	0,61	0,53	0,77	2,93	0,73	10
LA	10	93	REIN	1,46	0,29	27,97	110	17	0,41	0,59	0,79	2,11	0,70	08
LA	11	93	REIN	1,50	0,29	3,28	97	19	0,29	0,58	0,76	2,28	0,50	00
LA	12	93	REIN	1,44	0,30	3,55	104	19	0,38	0,55	1,73	2,82	0,79	00
LA	13	93	REIN	1,42	0,44	3,14	301	251	0,44	0,39	0,95	0,79	0,31	00
LA	14	93	REIN	1,48	0,24	4,36	89	16	0,35	0,71	0,43	1,98	0,47	00
LA	15	93	REIN	1,45	0,20	3,95	101	21	0,42	0,83	0,25	2,75	0,57	00
LA	16	93	REIN	1,43	0,28	6,51	104	18	0,30	0,61	1,79	3,48	0,78	00
LA	17	93	REIN	1,42	0,26	1,38	87	14	0,32	0,64	0,22	0,96	0,17	00
LA	18	93	REIN	1,49	0,28	7,02	102	22	0,30	0,60	1,29	3,00	0,63	00
LA	19	93	REIN	1,45	0,27	16,86	103	16	0,31	0,62	0,77	2,44	0,54	08
LA	20	93	REIN	1,48	0,25	8,56	87	13	0,34	0,68	0,38	0,96	0,27	10
MA	01	93	REIN L	1,40	0,37	1,01	135	117	0,23	0,46	0,75	0,73	0,10	00
MA	02	93	REIN L	1,50	0,46	0,70	126	223	0,18	0,37	1,21	0,51	0,04	00
MA	03	93	REIN L	1,47	0,36	0,98	112	163	0,23	0,46	1,04	0,76	0,09	00
MA	04	93	REIN L	1,46	0,33	1,00	109	121	0,30	0,51	0,68	0,66	0,03	00
MA	05	93	REIN L	1,48	0,37	1,08	219	106	0,22	0,45	0,43	0,74	0,06	00
MA	06	93	REIN L	1,41	0,37	1,44	127	122	0,23	0,46	1,02	0,66	0,02	00
MA	07	93	REIN L	1,41	0,44	1,12	116	153	0,19	0,39	0,43	0,68	0,02	02

MA	08	93	REIN	L	1,42	0,31	1,14	145	99	0,26	0,53	2,51	0,77	0,23	02
MA	09	93	REIN	L	1,47	0,28	0,59	93	90	0,30	0,60	0,72	0,54	0,02	00
MA	10	93	REIN	L	1,47	0,29	1,19	123	195	0,29	0,59	0,65	0,94	0,11	02
MA	11	93	REIN	L	1,49	0,39	1,16	149	198	0,22	0,43	0,13	0,69	0,04	00
MA	12	93	REIN	L	1,47	0,39	3,00	113	164	0,45	0,43	1,89	1,23	0,39	05
MA	13	93	REIN	L	1,42	0,43	0,76	138	125	0,20	0,39	15,74	0,74	0,04	00
MA	14	93	REIN	L	-1,00	0,40	5,46	210	205	0,21	0,42	0,67	1,78	0,22	00
MA	15	93	REIN	L	1,50	0,45	2,29	111	26	0,64	0,37	2,14	1,29	0,72	00
MA	16	93	REIN	L	1,44	0,34	3,76	153	196	0,24	0,49	1,71	1,25	0,12	10
MA	17	93	REIN	L	1,50	0,28	0,99	127	133	0,30	0,59	1,78	0,74	0,43	00
MA	18	93	REIN	L	1,39	0,43	3,46	135	83	0,95	0,39	1,65	1,24	0,24	10
MA	20	93	REIN	L	1,38	0,38	1,33	130	44	0,29	0,44	2,07	1,20	0,51	04
MA	01	93	REIN	N	1,44	0,30	2,02	90	24	0,28	0,56	0,36	1,53	0,11	00
MA	02	93	REIN	N	1,40	0,29	2,28	93	24	0,29	0,58	0,13	2,15	0,13	00
MA	03	93	REIN	N	1,40	0,29	2,57	96	23	0,30	0,60	0,24	1,90	0,17	00
MA	04	93	REIN	N	1,37	0,27	3,41	106	24	0,43	0,61	0,13	2,11	0,12	00
MA	05	93	REIN	N	1,48	0,30	4,15	99	23	0,28	0,56	0,28	2,40	0,21	00
MA	06	93	REIN	N	1,40	0,31	6,10	104	25	0,59	0,54	2,35	2,97	0,18	00
MA	07	93	REIN	N	1,50	0,32	3,06	94	26	0,26	0,53	0,13	2,10	0,10	02
MA	08	93	REIN	N	1,44	0,30	7,89	106	27	0,50	0,55	0,13	2,93	0,38	02
MA	09	93	REIN	N	1,42	0,29	2,12	99	27	0,29	1,37	0,13	1,83	0,05	00
MA	10	93	REIN	N	1,47	0,28	4,53	83	19	0,30	0,60	0,13	1,82	0,24	02
MA	11	93	REIN	N	1,38	0,28	6,95	126	28	0,52	0,61	0,24	3,02	0,29	00
MA	12	93	REIN	N	1,39	0,32	26,95	111	25	0,27	0,53	0,13	3,35	0,53	05
MA	13	93	REIN	N	1,48	0,30	5,89	95	23	0,28	0,56	0,13	2,19	0,29	00
MA	14	93	REIN	N	1,49	0,27	30,14	119	26	0,34	0,61	0,13	2,51	0,28	00
MA	15	93	REIN	N	1,40	0,32	5,08	93	23	0,29	0,52	0,21	2,75	0,38	00
MA	16	93	REIN	N	1,42	0,25	14,02	89	17	0,33	0,67	0,23	1,23	0,19	10
MA	17	93	REIN	N	1,40	0,29	5,92	109	29	0,46	0,58	0,52	3,13	0,79	00
MA	18	93	REIN	N	1,44	0,29	33,01	114	29	0,35	1,28	6,10	4,10	1,24	10
MA	19	93	REIN	N	1,50	0,38	10,56	68	15	0,26	0,44	0,26	1,07	0,22	06
MA	20	93	REIN	N	1,42	0,28	8,55	93	21	0,29	0,59	0,13	2,09	0,35	04

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. 1992. 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 Opp-
dragsmelding 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, (stensil): 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,
Åmotsdalen, 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
dvergfalk. 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
hjortedyr. 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 dvergfalk 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. Kållås, 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-yy
65. Bruteig, I.E. og Wang, R. 1996. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Solhomfjell og Børgefjell 1995. ALLFORSK Rapport 7: 1-xx.
66. Eilertsen, O. 1996. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjons-økologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Børgefjell nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding 408: x-xx
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 x/96.
69. Kållås, J.A.(red).1996. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere, fugl og næringskjedestudier i TOV-områdene, 1995. NINA Oppdragsmelding 429: 1-36.

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).

Henvendelser vedrørende rapportene rettes til utførende institusjoner.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0743-5

442

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7005 TRONDHEIM
Telefon: 73 58 05 00
Telefax: 73 91 54 33

**NINA
Norsk institutt
for naturforskning**