

491

OPPDRA GSMELDING

Terrestrisk naturovervåking
Metaller, selen, kalsium og fosfor i
elg, hjort og rådyr, 1995-96

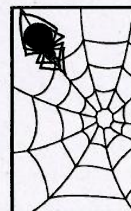
John Atle Kålås
Hilde Stol Øyan

Program for terrestrisk naturovervåking

Rapport nr 77

Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning

Deltagende institusjoner: NINA



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

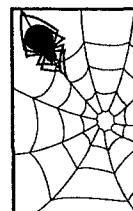
Terrestrisk naturovervåking Metaller, selen, kalsium og fosfor i elg, hjort og rådyr, 1995-96

John Atle Kålås
Hilde Stol Øyan

Program for terrestrisk naturovervåking

Rapport nr 77

Oppdragsgiver: Direktoratet for naturforvaltning
Deltagende institusjoner: NINA



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 NINAs 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 befæringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter 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 "almenheten" 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.

Kålås, J.A. & Øyan, H.S. 1997. Terrestrisk naturovervåking. Metaller, selen, kalsium og fosfor i elg, hjort og rådyr, 1995-96. - NINA Oppdragsmelding 491: 1-22.

Trondheim, juni 1997

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0836-9

Forvaltningsområde:

Naturovervåking

Environmental monitoring

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Kjetil Bevanger

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 300

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7005 Trondheim

Tel: 73 58 05 00

Fax: 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 12581 TOV metaller i hjortedyr

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Kålås, J.A. & Øyan, H.S. 1997. Terrestrisk naturovervåking. Metaller, selen, kalsium og fosfor i elg, hjort og rådyr, 1995-96. - NINA Oppdragsmelding 491: 1-22.

Direktoratet for naturforvaltning (DN) sitt "Program for terrestrisk naturovervåking" (TOV), har som viktigste formål å overvåke vegetasjon og fauna for å avdekke eventuelle effekter av langtransporterte forurensninger. Dette omfatter overvåking av en rekke elementer som kan påvirkes av slike forurensninger. I denne sammenheng rapporterer vi her konsentrasjoner av bly, kadmium, kopper, kvikksølv, sink og selen i lever, og aluminium, bly, fosfor og kalsium i beinvev fra elg (5 områder), hjort (5 områder) og rådyr (2 områder) i Norge.

For å redusere den naturlige variasjonen i målingene og dermed øke mulighetene for sikker dokumentasjon av endringer, inkluderer undersøkelsen bare 2-4 år gamle hunndyr. For de fleste bestandene som inngår i denne undersøkelsen er det benyttet mellom 13 og 20 dyr fra hvert område, og undersøkelsen innbefatter områder med forskjellig omfang av langtransporterte luftforurensninger. Dette skulle gi et godt grunnlag for senere dokumentasjon av eventuell endringer i metallbelastninger og mineralbalanse hos hjortedyr.

For de fleste elementene finner vi signifikante forskjeller mellom de undersøkte områdene. Klare indikasjoner på forhøyede konsentrasjoner som følge av langtransporterte forurensninger finner vi imidlertid bare for bly. For dette elementet ser vi dessuten klare tegn til reduksjon i løpet av den siste 20-års perioden. Også for kadmium tyder resultatene på forhøyede konsentrasjoner i de sørlige områdene som også er sterkest påvirket av langtransporterte luftforurensninger. Variasjon i naturlig forekomst av dette elementet i hjortedyrs føde vanskeliggjør imidlertid dokumentasjonen av dette. For de øvrige elementene finner vi ingen klare mønster som indikerer ubalanse som kan tilskrives forurensninger. Dette indikerer at det omfang vi i dag har av langtransporterte luftforurensninger (forsuring og tilførsel av metaller) ikke eller i liten grad øker de aktuelle hjortedyrenes akkumulering av aluminium og kvikksølv utover det som kan finnes naturlig. Det samme gjelder for balansen av kopper, sink, kalsium og fosfor hos disse artene.

Emneord: Terrestrisk miljø - overvåking - elg - hjort - rådyr - metaller, selen, kalsium og fosfor.

John Atle Kålås, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

Abstract

Kålås, J.A. & Øyan, H.S. 1997. Monitoring programme for terrestrial ecosystems. Metals, selenium, calcium and phosphorus in Moose, Red deer and Roe deer, 1995-96. - NINA Oppdragsmelding 491: 1-22.

The main objective of the 'Programme for Terrestrial Monitoring', run by the Directorate for Nature Management (DN), is to monitor the vegetation and fauna to uncover possible effects of long-range atmospheric pollutants. It includes the monitoring of a number of elements, which may be affected by such pollutants. In this context, we here report on the concentrations of lead, cadmium, copper, mercury, zinc and selenium in the liver, and aluminium, lead, phosphorus and calcium in the osseous tissue of elk (5 areas), red deer (5 areas) and roe deer (2 areas) in Norway.

To reduce the natural variation in the measurements and thereby increase the chances for reliable documentation of changes, only 2-4 year-old females have been used. For most of the populations covered by the investigation, between 13 and 20 animals have been studied from each area, and the investigation takes in areas with different quantities of atmospheric pollution. This should provide a good basis for subsequent documentation of any changes in metal loads and the mineral balance in members of the Cervidae family.

Significant differences between the areas investigated have been found for most of the elements. Clear indications of enhanced concentrations as a consequence of long-ranged atmospheric pollution have, however, only been found for lead. There are, moreover, clear indications of a reduction in this element during the last 20 years. For cadmium, too, the results suggest enhanced concentrations in the southerly areas, which are also those most affected by atmospheric pollution. However, variations in the natural occurrence of this element in the food of deer make it difficult to document effects of pollution. As regards the other elements, no clear pattern has been found which indicates a lack of balance that can be ascribed to pollution. This implies that the present degree of long-ranged atmospheric pollution (acidification and increment of metals) does not or only to a minor degree increase the accumulation of aluminium and mercury in the actual deer species beyond that which can be found naturally. The same applies to the balance of copper, zinc, calcium and phosphorus in these species.

Key words: Terrestrial environment - monitoring - moose - red deer - roe deer - metals, selenium, calcium and phosphorus.

John Atle Kålås, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim.

Forord

Direktoratet for naturforvaltning (DN) sitt "Program for terrestrisk naturovervåking" (TOV) har som mål å overvåke tilførsel og virkninger av langtransporterte forurensninger på ulike naturtyper og organismer i Norge (Løbersli 1989). Dette omfatter nå integrert overvåking i 7 utvalgte overvåkingsområder der en rekke biologiske og fysiske/kjemiske variabler overvåkes innen et begrenset areal, samt landsomfattende overvåking der lokaliseringen av datainnsamlingen varierer fra art til art. I begge tilfellene inkluderer overvåking både bestandsendringer for utvalgte arter og endringer i miljøgiftbelastninger.

Innenfor det landsomfattende kartleggingsarbeidet har Norsk institutt for naturforskning (NINA) blant annet fått ansvaret for kartlegging av forekomster av utvalgte elementer i hjortevilt i Norge. Denne undersøkelsen rapporteres her.

Innsamlingen av prøver fra elg og hjort er utført i forbindelse med innsamling av annet materiale til DN sitt overvåkingsprogram for hjortevilt. Dette arbeidet er organisert av DN i samarbeid med viltforvalterne ved fylkesmennenes miljøvernavdelinger, og innsamlingen er i sin helhet basert på samarbeid med jegere og den lokale viltforvaltningen. Vi vil samtidig takke Kurt Jerstad, Martin Håker og Erling Ness for bistand med utplukking av kjeveprøvene fra elg som ble samlet inn i 1996. Mottak og utsortering av elg- og hjortep prøvene ved NINA er utført av laboratoriepersonell tilknyttet overvåkingsprogrammet for hjortevilt, og aldersbestemmelsen av dyr er også utført i forbindelse med dette programmet. I denne sammenheng vil vi takke Morten Heim, Frode Holmstrøm, Rolf Langvatn og Erling Solberg.

Innsamlingen av rådyrprøver ble organisert av lokale kontaktpersoner, og vi vil i den forbindelse takke Kurt Jerstad og Ole Aksel Forberg som har hatt ansvaret for innsamlingen av prøver fra henholdsvis Lyngdalsområdet i Vest-Agder og Ytterøya i Nord-Trøndelag. Videre vil vi takke Erik Lund for aldersbestemmelse av rådyrkjevne.

Syverin Lierhagen har hatt ansvaret for de kjemiske analysene. Vi vil videre takke Rolf Langvatn og Ivar Myklebust for kommentarer til et tidlig utkast av rapporten.

Svært mange jegere har bistått med innsamlingen av prøver og dette arbeidet hadde ikke vært mulig uten den store velvilje og interesse vi har møtt fra jegerhold. Vi takker alle, både de med og uten utbytte, for innsatsen.

Trondheim, juni 1997

John Atle Kålås

Innhold

Referat.....	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	5
2 Metoder.....	6
3 Resultater.....	10
4 Diskusjon	14
5 Litteratur.....	17
4 Vedlegg.....	18

1 Innledning

Direktoratet for naturforvaltning har startet 'Program for terrestrisk naturovervåking'. Overvåkingen kan deles i to hovedgrupper. En del består av integrerte undersøkelser (av nedbør, jord, plantesamfunn, bestandsstudier av fugler og pattedyr samt forekomster av miljøgifter i planter og dyr) i faste overvåkingsområder og den andre delen av landsomfattende overvåking av bestander og/eller miljøgiftbelastninger for utvalgte indikatororganismer. Programmet skal supplere andre overvåkingsprogram, og har som mål å kunne påvise eventuelle lokale forandringer i terrestriske økosystemer over tid, og eventuelle regionale forskjeller i forurensingsmønstre eller bestandsutviklingen for utvalgte overvåkingsorganismer.

Metaller finnes naturlig overalt i miljøet omkring oss. De fleste metallene er nødvendige (essensielle) for levende organismer, men både for mye og for lite av dem kan være skadelig. Et metalls tilgjengelighet og dets giftighet varierer mellom arter og er avhengig av både biologiske forhold (for eksempel kjønn, alder) og ikke-biologiske forhold (for eksempel jordsmonn, nedbør, temperatur). Vårt naturmiljø har i løpet av det siste hundreåret fått en økt tilgang av enkelte metaller som kan ha skadelige effekter på fugler og pattedyr. Dette kommer av en økt tilførsel av slike metaller til naturen (Steinnes et al. 1988) eller av at tilgjengeligheten av metallene har økt på grunn av forurensning fra industri og bruk av fossilt brensel. For enkelte arter finnes det informasjon fra laboratoriestudier om hvilke konsentrasjoner som fører til økt dødelighet. Imidlertid er det mangelfulle kunnskaper om mindre akutte effekter som redusert reproduksjon eller redusert evne til å unngå å bli tatt av predatorer (rovfugler og rovdyr). For nærmere detaljer henvises til tre litteraturstudier om temaet (Pedersen & Nybø 1990, Nybø 1991, Espelien 1993).

Slik situasjonen er nå betraktes metallene aluminium, bly, kadmium og kvikksølv som mest aktuelle når det gjelder negative effekter på fugler og pattedyr. Foruten forgiftninger nær store, lokale forurensingskilder og akutt blyforgiftning av vannfugl som har spist blyhagl, er det imidlertid få tilfeller i Norge der skader på viltarter kan knyttes direkte til forgiftning forårsaket av metaller. Forsuring av jordsmonn og/eller økt inntak av ikke-essensielle metaller kan også påvirke opptak og balansen av essensielle elementer som for eksempel selen og fosfor samt metallene kopper, sink og kalsium. For de elementene som er inkludert i denne kartleggingen er det gitt en kort beskrivelse over mulige negative effekter og sammenhenger i diskusjonskapittelet.

Målsetningen med denne undersøkelsen er å dokumentere dagens innhold av utvalgte elementer i hjortedyr som kan påvirkes av langtransporterte forurensninger. Dette skal danne et grunnlag for senere dokumentasjon av eventuelle endringer i forekomsten av disse elementene hos denne dyregruppen. Undersøkelsen omfatter forekomster av: bly (Pb), kadmium (Cd), kopper (Cu), kvikksølv (Hg), sink (Zn) og

selen (Se) i lever, og aluminium (Al), bly, fosfor (P) og kalsium (Ca) i beinvev fra elg (*Alces alces*), hjort (*Cervus elaphus*) og rådyr (*Capreolus capreolus*) fra til sammen 12 områder fordelt over hele Norge. Kartleggingen er basert på en forutgående undersøkelse av akkumulering av metaller i hjortedyr som også ble utført i regi av TOV (Kålås & Myklebust 1994). For mer informasjon om akkumulering og effekter av metaller og selen viser vi til den rapporten. Mot slutten av rapporten gir vi også en kort vurdering av resultatene i forhold til mulig påvirkning av langtransporterte luftforurensninger. Dersom slik forurensning påvirker metallinnhold i hjortedyr forventer vi systematiske forskjeller i metallkonsentrasjoner mellom de sørlige områdene som er mest utsatt for slik forurensning (Aust- og Vest-Agder, Vestfold, Rogaland og sørlige deler av Hordaland) og de nordlige områdene som i mindre grad er påvirket av slik forurensning.

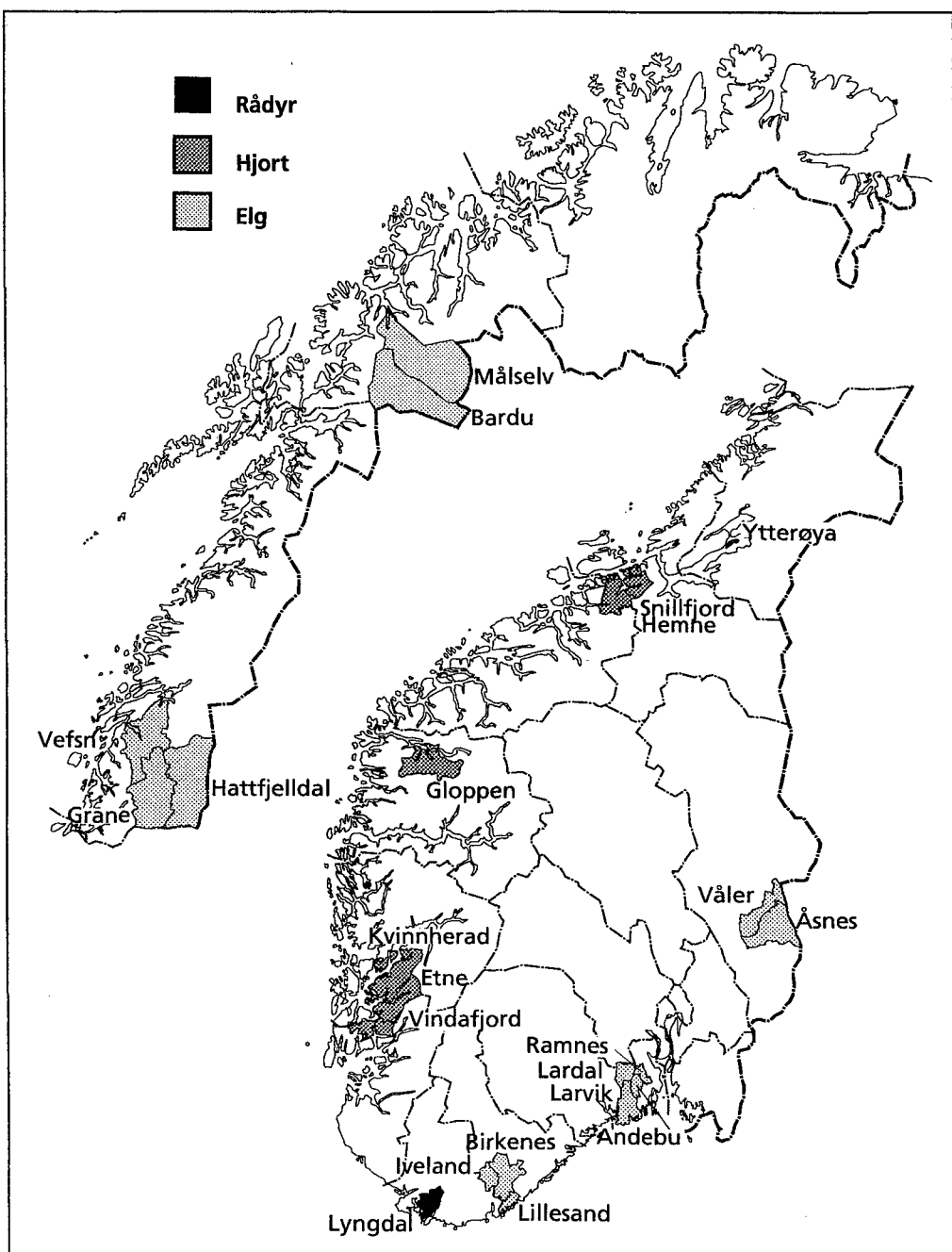
2 Metoder

Innsamling av prøver

Undersøkelsen omfatter prøver av elg fra 5 områder (Iveland, Birkenes og Lillesand kommuner i Aust-Agder; Larvik, Ramnes, Lardal og Andebu kommuner i Vestfold; Åsnes og Våler kommuner i Hedmark; Vefsn, Grane og Hattfjelldal kommuner i Nordland; Bardu og Målselv kommuner i Troms), hjort fra 5 områder (Vindafjord kommune i Rogaland; Etne kommune i Hordaland; Kvinnherad kommune i Hordaland; Gloppen Kommune i Sogn og Fjordane; Hemne og Snillfjord kommuner i Sør-Trøndelag)

og rådyr fra 2 områder (Lyngdal kommune i Vest-Agder; Ytterøya, Levanger kommune i Nord-Trøndelag) (figur 1). For hjort er 3 av områdene nabokommuner på grensen mellom Rogaland og Hordaland fylke. Den detaljerte oppdelingen her er gjort for å få mest mulig informasjon fra de områdene av hjortens utbredelsesområde i Norge som er mest påvirket av langtransporterte luftforurensninger.

For samtlige arter inngår det bare prøver fra hunndyr med alder mellom 2 og 4 år og for de fleste områder og arter omfatter undersøkelsen prøver fra mellom 13 og 20 individer (tabell 1).



Figur 1. Kart over overvåkingsområdene. - Map showing the monitoring areas.

Tabell 1. Fordeling av alder for dyra som inngår i undersøkelsen. - Age distribution for the animals included in this study.

Område / Area	Alder / Age			Totalt/Total
	2 år/years	3 år/years	4 år/years	
Rådyr / Roe deer:				
Lyngdal	7	6	0	13
Ytterøya	10	1	4	15
Hjort / Red deer:				
Vindafjord	7	2	4	13
Etnes	5	3	1	9
Kvinnherad	6	7	1	14
Gloppen	8	8	1	17
Snillfjord/Hemne	7	6	7	20
Elg lever / Moose liver				
Iveland/Birkenes	8	4	2	14
Larvik/Ramnes/Andebu	4	6	6	16
Åsnes/Våler	4	0	2	6
Vefsn/Grane/Hattfjelldal	5	7	4	16
Bardu/Målselv	9	3	3	15
Elg bein / Moose bone				
Iveland/Lillesand	4	2		6
Larvik/Ramnes/Lardal	8	6	5	19
Åsnes/Våler	3	1	1	5
Vefsn/Grane/Hattfjelldal	11	3	4	18
Bardu/Målselv	6	5	5	16

Det ble tatt prøver fra elg og hjort i forbindelse med innsamling av materiale til DN sitt overvåkningsprogram for hjortedyr høsten 1995 (lever fra elg, og lever og kjevebein fra hjort) og høsten 1996 (kjevebein fra elg). Dette ble organisert av den lokale viltforvaltningen, via Fylkesmennenes miljøvernavdelinger og DN, etter at instruksjoner for innsamling av prøver var utarbeidet av NINA. All innsamling av prøver fra rådyr er utført av NINA via lokale kontaktpersoner. Disse er enten tatt fra dyr felt høsten 1995 (alle rådyrprøvene fra Ytterøya og 8 av rådyrprøvene fra Lyngdal) eller høsten 1996 (5 rådyr fra Lyngdal) (**vedlegg 1**).

Kjeven ble tatt ut straks dyret var flådd. Senere ble alt kjøtt fjernet fra kjeven og den ble påsatt merkelapp og tørket eller frosset ned. Ca 1/2 kg lever ble lagt i en plastpose som ble merket og lukket. Bare organ som var uskadd ble benyttet. Leverprøvene ble frosset ned snarest mulig og videresendt til NINA i frossen tilstand.

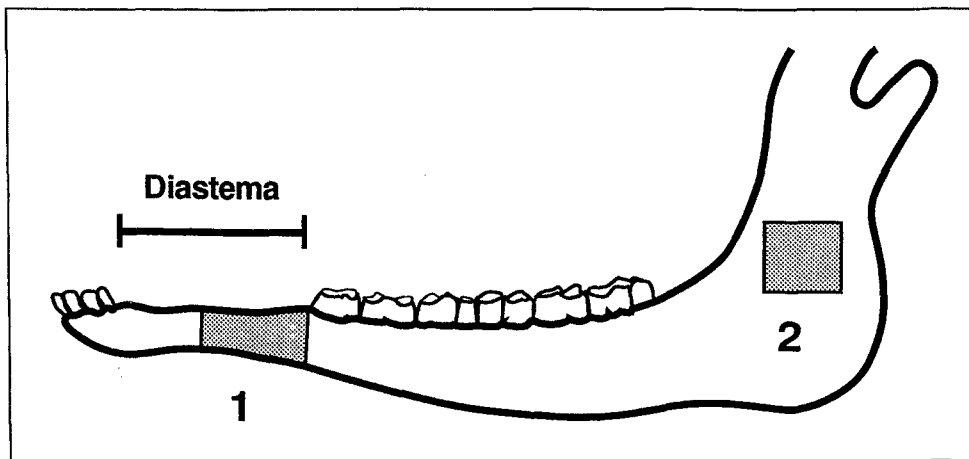
Laboratorieprosedyrer

Elg og hjort er aldersbestemt ved avlesning av vekstsoner på tannsnitt (Reimers & Nordby 1968), mens rådyr er aldersbestemt på bakgrunn av tannutvikling og tannslitasje (Aitken 1975).

Det ble tatt ut ca 2,0 g (våttvekt) av lever for analysering av metallinnhold. Ved uttak av disse prøvene ble levera tint til

ca 0 °C. For å redusere effekter av eventuell kontaminering av prøvene under håndtering i felt og forsendelse ble leverprøven tatt fra indre deler av levera. Det ble brukt kniver og pinsetter av titan. Dette utstyret ble rensset mellom hvert individ i 1 mol HNO₃ og skylt i destillert vann.

Som standard ble beinprøvene fra kjeven tatt fra bakre del av *diastema* mellom fortennene og jekslene (**figur 2**). Dette vil være gammelt beinvev som ble dannet tidlig i dyrets liv. For en del av kjevene fra hjort var ikke denne delen av beinet tilgjengelig. Det ble da som alternativ tatt bein fra bakre del av kjeven (**figur 2**). For å undersøke om det var systematiske forskjeller mellom disse to prøvepunktene ble det tatt ut parallelle prøver for 13 kjever. For Pb viste disse undersøkelsene at prøvene fra den bakre del av kjeven inneholdt gjennomsnittlig bare 70,5 % (sd = 12,5) av Pb-innholdet i *diastema* (Wilcoxon Signed Ranks test: Z = 3,18, n = 13, p < 0,001). For å justere for dette er alle prøver som er tatt fra bakre del av kjeven oppjustert i forhold til disse resultatene (multiplisert med 1,42) ved statistisk håndtering og i **vedlegg 1**. Det var også signifikant lavere innhold av både Ca og P i bakre del av kjevebeinet sammenlignet med *diastema* (henholdsvis 92,9 % ± 7,5 (sd), Wilcoxon Signed Ranks test: Z = 2,83, n = 13, p < 0,005, og 94,1 % ± 6,4 (sd), Wilcoxon Signed Ranks test: Z = 2,69, n = 13, p < 0,007). For disse metallene er imidlertid de prosentvise forskjellene så små at vi har valgt å ikke gjøre noen



Figur 2. Kjeve som viser plasseringen av diastema hvor standard beinprøvene er tatt fra (1), og alternativt prøvepunkt for kjever der diastema ikke var tilgjengelig (2). - Moose jaw showing the standard osseous (bone) sampling site (1), and the alternative sampling site used for jaws without the diastema available (2).

justering av verdier i forbindelse med statistisk håndtering av materialet. For Al var også gjennomsnittsverdien høyest i diastema, men for dette metallet var det ingen signifikante forskjeller mellom de to aktuelle prøvepunktene.

De parallelle kjeveprøvene for hjort gir også informasjon om repeterbarhet for våre analyser. Svært god korrelasjon mellom Pb-innhold for de parallelle prøvene ($r_s = 0,97$, $n = 13$, $p < 0,001$) og for Ca/P-forholdet mellom de parallelle prøvene ($r_s = 0,66$, $n = 13$, $p < 0,02$) samt liten variasjon og nærmest identiske Ca/P-forhold for de to prøvepunktene (diastema: $Ca/P = 2,00 \pm 0,09$ (sd), bakre del: $Ca/P = 1,97 \pm 0,06$ (sd)) indikerer høy kvalitet for de rutiner som er benyttet i laboratoriet og ved de kjemiske analysene.

Før beinprøver ble tatt, ble overflaten av beinet skrapet rent med titankniv. Deretter ble kjeven lagt på plastunderlag og den aktuelle delen knust med en plashammer. Ca 0,9 g (før frysetørring) beinsplinter som representerte et tverrsnitt av beinet ble så brukt for analysering av metallinnhold.

Rester av kjeve- og leverprøvene er foreløpig tatt vare på for oppbevaring i en eventuell miljøprøvebank, og er lagret ved $-20\text{ }^\circ\text{C}$.

Kjemiske analyser

Følgende rutiner er fulgt ved analyse av forekomster av elementer i de innsamlede prøvene:

- Prøvene ble tørket i frysetørrer (Christ LDC-1) i ca 17 timer.
- ca 0,6 g prøve (tørrvekt) ble veid opp.
- Prøvene ble oppløst ved bruk av konsentrert HNO_3 og mikrobølgeovn (Milestone MLS 1200) i beholdere av perfluoralcohoxil (PFA).
- Konsentrasjoner av metaller ble bestemt ved hjelp av atomabsorpsjonsspektroskopi (Perkin Elmer, modell 1100B) med grafittovn (HGA 700) og hydridsystem (FIAS 200) som tilleggsutstyr.
- Nøyaktigheten av analyseprosedyrene ble kontrollert ved hjelp av internasjonale standarder: Bovine liver 1577b, Dogfish liver (Dolt-2), Bone Meal 1486-NIST og Bone Ash 1400-NIST. Disse analysene viser at våre analyseresultat er stabile og ligger litt i overkant av de sertifiserte gjennomsnittsverdiene (96-118 % av sertifiserte verdier) (tabell 2).

Våre analyseprosedyrer gav følgende deteksjonsgrenser: Al = 0,25 (0,15), Cd = 0,01, Cu = 0,5, Hg = 0,01 (0,005), Pb = 0,12 (0,10), Se = 0,5 (0,30) og Zn = 0,5, alle verdier gitt som mg kg^{-1} (tørrvekt). Tallene i parentes viser verdier benyttet ved statistiske analyser og er oppgitt i vedlegg 1 dersom konsentrasjonen av et metall var lavere enn deteksjonsgrensen. For Ca og P var deteksjonsgrensene henholdsvis 0,09 % og 0,33 %. For mer detaljert informasjon om de kjemiske analysene viser vi til vårt analyselaboratorium sine metodemanager. Laboratoriet ble akkreditert av Norsk Akkreditering 6 desember 1996.

For leverprøvene er det analysert for innhold av Pb, Cd, Cu, Hg, Se og Zn og for beinprøvene av Al, Ca, P og Pb. Konsentrasjoner er gitt som mg kg^{-1} (tørrvekt) for alle elementene unntatt P og Ca. For disse to elementene er alle verdier gitt som % av tørrvekt (for omregning til mg kg^{-1} må tallene multipliseres med 10 000).

For en relativt stor andel av leverprøvene ($n = 168$) ble det dokumentert verdier under de aktuelle deteksjonsgrensene for Pb, Hg og Se. Dette utgjorde 80 % av Pb-analysene, 37 % av Hg-analysene og 53 % av Se-analysene. Også en del av beinprøvene hadde Pb-verdier (16 %) og Al-verdier (7 %) under våre deteksjonsgrenser.

For de aktuelle leverprøvene har vi følgende tørrvektprosent: elg $32,1 \pm 1,7$ (sd), $n = 64$; hjort $32,2 \pm 1,3$ (sd), $n = 73$; rådyr $32,6 \pm 1,6$ (sd), $n = 25$.

Statistiske analyser

Fordelingen av innholdet av de aktuelle elementene avviker fra en normalfordeling i de fleste gruppene (art, område). For å beskrive metallinnhold i de aktuelle områdene, og for å teste forskjeller mellom disse benytter vi oss derfor i all hovedsak av ikke-parametriske statistikk, og medianverdier benyttes for å beskrive metallinnhold. I tabell 3 og 4 angir vi imidlertid også standardavvik da dette gir et bedre innblikk i omfang av variasjon enn minimum- og maksimumsverdier som oftest benyttes for å angi variasjon for materiale som ikke er normalfordelt. Vi tester forskjellene mellom områder ved hjelp av Kruskal-Wallis tester. Alle statistiske tester er to-sidige og vi definerer forskjeller som signifikante ved $p < 0,05$.

Tabell 2. Resultater av analyserte referansestandarder for kontroll av analysekvalitet. Verdiene er gitt som mg kg⁻¹ (tørrvekt) for alle elementer unntatt Ca og P der konsentrasjoner er gitt som % av tørrvekt - International reference standards analysed. Values given as mg kg⁻¹ (dry weight) for all elements excluding Ca and P where the values are given as % (dry weight).

Standard/Element	Vårt resultat Present work			Sertifisert verdi Certified value	Vårt resultat i % av referanse
	x	sd	n		
Bovin liver (1577b), 1995 data					
Aluminium (Al)	0,99	0,11	5	Ikke sertifisert	
Bly (Pb)	0,15	0,07	6	0,129	116
Kadmium (Cd)	0,53	0,008	6	0,50	106
Kopper (Cu)	176	1,5	6	160	110
Sink (Zn)	139	1,0	6	127	109
Dolt-2, 1995 data:					
Kvikksølv (Hg)	2,34	0,13	6	1,99	118
Selen (Se)	6,07	0,22	4	6,06	100
Bone Meal 1486-NIST, 1995 data:					
Aluminium (Al)	1,61	0,29	4	Ikke sertifisert	
Bly (Pb)	1,54	0,10	4	1,335	115
Kalsium (Ca)	28,3	1,45	4	26,58	106
Fosfor (P)	14,1	0,62	4	12,3	114
Bone Meal 1486-NIST, 1996 data:					
Aluminium (Al)	1,69	0,20	10	Ikke sertifisert	
Bly (Pb)	1,28	0,05	10	1,335	96
Kalsium (Ca)	25,8	0,27	10	26,58	97
Fosfor (P)	12,1	0,30	10	12,3	98
Bone Ash 1400-NIST, 1995 data:					
Bly (Pb)	10,2	0,4	4	9,07	112
Kalsium (Ca)	40,1	2,5	3	38,18	105
Fosfor (P)	18,9	1,1	4	17,91	106
Bone Ash 1400-NIST, 1996 data:					
Kalsium (Ca)	37,2	0,36	8	38,18	98
Fosfor (P)	19,3	0,31	8	17,91	108

3 Resultater

Aluminium (Al)

De fleste av leverprøvene i undersøkelsen hadde Al-konsentrasjoner mellom deteksjonsgrensen ($0,25 \text{ mg kg}^{-1}$) og 4 mg kg^{-1} , mens medianverdiene for de forskjellige artene og områdene varierte mellom deteksjonsgrensen og $2,77 \text{ mg kg}^{-1}$ (**tabell 3**).

Høyest konsentrasjoner ble funnet i hjort der konsentrasjonene i all hovedsak varierte mellom 1 og 4 mg kg^{-1} . For elg varierte konsentrasjonene mellom deteksjonsgrensen og $1,5 \text{ mg kg}^{-1}$, mens verdiene for rådyr varierte mellom $0,5$ og $1,5 \text{ mg kg}^{-1}$.

For både hjort og elg var det signifikante forskjeller i Al-konsentrasjoner mellom de forskjellige områdene (**tabell 3**). For hjort var dette et resultat av høyest konsentrasjoner i Etne og Kvinnherad, mens det for elg var forårsaket av høyest konsentrasjoner i de tre sørligste områdene. For rådyr var det ingen signifikant forskjell mellom det sørlige og det nordlige området (**figur 3**).

Bly (Pb)

Leverprøvene hadde lavt innhold av Pb for alle tre artene med en stor andel av målingene under vår deteksjonsgrense for dette metallet ($0,12 \text{ mg kg}^{-1}$). Hoveddelen av kjeveprøvene hadde Pb-konsentrasjoner mellom deteksjonsgrensen og 2 mg kg^{-1} , mens medianverdiene for de forskjellige artene og områdene varierte mellom $0,12$ og $1,63 \text{ mg kg}^{-1}$ (**tabell 3**).

Variasjonen i Pb-konsentrasjonene skyldes i stor grad forskjeller mellom områder, og vi finner ingen tydelige forskjeller mellom de tre undersøkte hjortedyrartene (**figur 4**).

For alle tre artene kommer det fram et klart mønster med signifikante forskjeller mellom områdene og klart høyeste konsentrasjoner i de sørlige delene av Norge (**tabell 3**).

Dette ser vi tydeligst for kjeveprøvene der medianverdiene ligger over 1 mg kg^{-1} i alle de sørlige områdene. For de nordlige områdene ligger derimot medianverdiene godt under $0,5 \text{ mg kg}^{-1}$ for alle tre artene (**figur 4**).

Fosfor (P)

P-innholdet i kjevebein varierer mellom 12 og 15% , og forskjellene er små både mellom arter og områder (**tabell 3**). Dersom en sammenligner de tre artene har imidlertid hjort gjennomgående lavere innhold av P i kjevebeinet enn de to øvrige artene.

For hjort og elg er det signifikante forskjeller mellom områdene, noe som er forårsaket av at variasjonene innen hvert område er enda mindre enn den totale variasjonen (**tabell 3**). Det er imidlertid ingen systematiske forskjeller med lavest konsentrasjoner i de sørlige områdene. Eksempelvis finner vi for elg høyest medianverdi i det

sørligste og det nordligste området, og for rådyr er det ingen signifikante forskjeller mellom området i Vest-Agder og området i Nord-Trøndelag.

Kadmium (Cd)

Hoveddelen av leverprøvene i denne undersøkelsen hadde Cd-konsentrasjoner mellom $0,1$ og $4,5 \text{ mg kg}^{-1}$, mens medianverdiene for de forskjellige artene og områdene varierte mellom $0,11$ og $3,00 \text{ mg kg}^{-1}$ (**tabell 3**).

Klart lavest Cd-konsentrasjoner ble funnet i hjort, med de fleste resultatene mellom $0,1$ og $0,4 \text{ mg kg}^{-1}$. For elg varierte de fleste av målingene mellom $0,5$ og 4 mg kg^{-1} , mens verdiene for rådyr varierte mellom $0,1$ og $4,5 \text{ mg kg}^{-1}$ (**figur 5**).

For alle tre artene var det signifikante forskjeller i Cd-konsentrasjonene mellom de forskjellige områdene (**tabell 3**). For hjort og rådyr er dette forårsaket av høyest konsentrasjoner i de sørlige områdene. For elg er dette mønsteret mindre klart, men også her finner vi de laveste konsentrasjonene i de to nordligste områdene.

Kalsium (Ca)

Ca-innholdet i kjevebein varierer i mellom 24 og 27% og forskjellene er som for P små både mellom arter og mellom områder (**tabell 3**).

For elg er det signifikante forskjeller mellom områdene (**tabell 3**), men som for P er det ingen indikasjon på lavere konsentrasjoner i de sørlige områdene.

Kopper (Cu)

Denne undersøkelsen viser svært store variasjoner for innhold av Cu i lever til de undersøkte hjortedyrene ($20-600 \text{ mg kg}^{-1}$). Medianverdiene for de forskjellige artene og områdene varierte mellom 47 og 367 mg kg^{-1} (**tabell 3**).

Klart høyest konsentrasjoner ble funnet i elg, der de fleste målingene ligger mellom 100 og 600 mg kg^{-1} . For hjort varierte konsentrasjonene mellom 20 og 250 mg kg^{-1} , mens verdiene for rådyr varierte mellom 50 og 150 mg kg^{-1} (**figur 6**).

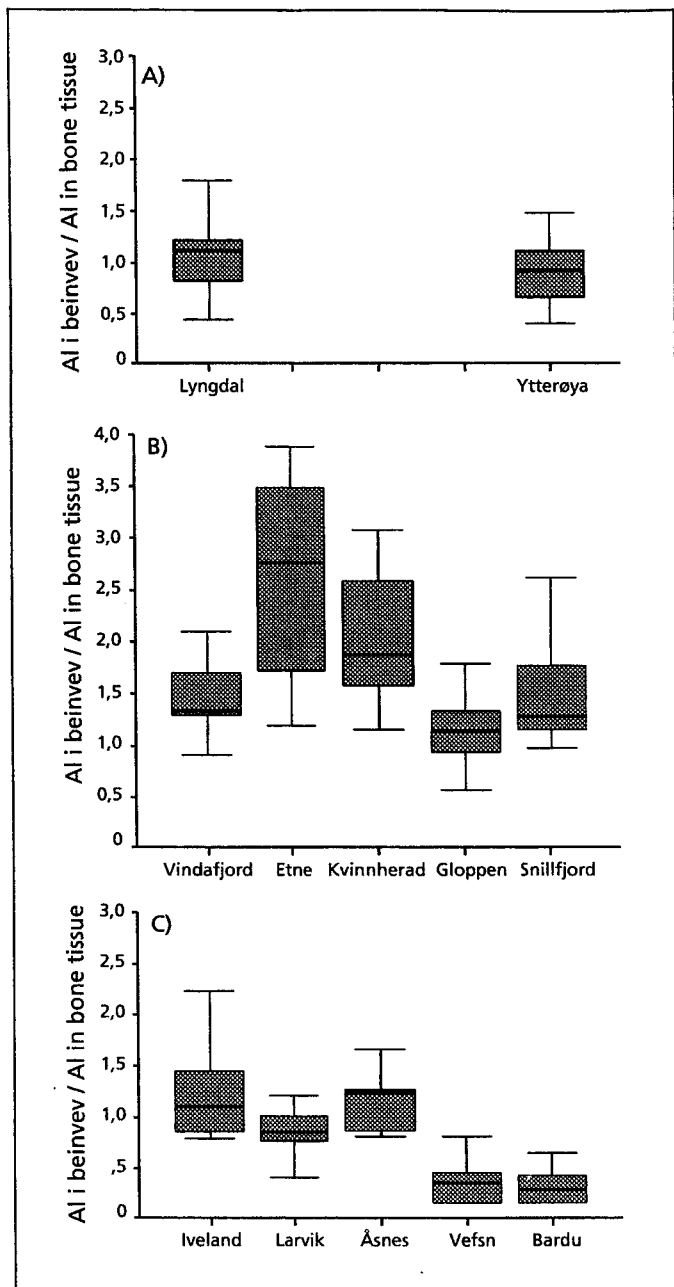
For både hjort og elg var det signifikante forskjeller i Cu-konsentrasjonene mellom de forskjellige områdene (**tabell 3**). Det var imidlertid ikke entydige avvik i Cu-konsentrasjonene i de sørlige områdene. Riktignok fant vi for hjort de laveste Cu-konsentrasjonene i de to sørligste områdene, men for elg fant vi derimot lavest konsentrasjoner i det nordligste området. For rådyr var det ingen signifikant forskjell mellom det sørlige og det nordlige området.

Kvikksølv (Hg)

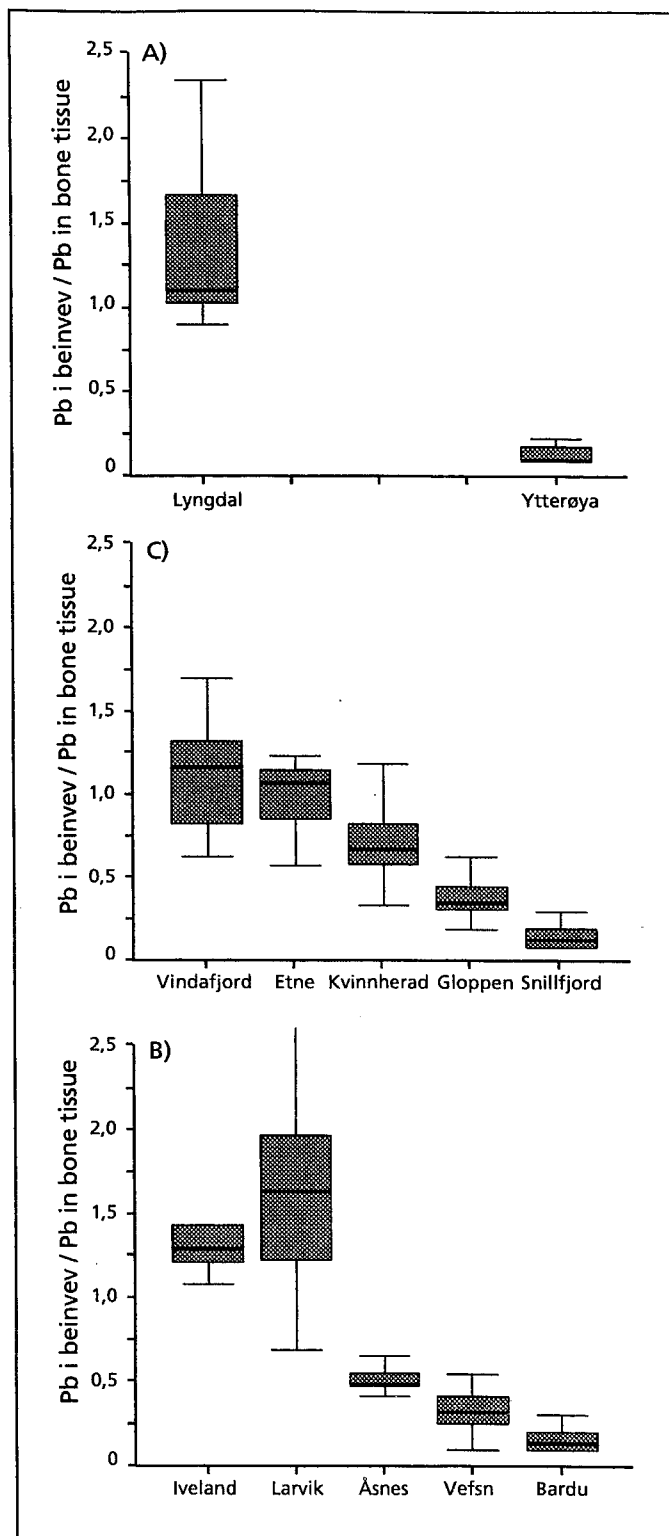
Vi finner svært lave konsentrasjoner av Hg i lever hos de undersøkte hjortedyrartene, og mesteparten av prøvene har konsentrasjoner under vår deteksjonsgrense ($0,01 \text{ mg kg}^{-1}$) (**tabell 3**).

Tabell 3. Antall prøver, medianverdier og standardavvik for innhold av elementer i vevsprøver fra hjortevilt. Omfatter hunndyr innen aldersklassene 2 - 4 år. Verdiene er gitt som mg kg⁻¹ (tørrvekt) for alle elementer unntatt Ca og P der konsentrasjoner er gitt som % av tørrvekt. Når mer enn 50 % av verdiene ligger under våre deteksjonsgrenser er resultatene gitt som 'antall prøver over deteksjonsgrense'/totalt antall prøver'. - Sample size, median concentrations and standard deviation of metals and Se (mg kg⁻¹, dry weight), and Ca and P (% dry weight) in liver and bone samples from Cervids (includes only 2-4 years old females). Where > 50 % of the analyses of a metal were below the actual detection limit only number of samples showing concentrations above this limit (d), and total sample size (n) are given, as d/n.

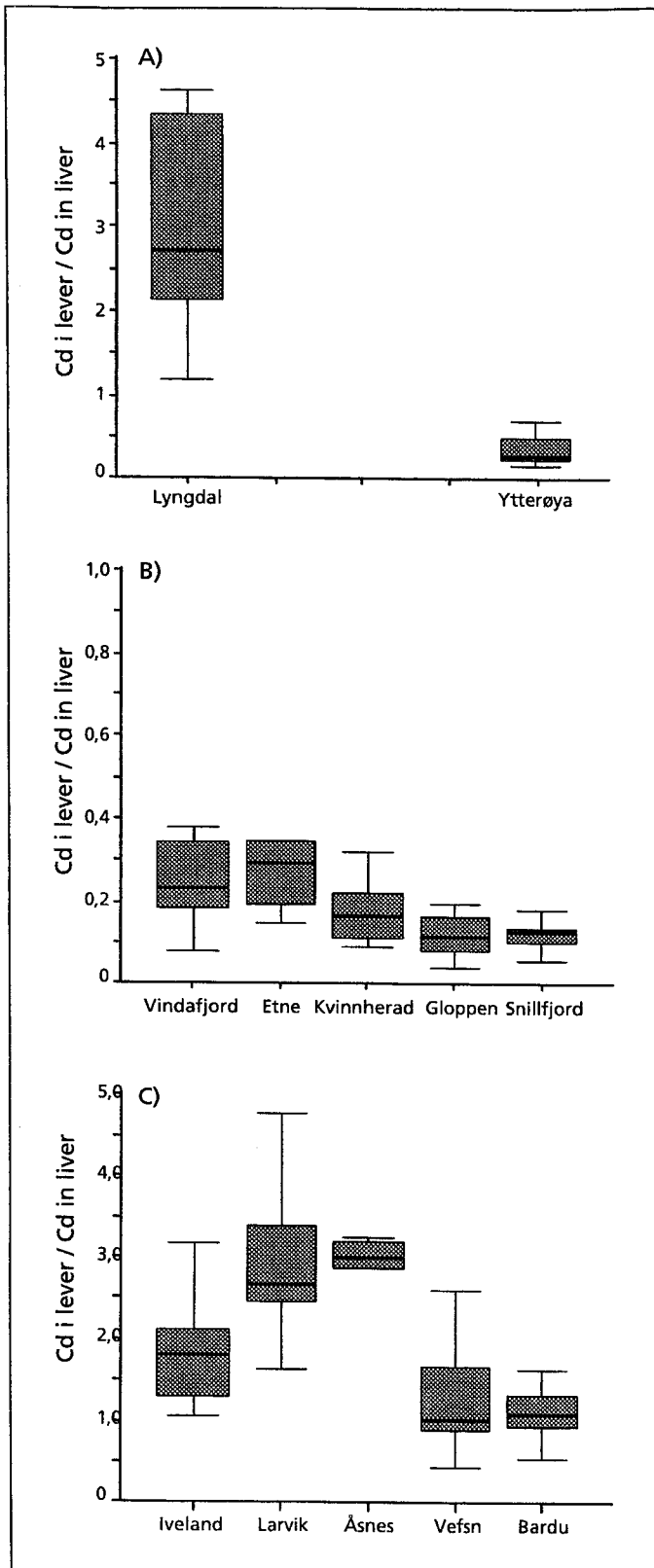
Art / Species	n	Cd	Cu	Lever/Liver				Zn	n	Kjevebein/Mandible			
				Hg	Pb	Se	Al			Ca	P	Pb	
Rådyr / Roe deer :													
Lyngdal	13	2,73 (3,79)	87,2 (61,4)	0,047 (0,039)	0,16 (0,07)	0,96 (0,99)	103 (6,6)	13	1,11 (1,45)	26,0 (0,6)	13,1 (1,2)	1,10 (0,43)	
Ytterøya	15	0,26 (0,36)	81,3 (33,4)	0,014 (0,019)	0/15	1/15	109 (8,3)	15	0,92 (0,39)	25,5 (1,1)	13,4 (0,6)	7/15	
K-W test :													
Chi-kvadrat		19,76	0,234	6,78	18,60	21,65	1,97		0,98	0,51	0,58	20,65	
p		0,001	0,63	0,009	0,001	0,001	0,16		0,32	0,48	0,45	0,001	
Hjort / Red deer :													
Vindafjord	13	0,23 (0,15)	46,9 (34,8)	4/13	0,14 (0,05)	6/12	101 (12,1)	13	1,33 (0,38)	24,1 (1,4)	12,4 (0,6)	1,17 (0,45)	
Etne	9	0,29 (0,20)	58,2 (54,7)	3/9	0,13 (0,04)	3/9	109 (6,7)	9	2,77 (1,00)	24,3 (1,5)	12,2 (0,6)	1,08 (0,23)	
Kvinnherad	14	0,16 (0,07)	97,7 (90,1)	3/14	1/13	3/14	100 (11,2)	14	1,88 (0,61)	25,0 (1,6)	12,8 (0,7)	0,68 (0,22)	
Gloppen	17	0,11 (0,07)	144,5 (61,4)	6/17	1/17	0/17	107 (12,0)	17	1,13 (0,34)	25,0 (1,9)	12,8 (0,5)	0,36 (0,13)	
Snillfjord/Hemne	20	0,12 (0,05)	117,8 (81,1)	8/20	1/19	1/20	108 (12,6)	20	1,27 (0,71)	25,9 (1,9)	12,8 (0,9)	0,14 (0,15)	
K-W test :													
Chi-kvadrat		25,04	16,13	2,10	22,34	15,53	9,29		25,90	6,71	12,43	56,71	
p		0,001	0,003	0,72	0,000	0,004	0,54		0,001	0,15	0,014	0,001	
Elg / Moose :													
Iveland/Birkenes/Lillesand	14	1,81 (0,73)	305 (115)	0,017 (0,005)	3/14	1,80 (0,98)	79,8 (11,7)	6	1,10 (0,53)	26,1 (0,5)	14,1 (0,5)	1,29 (0,52)	
Larvik/Lardal/Ramnes/Andebu	16	2,66 (0,85)	367 (176)	0,020 (0,013)	3/16	0,69 (0,41)	82,2 (15,6)	19	0,85 (0,21)	26,4 (0,5)	13,7 (0,3)	1,63 (0,50)	
Åsnes/Våler	6	3,00 (0,58)	324 (68)	0,020 (0,014)	0/6	1,85 (1,06)	87,7 (68,9)	5	1,22 (0,35)	25,0 (1,0)	13,3 (0,4)	0,48 (0,09)	
Vefsn/Grane/Hattfjelldal	16	1,02 (0,76)	350 (185)	0,022 (0,007)	2/16	0,69 (0,65)	75,2 (13,7)	18	0,34 (0,37)	25,1 (0,6)	13,9 (0,4)	0,33 (0,18)	
Bardu/Målselv	15	1,09 (0,44)	206 (99)	7/15	0/15	0,63 (0,39)	69,3 (8,0)	16	0,28 (0,27)	25,2 (0,8)	14,8 (0,5)	0,14 (0,07)	
K-W test :													
Chi-kvadrat		37,21	9,55	30,43	6,30	26,97	12,91		34,27	30,42	27,60	53,28	
p		0,001	0,049	0,001	0,18	0,001	0,012		0,001	0,001	0,001	0,001	



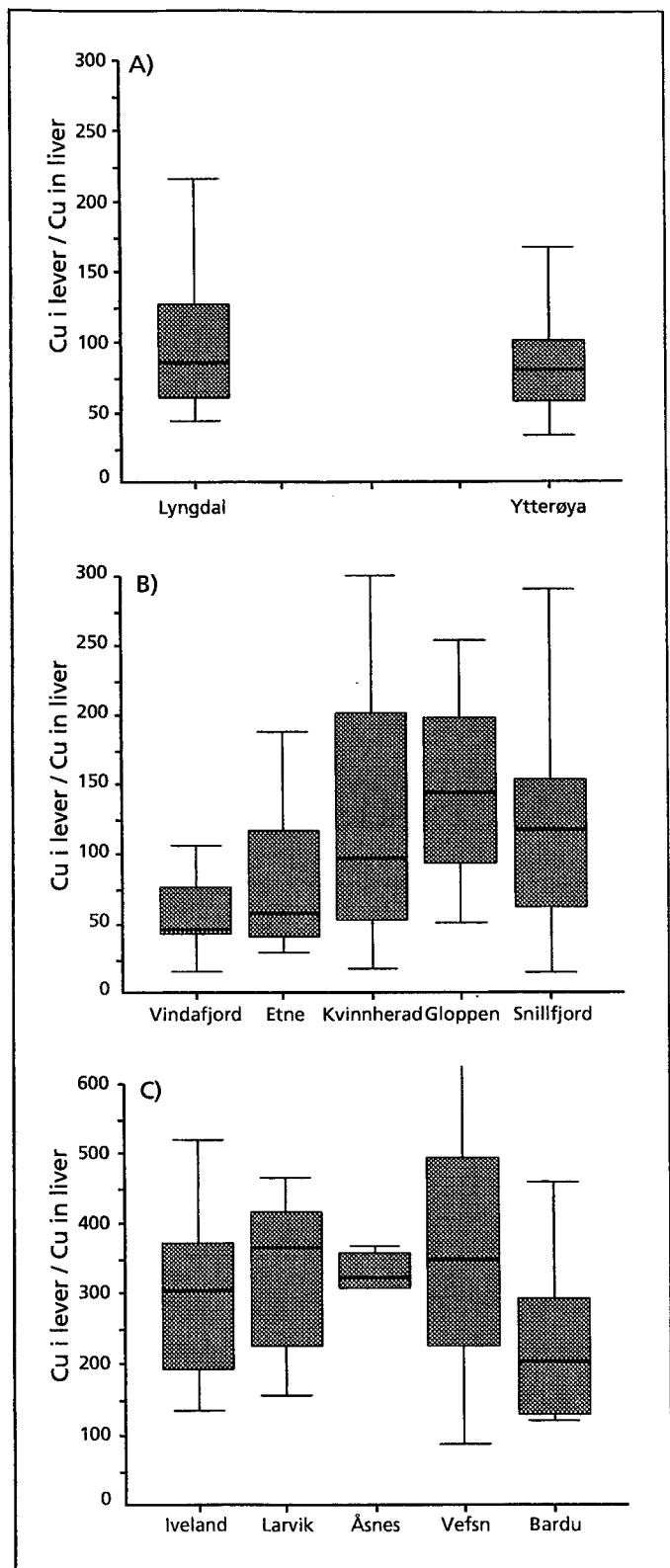
Figur 3. Al-konsentrasjoner i A) rådyr, B) hjort og C) elg for de forskjellige overvåkingsområdene. Den tykke streken i boksen angir medianverdi, boksen angir den midlere halvdel av verdiene, og halene angir minimum og maksimumverdier, unntatt ekstremverdier som er angitt med kryss (ekstremverdier er her definert som verdier mer enn 1,5 bokslengde fra øvre eller nedre kant av boksen). (Snillfjord innbefatter Hemne; Iveland innbefatter Birkenes og Lillesand; Larvik innbefatter Lardal, Ramnes og Andebu; Åsnes innbefatter Våler; Vefsn innbefatter Grane og Hattfjelldal; Bardu innbefatter Målselv.) - Al-concentrations in A) *Capreolus capreolus*, B) *Cervus elaphus* and C) *Alces alces* in the different monitoring areas. The bold line across the box indicate the median value, the box represents the interquartile range of the values, and the whiskers are lines that extend from the box to the highest and lowest values excluding outliers (outliers are here defined as cases with values more than 1,5 box lengths from the upper or lower edge of the box).



Figur 4. Pb-konsentrasjoner i A) rådyr, B) hjort og C) elg for de forskjellige overvåkingsområdene. For nærmere forklaring av figuren se figur 3. - Pb-concentrations in A) *Capreolus capreolus*, B) *Cervus elaphus* and C) *Alces alces* in the different monitoring areas. For more details about the figure see legends for figure 3.



Figur 5. Cd-konsentrasjoner i A) rådyr, B) hjort og C) elg for de forskjellige overvåkingsområdene. For nærmere forklaring av figuren se figur 3. - Cd-concentrations in A) *Capreolus capreolus*, B) *Cervus elaphus* and C) *Alces alces* in the different monitoring areas. For more details about the figure see legends for figure 3.



Figur 6. Cu-konsentrasjoner i A) rådyr, B) hjort og C) elg for de forskjellige overvåkingsområdene. For nærmere forklaring av figuren se figur 3. - Cu-concentrations in A) *Capreolus capreolus*, B) *Cervus elaphus* and C) *Alces alces* in the different monitoring areas. For more details about the figure see legends for figure 3.

Hjort synes å ha de laveste konsentrasjonene av Hg og hadde bare 24 av 73 målinger over vår deteksjonsgrense. For elg lå den største andelen av resultatene mellom deteksjonsgrensen og 0,05 mg kg⁻¹, mens rådyrprøvene hovedsakelig varierte mellom deteksjonsgrensen og 0,1 mg kg⁻¹.

For rådyr og elg var det signifikante forskjeller i Hg-konsentrasjonene mellom de forskjellige områdene (**tabell 3**). For elg var dette forårsaket av særlig lave konsentrasjoner i det nordligste området. For rådyr var Hg-konsentrasjonene klart høyest i Lyngdal. Konsentrasjonene av Hg i hjort var for lave til at de kan brukes til vurdering av geografiske forskjeller i Hg-konsentrasjoner.

Selen (Se)

Hoveddelen av leverprøvene i denne undersøkelsen hadde Se-konsentrasjoner fra under deteksjonsgrensen (< 0,5 mg kg⁻¹) og opp til 3 mg kg⁻¹, mens medianverdiene for de forskjellige artene og områdene varierte mellom deteksjonsgrensen og 1,85 mg kg⁻¹ (**tabell 3**).

Høyest konsentrasjoner ble funnet i elg, der medianene varierte mellom 0,63 og 1,85 mg kg⁻¹. For rådyr fra Lyngdal var også en stor andel av Se-konsentrasjonene over deteksjonsgrensen (median 0,96 mg kg⁻¹), mens resultatene for rådyr fra Ytterøya og for alle hjorteområdene viste at en stor andel av konsentrasjonene lå under vår deteksjonsgrense (**tabell 3**).

For alle tre artene var det signifikante forskjeller i Se-konsentrasjonene mellom de forskjellige områdene (**tabell 3**). Grovt sett var dette for alle artene et resultat av høyest konsentrasjoner i de sørligste områdene.

Sink (Zn)

Hoveddelen av leverprøvene i denne undersøkelsen hadde Zn-konsentrasjoner mellom 60 og 125 mg kg⁻¹, mens medianverdiene for de forskjellige artene og områdene varierte mellom 69 og 109 mg kg⁻¹ (**tabell 3**).

Laves konsentrasjoner ble funnet i elg, der verdiene i all hovedsak varierte mellom 60 og 100 mg kg⁻¹. For hjort og rådyr varierte konsentrasjonene mellom 70 og 125 mg kg⁻¹.

For elg og rådyr var det signifikante forskjeller mellom områdene. Disse forskjellene var imidlertid små og det er ingen indikasjoner på spesielle avvik i konsentrasjoner av Zn for de sørlige områdene (**tabell 3**).

4 Diskusjon

Denne undersøkelsen omfatter konsentrasjoner av metaller, selen, kalsium og fosfor for rådyr fra 2 områder, og elg og hjort fra 5 områder. For å redusere den naturlige variasjonen i målingene og dermed øke mulighetene for sikker dokumentasjon av endringer, inkluderer undersøkelsen bare 2-4 år gamle hunndyr (Kålås og Myklebust 1994). Samordningen med DN sin etablerte hjorteviltovervåking har vært en klar styrke når det gjelder innsamling av prøver og aldersbestemmelse av dyrene. Denne samordningen har imidlertid gitt visse begrensninger når det gjelder valg av overvåkingsområder. Blant annet er det for noen av områdene lokale kilder (smelteverk på Husnes, Karmøy og i Mo i Rana) som i noen grad kan ha påvirket resultatene for enkelte av de aktuelle elementene (Cu, Zn (Løbersli & Steinnes 1988)). Totalt sett vurderer vi denne usikkerheten til å ha begrenset betydning og det inngår et sett av områder med forskjellig omfang av langtransporterte luftforurensninger som skulle gi godt grunnlag for senere dokumentasjon av eventuelle endringer i metallbelastninger og mineralbalanse i hjortedyr som følge av slik forurensning.

Selv om hovedmålet med undersøkelsen var en ren dokumentasjon av forekomstene av de aktuelle elementene, gir vi her en kort vurdering av resultatene både når det gjelder forskjeller mellom arter og områder, og der det er mulig også endringer i løpet av den siste 20-årsperioden. Forskjeller mellom områder vil kunne gi indikasjoner på om de konsentrasjonene vi nå finner i hjortedyr er påvirket av langtransporterte luftforurensninger. I denne sammenheng ser vi etter systematiske forskjeller i konsentrasjoner av de aktuelle elementene mellom områder med forskjellig grad av langtransporterte forurensninger.

Forskjellige hjortedyrbestander vi naturlig kunne ha forskjellig innhold av de elementene som inngår i denne undersøkelsen. For mange av disse finner vi da også signifikante forskjeller mellom områdene som ut fra geografisk lokalisering ikke kan tilskrives effekter av langtransporterte luftforurensninger. Naturlige årsaker til slike forskjeller mellom områder kan være forskjeller i innhold av elementene i jordsmonnet som medfører at innholdet i aktuelle beiteplanter blir forskjellig. Det kan også skyldes at dyr fra forskjellige områder har ulik diett, og dermed spiser planter som naturlig har forskjellig innhold av de aktuelle elementene. Slike forskjeller i diett vil for flere av elementene kunne gi store effekter. Klarest eksempler på dette er Cd, Zn og Al der enkelte plantearter kan ha 10–100 ganger høyere innhold enn andre arter, men for de øvrige elementene er det også klare forskjeller mellom plantearter som er viktig føde for hjortedyr (2–5 ganger) (Kålås et al. 1995, Gjengedal 1992).

Aluminium

Al tilhører ikke tungmetallene, men det er likevel knyttet interesse til dette metallet i forurensningsammenheng, da det er vist at tilgjengeligheten av Al øker sterkt ved forurensning

av jordsmonnet (Løbersli 1991). Al er det tredje vanligste grunnstoffet i jordskorpa, men finnes likevel i bare svært små mengder i organismer (Ganrot 1986). Økt tilgjengelighet som følge av jordforsuring kan imidlertid medføre økt opptak, og Al vil da kunne akkumuleres i beinvev og i hjernen (se Nybø 1991). Ved normal nyrefunksjon utskilles Al raskt via urinen (Ganrot 1986), og innholdet i lever og nyrer vil derfor være lavt. Flere har vist at Al har negativ effekt på metabolismen av kalsium og fosfor, og at Al kan akkumuleres og innvirke på vekst i beinvev (for mer informasjon se Pedersen & Nybø 1990, Nybø 1991 og Espelien 1993).

Denne undersøkelsen viser tilsvarende nivåer av Al i beinvev som tidligere er funnet i dyr fra Birkenes (elg) og Vindafjord (hjort) (tabell 4) (Kålås & Myklebust 1994). Videre er det ikke noe entydig mønster med høyere Al-innhold i hjortedyr fra de områdene som får tilført mest sur nedbør. For elg finner vi riktignok høyest Al-innhold i dyr fra de sørlige områdene. Området i Hedmark har imidlertid tilsvarende nivåer som områdene i Aust-Agder og Vestfold. For hjort er det signifikante forskjeller mellom områdene uten at det kommer fram noe klart sør-nord mønster, og for rådyr finner vi ingen forskjeller mellom sør og nord.

Bly

Pb er et ikke-essensielt metall som har en rekke toksiske effekter (se Nybø 1991), og er et av de metallene som tilføres vår natur via lufttransport fra sør (Steinnes & Brevik 1987, Steinnes et al. 1988). Skadelige effekter av Pb omfatter blodmangel, forstyrrelse av fordøyelsessystemet samt skader i hjerne og nyrer (Eisler 1988). Pb akkumuleres i beinvev i hjortedyr ved økende alder (Kålås & Myklebust 1994), og er derfor et av de viktigste elementene i denne kartleggingen.

Beinprøvene viser for alle de tre undersøkte artene klart høyest Pb-innhold i de sørlige områdene. For elg er tilsvarende også dokumentert tidligere og det er funnet en klar sammenheng mellom Pb-innhold i elglever og Pb-innhold i mose (Frøslie et al. 1994). Andre undersøkelser har også vist klart høyest innhold av Pb både i planter og i villlevende fugler og dyr i de sørlige delene av Norge (Steinnes et al. 1989, Kålås & Lierhagen 1992, Direktoratet for naturforvaltning 1997). Da hoveddelen av Pb i hjortedyrenes føde er avsatt på plantenes overflate og ikke er tatt opp av planterøttene (Kabata-Pendias & Pendias 1984), er det rimelig å se de høyere konsentrasjonene av Pb i sør i sammenheng med langtransporterte luftforurensninger.

Denne undersøkelsen indikerer også redusert Pb-innhold i elg-kjever fra Iveland/Birkeland/Lillesand området i 1996 sammenlignet med 1992 (K-W test: $\chi^2 = 3,01$, $p = 0,08$) og i hjortekjever fra Vindafjord området i 1995 sammenlignet med 1992 (K-W test: $\chi^2 = 2,13$, $p = 0,15$) (tabell 4). Frøslie et al (1984) sin undersøkelse av Pb-innhold i elg i 1978 skiller ikke på alder og kjønn, og kommer ikke fra samme område som vår undersøkelse. Den gir derfor ikke et direkte grunnlag for å vurdere endringer i Pb-innhold i elg i sørlige deler av Norge gjennom den siste 20-års perioden. Resultatene indikerer imidlertid at Pb-innhold i elglever har blitt redusert i de sørlige deler av Norge i løpet av denne perioden (Flekkfjord 1978: 0,65 mg kg⁻¹ (omregnet til tørrvekt); Birkenes 1992: 6 av 14 prøver > 0,12 mg kg⁻¹; Iveland/Birkenes 1995: 3 av 14 prøver > 0,12 mg kg⁻¹).

Kadmium

Cd er et ikke-essensielt metall som forekommer naturlig i lave konsentrasjoner i jordsmonn. Dyr tar opp svært lite Cd fra tarmen, men det som blir tatt opp, akkumuleres i indre organer, hovedsakelig i lever og nyrer. Dyr har ikke utviklet

Tabell 4. Antall prøver, medianverdier og standardavvik for innhold av elementer i vevsprøver fra hjortevilt innsamlet i 1992 (se Kålås & Myklebust 1994). Omfatter bare hunndyr innen aldersklassene 2 - 4 år. Verdiene er gitt som mg kg⁻¹ (tørrvekt). Når mer enn 50 % av verdiene ligger under våre deteksjonsgrenser er resultatene gitt som 'antall prøver over deteksjonsgrense'/totalt antall prøver'. - Sample size, median concentrations (mg kg⁻¹, dry weight) and standard deviation of metals and Se in liver and bone samples from Cervids. Samples collected in 1992 (includes only 2-4 years old females) (se Kålås & Myklebust 1994). Where > 50 % of the analyses of a metal were below the actual detection limit only number of samples showing concentrations above this limit (d), and total sample size (n) are given, as d/n.

	n	<u>Lever/Liver</u>						<u>Kjervebein/ Mandible</u>		
		Cd	Cu	Hg	Pb	Se	Zn	n	Al	Pb
Hjort/Red deer:										
Vindafjord	10	0,27 (0,11)	36,5 (42,6)	0/10	0,20 (0,40)	0,57 (0,29)	96,5 (6,0)	10	2,03 (0,82)	1,52 (0,48)
Elg/Moose:										
Birkenes	14	2,01 (0,65)	258 (99)	0,027 (0,006)	6/14	2,18 (2,26)	90,5 (50,3)	14	1,44 (0,41)	2,26 (1,16)

gode ekskresjonsmekanismer for Cd, og har dermed ikke mulighet for å skille ut like store mengder som blir tatt inn. Økt tilgjengelighet av Cd som følge av antropogene forurensninger kan medføre at dyr akkumulerer større mengder Cd enn normalt. Ved for høyt inntak av Cd vil nyrene bli ødelagt. Andre skader er blodmangel, ødeleggelse av testikler og forstyrrelse i energiomsetningen (se Pedersen & Nybø 1990, Nybø 1991 og Espelien 1993).

De Cd-konsentrasjoner vi her har funnet i elg ligger på tilsvarende nivåer som tidligere dokumentert for de respektive landsdeler (Frøslie et al. 1984, Frøslie et al. 1986, se også Pedersen & Nybø 1990). For Birkenes (elg) og Vindafjord (hjort) finner vi tilsvarende nivåer i 1995 som det som ble funnet i 1992 (**tabell 4**) (Kålås & Myklebust 1994). Denne undersøkelsen viser store variasjoner i Cd innhold i lever både mellom arter og mellom områder. Dette kan forklares med at forskjellige beiteplanter for hjortedyr viser stor variasjon i innhold av Cd (Direktoratet for naturforvaltning 1997), samtidig som de vanligste beiteplantene for hjortedyr varierer mellom de undersøkte artene, og tilgangen på disse varierer fra område til område. At områdene kan variere med hensyn på føde kan derfor overskygge en eventuell påvirkning av forurensning. Imidlertid viser denne undersøkelsen klart høyere verdier av Cd i de sørlige områdene både for hjort og rådyr, og en kan ikke utelukke at dette skyldes langtransporterte luftforurensninger. Særlig påfallende i denne sammenheng er resultatene for rådyr, som i store perioder av året spiser gress, urter og lyngarter som vanligvis inneholder lave konsentrasjoner av Cd.

Kvikksølv

Hg er et ikke-essensielt metall som har en rekke skadevirkninger, og da særlig på nyre og sentralnervesystemet (se Nybø 1991). Det foreligger både i organiske forbindelser og som metallisk Hg i uorganiske forbindelser. Antropogen tilførsel til miljøet er godt dokumentert, og også i Norge tilføres Hg med luftmasser fra industrialiserte områder i Europa (Anderson & Steinnes 1989).

Denne kartleggingen viser som tidligere undersøkelser at Hg-opptaket i hjortedyr er svært lavt (Frøslie et al. 1984, Sivertsen et al. 1991, Kålås & Myklebust 1994). Høyeste konsentrasjoner ble funnet i rådyr fra Lyngdal. Denne undersøkelsen gir imidlertid ikke grunnlag for nærmere vurderinger av årsaker til dette.

Selen

Se er et essensielt element som motvirker utvikling av flere sykdomstilstander blant annet ved å lage komplekser med tungmetaller (for eksempel Arsen, Cd, Hg). For høyt inntak av Se kan imidlertid være skadelig (se Pedersen & Nybø 1990), og det er dokumentert at naturlig høyt innhold av Se i enkelte plantarter (f.eks. mjelt *Astragalus* spp.) har gitt skader på husdyr (Høgberg & Alexander 1986).

De målte Se-konsentrasjonene ligger innenfor det område vi forventet ut fra tidligere undersøkelser av hjortedyr (Frøslie et al. 1984, Frøslie et al. 1987, Sivertsen et al.

1991). For hjort og rådyr viser denne undersøkelsen høyest Se-konsentrasjoner i de sørlige områdene. Dette kan trolig settes i sammenheng med høyest konsentrasjoner av Cd og/eller Hg i disse områdene. Hjort hadde klart de laveste Se-konsentrasjonene, noe som kan settes i sammenheng med de lave Cd-konsentrasjonene hos denne arten.

Kalsium og fosfor

Ca og P er viktige komponenter i oppbyggingen av skelettet, og Ca er også viktig for produksjon av melk. Forsuring av jordsmonnet kan direkte gjennom utvasking av disse mineralene eller indirekte via økt tilgang på Al, tenkes å redusere dyrs opptak av disse elementene (Rosseland et al. 1989).

Denne undersøken viser svært stabile konsentrasjoner av Ca og P i beinvev for alle de tre undersøkte hjortedyrartene og for alle områdene. Vi finner dermed ingen indikasjoner på at det omfang vi i dag har av langtransporterte luftforurensninger endrer Ca og P balansen i hjortedyr.

Kopper og Sink

Cu og Zn er essensielle metaller som er nødvendige for en rekke enzymatiske reaksjoner (Cousins 1985). Opptaks- og ekskresjonsmekanismer er godt regulert i forhold til hverandre, og dyr er normalt i stand til å regulere Cu- og Zn-innholdet innen et relativt snevert konsentrasjonsområde. Hos hjortedyr synes det likevel som om Cu varierer i langt større grad enn Zn (Frøslie et al. 1987). Både for lave og for høye konsentrasjoner av Cu og Zn i næringen kan gi forstyrrelser i Cu- og Zn-balansen, og i begge tilfeller kan skadelige effekter oppstå. Et annet moment i denne sammenheng er at inntak av Cd kan medføre forstyrrelser i Cu og Zn-balansen (Elinder & Piscator 1978, Abdulla & Chmielnicka 1990). Forholdet mellom Cd, Cu og Zn er svært komplekst, og varierer mellom arter og med alder (Stonard & Webb 1976, Bremner 1978).

Denne undersøkelsen dokumenterer forekomstene av Cu og Zn i lever hos hjortedyr innen de verdier en kan forvente ut fra tidligere undersøkelser (Frøslie et al. 1984, Frøslie et al. 1987, Sivertsen et al. 1991). Vi finner ingen indikasjoner på spesielle avvik i de områdene som er sterkest påvirket av langtransporterte luftforurensninger. For Cu finner vi særlig stor variasjon blant dyrene fra Vefsn/Grane/Hattfjelldal. Dette kan skyldes lokale forurensning av Cu ved at enkelte av dyra fra disse områdene i perioder har hatt tilhold nær smelteverk som lokalt gir økte Cu-forekomster (Mo i Rana, Mosjøen). I Sulitjelma er det tidligere dokumentert økt innhold av Cu i planter innen en radius på ca 15 km fra den lokale utslippskilden (Løbersli & Steinnes 1988), og i Sør-Varanger er det funnet økte Cu-konsentrasjoner i hjortedyr som kan tilskrives Cu-utslipp fra smelteverkene i Nikel (Sivertsen et al. 1991).

5 Litteratur

- Abdulla, M. & Chmielnicka, J. 1990. New aspects on the distribution and metabolism of essential trace elements after dietary exposure to toxic metals. - *Biol. Trace Elem. Res.* 23: 25-53.
- Aitken, R.J. 1975. Cementum layers and tooth wear as criteria for ageing Roe deer (*Capreolus capreolus*). - *J. Zool., London* 175: 15-28.
- Anderson, E. & Steinnes, E. 1989. Atmospheric deposition of mercury in different parts of Norway. - S 464-466 i Vernet, J.-P., red. Heavy metals in the environment. *Int. Conf. Geneva 2*.
- Bremner, I. 1978. Cadmium toxicity. Nutritional influences and the role of metallothionein. - *World. Rev. Nutr. Diet.* 32: 1165-1197.
- Cousins, R.J. 1985. Absorption, transport and hepatic metabolism of copper and zinc: Special reference to metallothionein and ceruloplasmin. - *Physiol. Rev.* 65: 238-309.
- Direktoratet for naturforvaltning 1997. Natur i endring. Program for Terrestrisk naturovervåking 1990-95. - Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim..
- Eisler, R. 1988. Lead hazard to fish, wildlife and invertebrates: a synoptic review. - *U.S. Fish Wildl. Serv. Biol. Rep.* 85, 1.14: 134 s.
- Elinder, C.-G. & Piscator, M. 1978. Cadmium and zinc relationships. - *Environ. Health. Perspect.* 25: 129-132.
- Espeli, I.S. 1993. Genetiske effekter av tungmetaller på pattedyr. En kunnskapsoversikt. - NINA Utredning 51: 1-49.
- Frøslie, A., Haugen, A., Holt, G. & Norheim, G. 1986. Levels of cadmium in liver and kidneys from norwegian cervides. - *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 37: 453-460.
- Frøslie, A., Holt, G., Høie, R. & Haugen, A. 1987. Konsentrasjoner av kobber, selen og sink i lever hos elg, rein, rådyr og hare. - *Norsk landbruksforskning* 1: 243-249.
- Frøslie, A., Norheim, G., Rambæk, J.P. & Steinnes, E. 1984. Levels of trace elements in liver from Norwegian moose, reindeer and red deer in relation to atmospheric deposition. - *Acta. Vet. Scand.* 25: 333-345.
- Ganrot, P.O. 1986. Metabolism and possible health effects of aluminium. - *Environ. Health Perspect.* 66: 363-441.
- Gjengedal, E. Uptake and mobility of metals in naturally growing plant species in catchments subjected to long-term experimental change in soil acidification. - *Dr.scient.-avhandling. Univ. Trondheim*.
- Høgberg, J. & Alexander, J. 1986. Selenium. - S 481-520 i Friberg, L., Nordberg, G.F. & Vouk, V.B. red. *Handbook on the toxicology of metals*. Elsevier, Amsterdam.
- Kabata-Penidas, A. & Penidas, H. 1984. Trace elements in soil and. - CRS Press Inc., Florida.
- Kålås, J.A. & Lierhagen, S. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Metallbelastninger i lever fra hare, orrfugl og lirype i Norge. - NINA Oppdragsmelding 137: 1-72.
- Kålås, J.A. & Myklebust, I. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Akkumulering av metaller i hjortedyr. - NINA Utredning 58: 1-45.
- Kålås, J.A., Framstad, E., Pedersen, H.C. & Strand, O. 1995. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere, fugl og næringskjeder i TOV-områdene, 1994. - NINA Oppdragsmelding 367: 1-52.
- Løbersli, E.M. & Steinnes, E. 1988. Metal uptake in plants from a birch forest area near a copper smelter in Norway. - *Water, air, and soil pollution* 37: 25-39.
- Løbersli, E.M. 1989. Terrestrisk naturovervåking i Norge. - DN- Rapport 1989, 8: 1-98.
- Løbersli, E.M. 1991. Soil acidification and metal uptake in plants. - *Dr.scient.-avhandling. Univ. Trondheim*.
- Nybø, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Tungmetaller og aluminium i pattedyr og fugl. - DN-notat 1991, 9.
- Pedersen, H.C. & Nybø, S. 1990. Effekter av langtransportert forurensning på terrestriske dyr i Norge. - NINA Utredning 5:
- Rosseland, B.O., Eldhuset, T.D. & Staurnes, M. 1989. Environmental effects of aluminium. - *Environ. Geochem. Health.* 12: 17-27.
- Sivertsen, T., Daae, H.L., Godal, A. & Sand, G. 1991. Opptak av tungmetaller i dyr i Sør-Varanger. - DN-notat 15: 1-53.
- Steinnes, E. & Brevik, E.H. 1987. Miljøgifter i terrestrisk miljø i Norge. - SFT Rapport 83: 1-66.
- Steinnes, E. & Krog, H. 1977. Mercury, arsenic and selenium fall-out from an industrial complex studied by means of lichen transplants. - *Oikos* 38: 160-164.
- Steinnes, E. & Brevik, E.H. 1987. Miljøgifter terrestrisk miljø i Norge. - SFT Rapport 83: 1-66.
- Steinnes, E., Frantzen, F., Johansen, O., Rambæk, J.P. & Hanssen, J.E. 1988. Atmosfærisk nedfall av tungmetaller i Norge, landsomfattende undersøkelse 1985. - SFT, rapport 334/88.
- Steinnes, E., Solberg, W., Petersen, H.M. & Wren, C. 1989. Heavy metal pollution by long range atmospheric transport in natural soil of southern Norway. - *Water, Air and Soil Pollution* 45: 207-218.
- Stonard, M.D. & Webb, M. 1976. Influence of dietary cadmium on the distribution of the essential metals copper, zinc and iron in tissues of the rat. - *Chem. Biol. Interactions* 15: 349-363.

Vedlegg 1. Metaller i lever og bein fra A) Rådyr, B) Hjort og C) Elg, sortert etter område og alder. Følgende koder gjelder: Jnr – journalnummer; Komnr – kommunenummer (425 – Åsnes, 426 – Våler, 709 – Larvik, 718 – Ramnes, 719 – Andebu, 728 – Lardal, 926 – Lillesand, 928 – Birkenes, 935 – Iveland, 1032 – Lyngdal, 1154 – Vindafjord, 1211– Etne, 1224 – Kvinnherad, 1445 – Gloppen, 1612 – Hemne, 1613 – Snillfjord, 1719 – Levanger, 1824 – Vefsn, 1825 – Grane, 1826 – Hattfjellidal, 1922 – Bardu, 1924 – Målselv); Omr – områdenummer (for rådyr: 1 – Lyngdal, 2 – Ytterøya; for hjort: 1 – Vindafjord, 2 – Etne, 3 – Kvinnherad, 4 – Gloppen, 5 – Hemne/Snillfjord; for elg: 1 – Iveland/Birkenes/Lillesand, 2 – Larvik/Lardal/Ramnes/Andebu, 3 – Åsnes/Våler, 4 – Vefsn/Grane/Hattfjellidal, 5 – Bardu/Målselv); Alder – dyrets alder (2 – 2,5 år, 3 – 3,5 år, 4 – 4,5 år); Dag/Mnd/År – fellingstidspunkt; Cd/Zn/Cu/Pb/Se/Hg – konsentrasjoner i lever gitt som mg kg⁻¹, tørrvekt; Al/Ca/P/Pb(B) (Pb i bein) – konsentrasjoner i bein gitt som mg kg⁻¹ (tørrvekt) for Al og Pb, og som % (tørrvekt) for Ca og P. ; Btype – Prøvepunkt bein (1 – diastema, 2 – bakre del av kjeven). – Metals in liver and bone samples from A) Capreolus capreolus, B) Cervus elaphus and C) Alces alces, sorted by area and age. Jnr – journalnumber; Komnr – municipality number (425 – Åsnes, 426 – Våler, 709 – Larvik, 718 – Ramnes, 719 – Andebu, 728 – Lardal, 926 – Lillesand, 928 – Birkenes, 935 – Iveland, 1032 – Lyngdal, 1154 – Vindafjord, 1211– Etne, 1224 – Kvinnherad, 1445 – Gloppen, 1612 – Hemne, 1613 – Snillfjord, 1719 – Levanger, 1824 – Vefsn, 1825 – Grane, 1826 – Hattfjellidal, 1922 – Bardu, 1924 – Målselv); Omr – area (for Capreolus capreolus: 1 – Lyngdal, 2 – Ytterøya; for Cervus elaphus: 1 – Vindafjord, 2 – Etne, 3 – Kvinnherad, 4 – Gloppen, 5 – Hemne/Snillfjord; for Alces alces: 1 – Iveland/Birkenes/Lillesand, 2 – Larvik/Lardal/Ramnes/Andebu, 3 – Åsnes/Våler, 4 – Vefsn/Grane/Hattfjellidal, 5 – Bardu/Målselv); Alder – age (2 – 2,5 years, 3 – 3,5 years, 4 – 4,5 years); Dag/Mnd/År – date; Cd/Zn/Cu/Pb/Se/Hg – concentrations in liver given as mg kg⁻¹, dry-weight; Al/Ca/P/Pb(B) (Pb in bone) – concentrations in bone tissue given as mg kg⁻¹, dry-weight for Al og Pb, and as % (dry-weight) for Ca og P.

Rådyr (Capreolus capreolus):

Jnr	Komnr	Omr	Alder	Dag	Mnd	År	Cd	Zn	Cu	Pb	Se	Hg	Al	Ca	P	Pb(B)
7	1032	1	2	17	12	1995	2,94	108,2	84,0	0,16	0,96	0,047	0,60	26,0	13,0	1,08
14	1032	1	2	11	11	1995	2,73	100,7	66,1	0,18	0,48	0,023	1,38	25,4	13,1	1,70
15	1032	1	2	19	11	1995	1,76	91,0	61,3	0,10	0,77	0,012	1,22	27,2	14,4	1,09
18	1032	1	2	18	11	1995	2,33	105,2	90,1	0,13	0,60	0,020	1,80	25,6	12,7	1,02
20	1032	1	2	25	10	1995	3,51	109,8	127,9	0,13	2,75	0,049	1,15	25,0	12,9	1,50
52	1032	1	2	13	11	1996	2,14	110,8	91,6	0,16	1,50	0,061	0,90	25,9	15,0	1,10
55	1032	1	2	13	11	1996	2,22	109,7	53,2	0,13	0,80	0,092	0,44	25,2	15,2	0,90
11	1032	1	3	2	10	1995	1,19	95,9	87,2	0,15	0,58	0,020	1,16	25,2	13,1	1,03
19	1032	1	3	3	11	1995	12,50	111,1	217,2	0,34	3,78	0,046	0,82	26,5	12,9	2,34
21	1032	1	3	7	12	1995	12,36	95,4	44,8	0,17	1,00	0,060	1,11	26,1	13,0	1,67
51	1032	1	3	23	12	1996	1,75	101,1	54,4	0,28	0,68	0,028	0,80	26,1	15,2	1,01
53	1032	1	3	16	11	1996	4,36	98,8	210,3	0,10	1,84	0,085	0,94	26,2	15,5	1,75
59	1032	1	3	3	10	1996	4,64	103,2	192,5	0,17	2,00	0,154	6,09	26,7	15,9	1,62
6505	1719	2	2	10	10	1995	0,57	125,4	92,6	0,10	0,30	0,011	0,46	24,3	13,3	0,10
6517	1719	2	2	12	10	1995	0,42	119,4	96,1	0,10	0,30	0,044	1,14	25,5	12,9	0,13
6531	1719	2	2	11	10	1995	0,24	112,2	64,1	0,10	0,30	0,010	0,92	24,7	13,4	0,10
6703	1719	2	2	5	11	1995	0,23	104,8	49,6	0,10	0,30	0,014	0,97	24,6	13,4	0,12
6711	1719	2	2	7	12	1995	0,29	105,0	34,2	0,10	0,30	0,005	0,40	26,2	13,7	0,10
7180	1719	2	2	25	9	1995	0,25	103,0	100,3	0,10	0,30	0,059	0,94	24,3	12,8	0,10
7183	1719	2	2	29	9	1995	0,27	110,4	106,1	0,10	0,30	0,028	0,64	26,9	13,7	0,10
7193	1719	2	2	3	10	1995	0,22	108,8	49,5	0,10	0,30	0,010	0,87	27,1	13,9	0,23
7214	1719	2	2	2	10	1995	0,69	112,4	53,3	0,10	0,30	0,023	1,38	25,2	13,4	0,22
7219	1719	2	2	2	10	1995	0,18	93,9	73,7	0,10	0,30	0,026	1,48	25,3	13,1	0,10
7163	1719	2	3	26	9	1995	0,26	107,1	105,0	0,10	0,30	0,012	1,80	27,0	13,0	0,23
6541	1719	2	4	11	10	1995	0,20	95,2	112,3	0,10	0,30	0,005	0,69	26,4	13,7	0,10
6542	1719	2	4	13	10	1995	1,55	109,0	168,0	0,10	0,30	0,025	0,54	25,6	13,1	0,10
7164	1719	2	4	27	9	1995	0,60	112,7	81,3	0,10	0,62	0,065	1,07	27,6	14,8	0,14
7232	1719	2	4	29	9	1995	0,15	100,5	80,7	0,10	0,30	0,005	0,80	24,4	12,6	0,22

Hjort (Cervus elaphus):

Jnr	Komnr	Omr	Alder	Dag	Mnd	År	Cd	Zn	Cu	Pb	Se	Hg	Al	Ca	P	Pb(B)	Btype
081	1154	1	2	4	11	1995	0,64	110,3	106,9	0,17	1,01	0,012	1,33	24,8	12,9	1,25	2
106	1154	1	2	10	9	1995	0,20	98,7	24,1	0,14	0,30	0,005	1,70	21,6	11,3	1,28	2
108	1154	1	2		9–11	1995	0,27	98,9	87,9	0,10	0,30	0,011	2,10	24,7	12,4	0,64	1
110	1154	1	2	26	10	1995	0,38	106,8	32,7	0,22	0,51	0,011	1,53	22,4	11,5	1,17	2
119	1154	1	2	11	9	1995	0,36	100,6	139,1	0,10	0,64	0,005	1,29	24,1	12,4	1,70	1
121	1154	1	2	20	9	1995	0,34	105,8	48,9	0,10	0,59	0,011	2,07	23,9	12,3	2,30	1
123	1154	1	2	10	9	1995	0,13	95,1	43,5	0,10	0,30	0,005	1,91	24,4	12,5	0,70	1

Hjort (forts.):

Jnr	Komnr	Omr	Alder	Dag	Mnd	År	Cd	Zn	Cu	Pb	Se	Hg	Al	Ca	P	Pb(B)	Btype
099	1154	1	3	9	11	1995	0,20	93,8	46,9	0,10	0,30	0,005	0,91	25,8	13,6	1,33	1
102	1154	1	3	9	11	1995	0,23	121,7	16,2	0,23	0,63	0,005	1,02	23,9	12,4	0,84	1
094	1154	1	4		9	1995	0,18	107,6	43,2	0,18	0,30	0,005	1,33	23,8	12,1	0,84	2
098	1154	1	4	22	9	1995	0,12	89,6	46,3	0,10	0,30	0,005	1,33	22,5	11,7	1,03	2
112	1154	1	4	22	10	1995	0,07	71,7	77,0	0,14	0,55	0,005	1,17	26,9	12,7	0,98	2
118	1154	1	4	10	9	1995	0,32	109,0	67,9	0,14	0,30	0,005	1,49	24,6	12,4	1,50	2
009	1211	2	2	29	11	1995	0,19	120,1	41,4	0,10	0,53	0,005	2,07	21,5	10,9	0,59	2
035	1211	2	2	10	9	1995	0,15	113,2	37,1	0,10	0,30	0,005	2,77	23,4	11,8	1,16	2
068	1211	2	2	15	9	1995	0,26	103,0	136,6	0,10	0,30	0,005	1,18	25,0	12,4	1,13	1
118	1211	2	2	20	9	1995	0,59	96,7	29,6	0,18	0,30	0,012	2,96	26,1	12,8	1,08	1
132	1211	2	2	15	9	1995	0,34	110,7	47,6	0,16	0,30	0,005	3,59	25,9	12,7	0,87	1
011	1211	2	3	7	11	1995	0,14	104,7	58,2	0,20	0,30	0,015	1,46	23,4	11,8	0,72	2
019	1211	2	3	22	10	1995	0,29	106,3	117,6	0,18	0,56	0,024	1,72	25,5	12,8	1,20	1
111	1211	2	3	29	10	1995	0,72	108,8	187,9	0,13	0,69	0,005	3,50	24,1	12,2	0,86	2
046	1211	2	4	16	9	1995	0,34	112,4	60,9	0,10	0,30	0,005	3,90	24,3	11,7	1,24	2
034	1224	3	2	14	10	1995	0,31	76,8	201,6	0,10	0,66	0,010	1,69	23,7	12,3	0,63	1
039	1224	3	2	10	9	1995	0,22	92,4	264,7	0,14	0,56	0,014	1,58	25,8	13,1	0,67	1
345	1224	3	2	25	9	1995	0,11	106,4	90,1	0,10	0,30	0,005	1,76	25,2	12,9	0,69	1
353	1224	3	2	25	9	1995	0,16	99,0	105,2	0,10	0,30	0,005	2,23	26,1	13,1	0,84	1
360	1224	3	2	13	10	1995	0,10	87,0	158,8	0,10	0,30	0,005	3,09	21,0	10,9	1,01	2
401	1224	3	2	21	10	1995	0,08	86,8	36,7		0,30	0,005	1,15	25,6	12,9	0,35	1
007	1224	3	3	16	9	1995	0,16	106,3	54,3	0,10	0,30	0,005	2,00	25,0	12,6	0,70	1
035	1224	3	3	15	10	1995	0,22	78,2	300,1	0,10	0,30	0,005	1,52	25,6	13,3	0,51	2
203	1224	3	3	12	9	1995	0,22	106,1	18,6	0,10	0,30	0,005	1,34	25,0	12,7	0,53	2
343	1224	3	3	13	10	1995	0,16	100,8	153,8	0,10	0,30	0,005	2,70	23,0	11,7	1,00	2
346	1224	3	3	14	10	1995	0,15	99,2	79,4	0,10	0,30	0,005	2,31	23,9	13,3	0,60	2
368	1224	3	3	13	10	1995	0,27	104,8	53,3	0,10	0,30	0,025	1,63	23,2	12,1	1,19	2
395	1224	3	3	11	10	1995	0,10	106,0	39,1	0,10	0,30	0,005	2,59	24,5	12,3	0,69	2
058	1224	3	4	17	9	1995	0,13	112,2	209,9	0,10	0,30	0,005	2,87	27,2	13,2	0,68	2
018	1445	4	2	10	9	1995	0,03	112,7	51,0	0,10	0,30	0,005	1,33	28,2	12,6	0,22	1
026	1445	4	2	24	9	1995	0,10	114,9	232,8	0,10	0,30	0,005	1,74	24,1	12,8	0,36	1
111	1445	4	2	5	11	1995	0,18	114,1	236,4	0,10	0,30	0,021	0,56	25,1	12,9	0,29	1
122	1445	4	2	10	10	1995	0,06	116,9	87,0	0,10	0,30	0,005	0,83	30,8	12,9	0,26	1
190	1445	4	2	24	9	1995	0,19	107,3	164,8	0,10	0,30	0,010	0,94	24,3	12,7	0,33	1
251	1445	4	2	20	10	1995	0,34	119,2	181,1	0,15	0,30	0,021	0,90	24,4	12,5	0,34	2
333	1445	4	2	14	10	1995	0,15	92,9	123,0	0,10	0,30	0,005	1,20	25,1	12,8	0,46	1
394	1445	4	2	28	10	1995	0,16	89,9	134,1	0,10	0,30	0,005	1,13	24,8	13,1	0,51	1
049	1445	4	3	23	9	1995	0,14	114,7	164,4	0,10	0,30	0,005	1,12	25,0	13,3	0,44	1
056	1445	4	3	19	9	1995	0,08	99,7	253,8	0,10	0,30	0,005	1,04	25,4	13,4	0,35	1
116	1445	4	3	15	11	1995	0,06	94,9	87,4	0,10	0,30	0,005	1,00	24,0	12,8	0,39	1
180	1445	4	3	6	11	1995	0,11	118,9	198,0	0,10	0,30	0,011	1,44	27,8	14,1	0,21	1
229	1445	4	3	4	11	1995	0,15	100,8	205,5	0,10	0,30	0,011	0,64	23,1	12,1	0,36	2
250	1445	4	3	30	10	1995	0,07	105,8	113,1	0,10	0,30	0,005	1,79	23,7	12,5	0,46	2
292	1445	4	3	19	10	1995	0,19	100,2	144,5	0,10	0,30	0,005	1,35	24,0	12,6	0,39	1
340	1445	4	3	28	10	1995	0,09	75,6	94,2	0,10	0,30	0,014	1,28	25,5	13,1	0,64	1
023	1445	4	4	13	9	1995	0,09	109,9	77,0	0,10	0,30	0,005	1,28	26,1	13,4	0,67	1
015	1613	5	2	12	9	1995	0,07	114,4	147,3	0,10	0,30	0,005	1,15	26,0	13,3	0,17	1
066	1612	5	2	27	10	1995	0,05	104,3	16,0	0,10	0,30	0,005	3,99	26,2	12,9	0,10	1
071	1612	5	2	10	11	1995	0,12	117,0	20,2	0,10	0,30	0,016	1,71	25,8	12,8	0,10	1
099	1612	5	2	12	10	1995	0,10	121,0	125,7	0,10	0,30	0,005	2,62	26,0	12,8	0,12	1
102	1612	5	2	11	11	1995	0,12	124,2	153,4	0,10	0,30	0,014	1,22	24,3	12,4	0,13	1
123	1613	5	2	5	11	1995	0,13	124,6	142,7	0,10	0,30	0,016	1,21	23,8	12,6	0,10	1
149	1612	5	2	4	11	1995	0,08	101,4	77,4	0,10	0,30	0,005	1,03	24,3	12,2	0,10	1
020	1612	5	3	10	9	1995	0,13	110,0	49,4	0,10	0,30	0,005	1,46	26,0	12,8	0,10	1
025	1613	5	3	30	9	1995	0,13	100,0	76,4	0,10	0,30	0,011	1,11	25,8	13,4	0,22	1
074	1612	5	3	10	9	1995	0,12	123,6	118,9	0,10	0,30	0,005	1,15	26,5	13,0	0,15	1
083	1612	5	3	10	10	1995	0,11	112,3	154,1	0,10	0,30	0,005	1,25	26,0	12,9	0,14	1
145	1613	5	3	5	11	1995	0,17	89,9	324,8	0,10	0,52	0,035	1,30	23,4	12,0	0,74	2
159	1613	5	3	15	11	1995	0,12	107,7	179,9	0,10	0,30	0,005	1,53	26,3	13,4	0,18	1
039	1612	5	4	30	9	1995	0,12	86,8	289,7		0,30	0,005	1,95	26,7	12,9	0,21	1
046	1613	5	4	27	9	1995	0,08	108,9	104,8	0,10	0,30	0,005	1,51	25,8	12,7	0,10	1
047	1613	5	4	11	10	1995	0,13	105,8	112,1	0,10	0,30	0,005	1,83	26,0	13,2	0,15	1
112	1612	5	4	9	11	1995	0,10	125,4	47,2	0,10	0,30	0,005	1,12	23,4	11,4	0,10	2
123	1612	5	4	6	11	1995	0,18	99,6	195,6	0,10	0,30	0,018	0,97	19,6	9,9	0,26	2

Hjort (forts.):

Jnr	Komnr	Omr	Alder	Dag	Mnd	År	Cd	Zn	Cu	Pb	Se	Hg	Al	Ca	P	Pb(B)	Btype
141	1613	5	4	10	11	1995	0,14	83,1	37,3	0,10	0,30	0,015	1,23	28,7	14,6	0,31	2
152	1612	5	4	12	11	1995	0,31	105,9	116,6	0,12	0,30	0,023	2,21	23,4	11,7	0,41	2

Elg (*Alces alces*):

Jnr	Komnr	Omr	Alder	Dag	Mnd	År	Cd	Zn	Cu	Pb	Se	Hg	Al	Ca	P	Pb(B)
41070310	935	1	2	25	9	1995	1,40	93,4	341	0,10	1,68	0,018				
41070306	935	1	2	25	9	1995	2,95	97,4	521	0,12	4,59	0,030				
41070298	935	1	2	30	9	1995	1,15	69,7	318	0,10	1,92	0,016				
41070267	935	1	2	26	9	1995	3,17	94,9	395	0,10	2,01	0,016				
41070251	935	1	2	14	10	1995	1,21	80,8	292	0,15	2,45	0,018				
41070186	928	1	2	5	10	1995	1,77	78,7	166	0,10	1,51	0,021				
41070121	928	1	2	7	10	1995	1,89	87,1	241	0,14	1,62	0,022				
41070082	928	1	2	14	10	1995	2,17	66,7	427	0,10	2,90	0,017				
41070044	928	1	2	22	10	1995	1,30	64,8	195	0,10	1,53	0,017				
41070053	926	1	2	25	9	1996							1,44	26,0	13,9	1,43
41070024	926	1	2	14	10	1996							0,79	26,5	15,0	1,21
41070023	926	1	2	7	10	1996							1,04	25,9	13,7	1,28
41070021	926	1	2	9	10	1996							0,85	25,1	14,4	1,30
41070268	935	1	3	26	9	1995	1,86	80,8	372	0,10	2,23	0,015				
41070248	935	1	3	1	10	1995	1,06	92,9	150	0,10	0,59	0,016				
41070043	928	1	3	23	10	1995	2,11	70,7	374	0,10	3,01	0,024				
41070025	926	1	3	8	10	1996							1,15	26,4	14,2	2,52
41070022	926	1	3	27	10	1996							2,22	26,2	14,0	1,08
41070042	928	1	4	28	10	1995	1,63	69,3	234	0,84	1,36	0,017				
41070003	928	1	4	8	10	1995	1,91	68,1	137	0,10	1,16	0,012				
41060173	709	2	2	5	10	1995	1,99	85,9	175	0,10	0,30	0,018				
41060162	709	2	2	5	10	1995	2,21	78,8	394	0,10	0,64	0,022				
41060116	718	2	2	7	10	1995	2,53	117,1	376	0,10	0,68	0,046				
41060110	718	2	2	6	10	1995	2,55	83,6	388	0,10	0,79	0,017				
41060517	718	2	2	12	10	1996							0,85	25,7	13,3	2,02
41060514	709	2	2	5	10	1996							0,75	26,9	13,9	1,92
41060482	709	2	2	5	10	1996							0,97	25,5	13,6	1,77
41060470	709	2	2	13	10	1996							0,77	26,6	14,2	1,65
41060446	728	2	2	14	10	1996							1,03	26,5	13,7	1,68
41060440	728	2	2	6	10	1996							0,82	26,4	13,4	1,25
41060387	728	2	2	5	10	1996							1,19	25,2	13,3	2,25
41060369	728	2	2	7	10	1996							1,14	26,0	13,4	1,33
41060213	709	2	3	6	10	1995	2,53	71,8	179	0,10	0,30	0,019				
41060178	709	2	3	22	10	1995	4,78	89,3	292	0,10	0,79	0,020				
41060132	811	2	3	21	10	1995	2,38	104,5	250	0,42	0,78	0,028				
41060114	718	2	3	6	10	1995	2,77	76,0	467	0,10	0,70	0,020				
41060112	718	2	3	5	10	1995	2,53	55,5	204	0,10	0,52	0,014				
41060108	718	2	3	9	10	1995	2,79	98,5	420	0,13	1,07	0,058				
41060519	718	2	3	6	10	1996							1,20	26,3	13,7	1,17
41060471	709	2	3	6	10	1996							0,74	26,2	13,9	2,62
41060445	728	2	3	19	10	1996							0,87	26,7	13,6	1,04
41060444	728	2	3	10	10	1996							0,60	26,9	14,1	1,34
41060386	728	2	3	27	10	1996							0,97	26,7	14,4	2,22
41060303	728	2	3	11	10	1996							1,03	26,7	13,6	1,63
41060219	709	2	4	5	10	1995	1,63	69,9	157	0,10	0,30	0,011				
41060211	709	2	4	2	10	1995	2,83	102,9	293	0,10	0,30	0,016				
41060165	709	2	4	5	10	1995	3,47	80,3	358	0,10	0,64	0,015				
41060113	718	2	4		10	1995	4,37	80,7	892	0,10	1,98	0,035				
41060109	718	2	4	29	10	1995	3,31	68,8	457	0,10	0,82	0,018				
41060011	719	2	4	8	10	1995	3,84	91,0	417	0,13	0,78	0,028				
41060478	728	2	4	5	10	1996							0,85	26,4	13,6	2,14
41060474	709	2	4	26	10	1996							0,86	26,8	14,0	1,50

Elg (forts.)

Jnr	Komnr	Omr	Alder	Dag	Mnd	År	Cd	Zn	Cu	Pb	Se	Hg	Al	Ca	P	Pb(B)
41060467	709	2	4	13	10	1996							0,76	26,3	13,8	1,00
41060466	709	2	4	20	10	1996							0,40	27,0	14,3	1,19
41060315	709	2	4	13	10	1996							0,53	26,1	13,4	0,69
41050105	425	3	2	13	10	1995	2,99	89,4	315	0,10	0,75	0,016				
41050099	426	3	2	13	10	1995	3,24	96,3	180	0,10	2,87	0,048				
41050024	426	3	2	9	10	1995	2,86	250,9	310	0,10	3,21	0,043				
41050021	426	3	2	6	10	1995	1,68	86,1	333	0,10	1,36	0,016				
41050170	425	3	2	9	10	1996							0,85	24,6	12,9	0,66
41050142	426	3	2	8	10	1996							0,80	24,1	12,6	0,48
41050050	425	3	2	6	10	1996							1,26	25,0	13,2	0,48
41050071	426	3	3	12	10	1996							1,65	26,3	13,4	0,42
41050147	425	3	4	6	10	1995	3,01	78,3	370	0,10	2,35	0,022				
41050007	425	3	4	11	10	1995	3,19	68,9	360	0,10	0,85	0,018				
41050138	426	3	4	19	10	1996							1,22	26,0	14,2	0,55
41020537	1824	4	2	25	9	1995	0,44	77,5	138	0,10	0,30	0,028				
41020319	1826	4	2	12	10	1995	1,21	63,2	175	0,10	0,90	0,022				
41020109	1825	4	2	14	10	1995	2,41	85,1	305	0,10	0,30	0,022				
41020091	1825	4	2	28	9	1995	0,80	69,6	350	0,10	0,83	0,022				
41020075	1825	4	2	29	9	1995	1,21	78,3	183	0,10	0,30	0,019				
41020459	1826	4	2	24	10	1996							0,15	26,0	14,1	0,19
41020441	1826	4	2	18	10	1996							0,39	25,1	13,9	0,37
41020435	1826	4	2	28	9	1996							0,15	25,0	13,4	0,29
41020416	1826	4	2	17	10	1996							0,26	25,1	14,0	0,10
41020289	1824	4	2	28	9	1996							0,67	24,7	14,2	0,22
41020281	1824	4	2	27	9	1996							0,80	25,3	14,4	0,46
41020258	1824	4	2	1	10	1996							0,43	24,7	14,1	0,24
41020205	1824	4	2	29	9	1996							1,59	25,1	14,1	0,26
41020086	1825	4	2	11	10	1996							0,15	23,7	12,9	0,26
41020059	1825	4	2	16	10	1996							0,45	25,1	13,7	0,55
41020053	1825	4	2	17	10	1996							0,33	25,5	13,9	0,37
41020605	1824	4	3	25	9	1995	0,88	61,5	542	0,10	0,64	0,025				
41020387	1826	4	3	15	10	1995	0,90	75,9	89	0,10	0,53	0,014				
41020255	1824	4	3	29	9	1995	1,03	73,8	417	0,10	0,30	0,024				
41020215	1824	4	3	26	9	1995	0,74	74,5	350	0,10	1,89	0,031				
41020095	1825	4	3	25	9	1995	1,59	63,5	417	0,10	2,57	0,044				
41020058	1825	4	3	16	10	1995	1,01	117,9	641	0,10	0,65	0,025				
41020028	1825	4	3	25	9	1995	0,95	79,1	593	0,10	0,79	0,021				
41020454	1826	4	3	25	10	1996							0,93	25,1	13,6	0,91
41020408	1826	4	3	11	10	1996							0,36	24,4	13,3	0,26
41020299	1824	4	3	25	10	1996							0,36	25,9	14,2	0,47
41020618	1824	4	4	30	9	1995	1,74	68,9	314	0,13	1,41	0,016				
41020329	1826	4	4	26	9	1995	0,95	66,5	728	0,10	1,53	0,020				
41020094	1825	4	4	21	10	1995	3,14	82,2	450	0,45	0,52	0,021				
41020056	1825	4	4	15	10	1995	2,60	90,2	272	0,10	0,72	0,015				
41020080	1825	4	4	25	9	1996							0,31	26,0	14,1	0,36
41020070	1825	4	4	30	10	1996							0,15	24,4	13,2	0,42
41020052	1825	4	4	15	10	1996							0,15	25,5	13,9	0,38
41020049	1825	4	4	13	10	1996							0,15	25,5	13,9	0,30
41010411	1924	5	2	22	10	1995	0,63	63,4	131	0,10	0,30	0,005				
41010232	1922	5	2	31	10	1995	1,62	66,5	128	0,10	0,76	0,005				
41010177	1924	5	2	14	10	1995	0,96	85,0	329	0,10	0,30	0,017				
41010157	1924	5	2	1	10	1995	0,94	73,4	131	0,10	0,54	0,005				
41010152	1924	5	2	25	9	1995	1,28	69,3	224	0,10	0,84	0,017				
41010141	1924	5	2	27	9	1995	0,67	63,0	178	0,10	0,30	0,005				
41010052	1922	5	2	25	9	1995	1,09	75,5	122	0,10	0,71	0,005				
41010050	1922	5	2	25	9	1995	1,10	73,7	299	0,10	0,30	0,005				
41010049	1922	5	2	26	9	1995	1,64	72,5	206	0,10	0,67	0,015				
41010221	1922	5	2	1	10	1996							0,39	25,6	14,4	0,21
41010142	1924	5	2	25	10	1996							0,15	25,3	14,8	0,10
41010134	1924	5	2	31	10	1996							0,57	26,7	14,9	0,10

Elg (forts.)

Jnr	Komnr	Omr	Alder	Dag	Mnd	År	Cd	Zn	Cu	Pb	Se	Hg	Al	Ca	P	Pb(B)
41010115	1924	5	2	25	9	1996							0,15	24,0	13,5	0,24
41010114	1924	5	2	29	9	1996							0,26	24,4	14,0	0,10
41010078	1924	5	2	10	10	1996							0,15	24,5	14,2	0,10
41010418	1924	5	3	25	9	1995	0,94	62,8	128	0,10	0,30	0,005				
41010415	1924	5	3	29	9	1995	1,37	64,8	231	0,10	0,63	0,011				
41010048	1922	5	3	26	9	1995	1,20	71,5	323	0,10	0,78	0,011				
41010195	1922	5	3	25	9	1996							0,26	24,6	14,1	0,15
41010136	1924	5	3	28	9	1996							0,64	25,8	14,9	0,14
41010135	1924	5	3	10	10	1996							0,32	24,6	14,8	0,21
41010088	1924	5	3	25	9	1996							0,40	24,6	14,5	0,17
41010063	1924	5	3	1	10	1996							0,15	25,8	14,6	0,13
41010226	1922	5	4	26	9	1995	2,25	69,2	292	0,10	0,54	0,005				
41010181	1924	5	4	30	9	1995	0,55	64,2	461	0,10	1,75	0,014				
41010154	1924	5	4	1	10	1995	1,05	90,0	206	0,10	1,13	0,014				
41010223	1922	5	4	17	10	1996							1,22	25,2	15,2	0,31
41010220	1922	5	4	20	10	1996							0,15	26,4	15,5	0,10
41010211	1922	5	4	26	9	1996							0,44	25,6	15,3	0,14
41010089	1924	5	4	26	9	1996							0,26	24,8	14,7	0,10
41010070	1924	5	4	27	9	1996							0,30	25,1	14,8	0,29

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. Jøssens, A. 1991. Terrestrisk naturovervåking (TOV). Jordovervåking i Solhomfjell og Børgefjell 1990. Norsk institutt for skogforskning (stensil): 1-20.
 15. Brattbakk, I., Høyland, K., Halvorsen Økland, R., Wilmann, B. & Engen, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990 i Børgefjell og Solhomfjell. NINA Oppdragsmelding 91: 1-90.
 16. Frisvoll, A. A. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Nitrogen i mose fra Agder og Trøndelag. NINA Oppdragsmelding 80: 1-19.
 17. Strand, O. & Skogland, T. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Metodeutvikling for overvåking av fjellrev. (stensil).
 18. Spidsø, T.K. & Pedersen, H.C. 1991. Bestands- og reproduksjonsovervåking av hare. NINA Oppdragsmelding 62: 1-15.
 19. Bruteig, I.E. 1990. Landsomfattende kartlegging av epifyttisk lav på furu, Manual. Universitetet i Trondheim, AVH, Botanisk institutt, (stensil): 1-17.
 20. Kålås, J.A., Framstad, E., Fiske, P., Nygård, T. & Pedersen, H.C. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere og fugl i Børgefjell og Solhomfjell, 1990. NINA Oppdragsmelding 85: 1-41.
 21. Løken, A. 1990. Terrestrisk naturovervåking . Moser- en kjemisk analyse. Universitetet i Trondheim, inst. for org. kjemi, NTH og botanisk avd. Vitenskapsmuseet, (stensil).
 22. Joranger, E. & Røyset, O. 1991. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av nedbør og nedbørkjemi i referanseområder Børgefjell og Solhomfjell 1990. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 31/91: 1-21.
 23. Kvamme, H. 1991. Rapport for forprosjekt "Undersøkelse av stammelav på fjellbjørk". Norsk institutt for jord- og skogkartlegging, (stensil).
 24. Kålås, J.A., Framstad, E., Fiske, P., Nygård, T. & Pedersen, H.C. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Metodemanual, smågnagere og fugl. NINA Oppdragsmelding 75: 1-36.
 25. Fremstad, E. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990. NINA Oppdragsmelding 42: 1-35.
 26. Fremstad, E. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1991. NINA Oppdragsmelding 83: 1-26.
 27. Økland, R.H. & Eilertsen, O. 1993. Vegetation-environment relationships of boreal coniferous forest in the Solhomfjell area, Gjerstad, S Norway. Sommerfeltia, 16: 1 - 254. Oslo.
 28. Skåre, J.U. & Førøid, 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. Jøssens, 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 reinbeite
ved Kongsfjorden, Svalbard. Norsk Polarinstitutt. Med-
delelser nr. 121: 1-54.
36. Kålås, J.A. & Lierhagen, S. 1992. Terrestrisk naturovervåking.
Metallbelastninger i lever fra hare, orrfugl og lirype i Norge.
NINA Oppdragsmelding 137: 1-72.
37. Fremstad, E. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjons-
overvåking 1992. NINA Oppdragsmelding 148: 1-23.
38. Hilmo, O., Bruteig, I.E. & Wang, R. 1993. Terrestrisk natur-
overvåking. Lavkartlegging i Møsvatn-Austfjell 1992. ALL-
FORSK, AVH: 1-50.
39. Brattbakk, I. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjons-
overvåking i Møsvatn-Austfjell. NINA Oppdragsmelding 209:
1-33.
40. Kålås, J.A. & Framstad, E. 1993. Terrestrisk naturovervåking.
Smågnagere, fugl og næringskjedestudier i Børgefjell, Åmots-
dalen, Møsvatn-Austfjell, Lund og Solhomfjell, 1992. NINA
Oppdragsmelding 221: 1-38.
41. Nygård, T., Jordhøy, P. & Skaare, J.U. 1993. Terrestrisk natur-
overvåking. Landsomfattende kartlegging av miljøgifter i
dvergfolk. NINA Oppdragsmelding 232: 1-24.
42. Tørseth, K. & Røyset, O. 1993. Terrestrisk naturovervåking.
Overvåking av nedbørkjemi i Ualand, Solhomfjell, Møsvatn,
Åmotsdalen og Børgefjell, 1992. Norsk institutt for luftforsk-
ning, NILU OR 13/93: 1-64.
43. Jensen, A. & Frogner, T. 1993. Terrestrisk naturovervåking.
Overvåking av jord og jordvann 1992. Rapp. Skogforsk 12/93:
1-21.
44. Gaare, E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Radiocesium-
målinger i planter, vegetasjon og rein fra Børgefjell, Dovre-
Rondane og Møsvatn-Austfjell 1992. NINA Oppdragsmelding
230:
45. Hannisdal, A. & Myklebust, I. 1994. Terrestrisk naturovervå-
king. Sammendrag av resultater fra 1990 - 1992. DN-rapport
1994 - 6: 1-76.
46. Bruteig, I.E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Epifyttisk lav
på bjørk - landsomfattende kartlegging 1992. ALLFORSK,
Universitetet i Trondheim: 1-42.
47. Kålås, J.A. & Myklebust, I. 1994. Akkumulering av metaller i
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 dvergfolk i Norge. NINA Forsknings-
rapport 56: 1-33.
51. Eilertsen, O. & Often, A. 1994. Terrestrisk naturovervåking.
Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i
Gutulia nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding 285: 1-69.
52. Eilertsen, O. & Brattbakk, I. 1994. Terrestrisk naturovervåking.
Vegetasjonsøkologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i
Øvre Dividal nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding 286: 1-82.
53. Kålås, J.A., Framstad, E., Pedersen, H.C. & Strand, O. 1994.
Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere, fugl
og næringskjedestudier i TOV-områdene, 1993. NINA
Oppdragsmelding 296: 1-47.
54. Wang, R. & Bruteig, I.E. 1994. Terrestrisk naturovervåking.
Lavkartlegging i Gutulia og Dividal. ALLFORSK Rapport 1: 1-
51.
55. Gaare, E. 1994. Overvåking av 137 Cs i TOV-områdene
Dividal, Børgefjell, Dovre/Rondane, Gutulia og Solhomfjell
sommeren 1993. NINA Oppdragsmelding 300: 1-29.
56. Berg, I.A. 1994. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av
jord og jordvann 1993. Rapp. Skogforsk 17/94: 1-17.
57. Jacobsen, L.B. 1994. Reanalyse av permanente prøveflater i
overvåkingområdet ved Kongsfjorden, Svalbard 1994. Norsk
Polarinstitutt. Rapport nr 87: 1-29.
58. Tørseth, K. & Johnsrud, M. 1994. Program for terrestrisk
naturovervåking. Tilførsler til Gutulia og Dividalen og repre-
sentativitet av nærliggende NILU stasjoner. Norsk institutt for
luftforskning, NILU TR 17/94: 1-38.

59. Strand, O., Espelien, I.E. & Skogland, T. 1995. Metaller og radioaktivitet i villrein fra Rondane. NINA fagrapport 05: 1-40.
60. Berg, I.A. 1995. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann 1994. Rapp. Skogforsk 8/95: 1-12.
61. Tørseth, K. & Hermansen, O. 1995. Overvåking av nedbørkjemmi i tilknytning til feltforskningsområdene, 1994. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 33/95: 1-53.
62. Kålås, J.A., Framstad, E., Pedersen, H.C. & Strand, O. 1995. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere, fugl og næringskjedestudier i TOV-områdene, 1994. NINA Oppdragsmelding 367: 1-52.
63. Nygård, T. 1995. Tungmetaller i fjær fra dvergfolk i Norge. NINA Oppdragsmelding 373: 1-18.
64. Espelien, I. 1995. Undersøkelse av metaller i reinsdyr fra Troms og Finnmark. NINA Oppdragsmelding 442: 1-13.
65. Bruteig, I.E. & Wang, R. 1996. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Solhomfjell og Børgefjell 1995. ALLFORSK Rapport 7: 1-42.
66. Eilertsen, O. 1996. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjons-økologiske undersøkelser av boreal bjørkeskog i Børgefjell nasjonalpark. NINA Oppdragsmelding 408: 1-84.
67. Tørseth, K. 1996. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 1995. SFT rapport nr. 663/96: 1-189.
68. Berg, I.A. 1996. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann 1995. Rapp. Skogforsk 12/96: 1-23.
69. Kålås, J.A.(red).1996. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere, fugl og næringskjedestudier i TOV-områdene, 1995. NINA Oppdragsmelding 429: 1-36.
70. Sjøbakk, T.E. & Steinnes, E. 1997. Forekomst av tungmetaller i jordprofiler fra overvåkingsflater i ulike deler av Norge. DN-utredning (under utarbeiding).
71. Strand, O., Severinsen, T. & Espelien, I. 1997. Metaller og radioaktivitet i fjellrev. NINA Oppdragsmelding (under utarbeiding).
72. Direktoratet for naturforvaltning. 1997. Natur i endring. Program for terrestrisk naturovervåking 1990-95. DN-Rapport. I trykk.
73. Kålås, J.A.(red).1997. Terrestrisk naturovervåking. Fjellrev, hare, smågnagere og fugl i TOV-områdene, 1996. NINA Oppdragsmelding 484: 1-37.
74. Berg, I.A. & Aamlid, D. 1996. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jordvann - Årsrapport 1996. Rapp. Skogforsk. I trykk.
75. Tørseth, K., Manø, S. & Pacyna, J.M. 1997. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel 1996. SFT rapport. 703/97: 1-205.
76. Bruteig, I.E. & Øien, D.I. 1997. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattande gjenkartlegging av epifyttisk lav på bjørk 1997. Manual. ALLFORSK Rapport. I trykk

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 82-426-0836-9

491

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

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

**NINA
Norsk institutt
for naturforskning**