

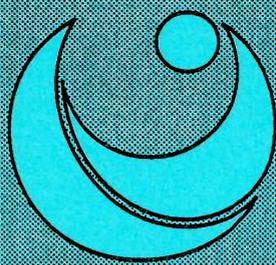
232

oppdragsmelding

Landsomfattende kartlegging av miljøgifter i dvergfalk

Torgeir Nygård
Per Jordhøy
Janneche Utne Skaare

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING
Tungelata 2, N - 1065 Trondheim

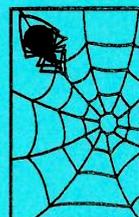


NINA

Program for terrestrisk naturovervåking

Rapport nr 41

Oppdragsgiver Direktoratet for naturforvaltning
Deltagende institusjoner NINA



NATUROVERVÅKING

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

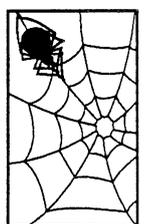
Landsomfattende kartlegging av miljøgifter i dvergfalk

Torgeir Nygård
Per Jordhøy
Janneche Utne Skaare

Program for terrestrisk naturovervåking

Rapport nr 41

Oppdragsgiver Direktoratet for naturforvaltning
Deltagende institusjoner NINA



NATUROVERVÅKING

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Program for terrestrisk naturovervåking

Program for terrestrisk naturovervåking rettes mot effekter av langtransporterte 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 en faggruppe for programmet. Denne organiseres av Direktoratet for naturforvaltning (DN). Faggruppen skal sørge for at nødvendige faglige kontakter blir etablert, sørge for koordinering av ulike aktiviteter, og ha en rådgivende funksjon overfor DN.

Følgende institusjoner deltar i faggruppen:

Viggo Kismul, Statens forurensningstilsyn (SFT)
Eiliv Steinnes, Universitetet i Trondheim (AVH)
Rolf Langvatn, Norsk institutt for naturforskning (NINA)
Kjell Ivar Flatberg, Universitetet i Trondheim, Vitenskapsmuseet (VSM)
Kåre Venn, Norsk institutt for skogforskning (NISK)
Terje Klokk, Fylkesmannen i Sør-Trøndelag

En programkoordinator ved DN fungerer som sekretær for gruppen.

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. DN er ansvarlig for gjennomføring 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, Tungasletta 2, 7005 Trondheim, tlf 07-58 05 00.

Nygård, T., Jordhøy, P. & Skaare, J.U. 1993. Lands-
omfattende kartlegging av miljøgifter i dvergfolk. -
NINA Oppdragsmelding 232: 1-24.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0399-5

Forvaltningsområde:
Naturovervåking
Environment monitoring

Copyright: Stiftelsen Norsk institutt
for naturforskning NINA
Oppdragsmeldingen kan siteres med kildeangivelse

Teknisk redigering:
Eli Fremstad, Synnøve Flø Vanvik

Opplag: 250

Kontaktadresse:
NINA
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tlf. 73 58 05 00
Fax 73 91 54 33

Referat

Nygård, T., Jordhøy, P. & Skaare, J.U. 1993. Landsomfattende kartlegging av miljøgifter i dvergfalk. - NINA Oppdragsmelding 232: 1-24.

På oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning (DN) ble det i 1992 samlet inn fjær og uklekte egg til miljøgiftanalyse. Sammenlignet med museumsmateriale fra tiden før DDT kom i bruk, har dvergfalken lagt egg med fortynnede skall etter 1947. På 1960- og 1970-tallet har skallfortynningen antakelig vært helt oppe i 20 % i gjennomsnitt, men også på 1950- og 1980-tallet var den betydelig. Det er grunn til å tro at det det har vært en nedgang i dvergfalkbestanden som følge av dette. Trekkteilinger fra Sørvest-Norge og Sør-Sverige viser lavere antall dvergfalkobservasjoner på høsten de åra skallfortynningen var stor. Skalltykkelsen er på 1990-tallet på vei opp mot det normale, men ennå er det høye konsentrasjoner av DDE i mange egg. Vi har hatt tilgang til 16 dvergfalkegg til miljøgiftanalyse, hvorav bare tre ble funnet i 1992. Skallfortynningen i det nyeste materialet er mindre enn DDE-innholdet skulle tilsi. Dette kan skyldes tilfeldigheter i utvalget, da materialet er lite. PCB-nivåene er relativt lave sett i forhold til DDE-nivåene. Lave nivåer av en rekke andre klorerte hydrokarboener er også påvist, bl.a. det svært toksiske maurmiddelet MIREX som har vært anvendt i stor skala i USA. Det er derfor tydelig at vi her har å gjøre med virkninger av langtransport av miljøgifter. Materialet viser også en viss negativ korrelasjon mellom kvikksølvinnholdet i hekkefuglene og deres reproduksjonssuksess, men sammenhengen er ikke signifikant. Materialet er foreløpig for lite til at en kan si noe om regionale forskjeller i miljøgiftbelastning.

Emneord: Dvergfalk - organiske miljøgifter - tungmetaller - egg.

Torgeir Nygård og Per Jordhøy, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.
Janneche Utne Skaare, Norges Veterinærhøyskole, Postboks 8146, 0033 Oslo.

Abstract

Nygård, T. & Jordhøy, P. & Skaare, J. U. 1993. National survey of environmental pollutants in merlin in Norway. - NINA Oppdragsmelding 232: 1-24.

On an assignment from the Directorate for Nature Management, feathers and addled eggs were collected in Norway for chemical analysis of persistent environmental pollutants in 1992. Comparisons with eggs from museum collections show that there has been a significant shell thinning in eggs of Norwegian merlins. In the 1960's and 1970's it was probably as high as 20 % on the average, and it was also considerable in the 1950's and 1980's. Migration counts indicate that this was accompanied by a major population decline, as the number of Merlins on autumn migration in southern Sweden and southwest Norway was depressed in the years of serious shell thinning. The shell thickness seems to be increasing at present, but there are still high concentrations of DDE, the main shell-thinning agent, in many eggs. So far, only 16 eggs have been analysed for persistent pollutants, and only 3 were found in 1992. The shell thinning in the eggs is less than expected, judged from the DDE levels. This may be attributed to sampling error, due to the small number of eggs. The PCB levels are low compared to the DDE levels. Low concentrations of other chlorinated hydrocarbons are also found, among others the very toxic ant control chemical Mirex, which has been used on a large scale in the USA. It is therefore evident that we here are dealing with long-range transport of pollutants. The material also indicates a link between the mercury content of the breeding-birds and their reproductive output, but the correlation is not statistically significant. The size of the material does not allow for any evaluation of regional differences.

Key words: Merlin - organochlorines - heavy metals - eggs.

Torgeir Nygård and Per Jordhøy, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway.

Janneche Utne Skaare, Norwegian College of Veterinary Medicine, P.O.Box 8146, N-0033, Oslo, Norway.

Forord

Direktoratet for naturforvaltning (DN) søker gjennom Program for terrestrisk naturovervåking (TOV) å overvåke miljøgiftpåvirkningen av norsk natur. Langtransport av organiske miljøgifter er et problem som forvaltningen ønsker å holde under kontinuerlig oppsikt og evaluering. Dvergfalken har høye konsentrasjoner av organiske miljøgifter, og DN ønsker å se om arten er egnet til å overvåke denne typen forurensning i terrestrisk miljø i Norge. Dvergfalken er en topp-predator som lever av fugl som tar opp miljøgifter i sitt levemiljø, bl.a. gjennom akkumulering i næringskjeder. De fettløselige stoffene vil konsentreres og lagres i kroppsfettet. Dvergfalken vil som deres topp-predator oppkonsentrere disse i kroppen, slik at også stoffer som finnes bare i svært lave konsentrasjoner i naturmiljøet, men som kan være svært giftige, kan måles.

På bakgrunn av dette ga DN i 1992 NINA i oppdrag å gjennomføre en landsomfattende kartlegging av miljøgiftinnholdet i uklekte egg og fjær av dvergfalk. På grunn av problemer med å skaffe et tilstrekkelig materiale til å oppfylle målsettingen med prosjektet, ble det søkt om oppfølging i 1993. Oppdrag om dette er nå gitt av DN. Denne oppdragsmeldinga gir en oversikt over de resultatene som foreligger til nå, både ut fra materialet som ble samlet i 1992, et materiale fra Alta i perioden 1988-91, samt noe eldre materiale.

Fylkesmennenes miljøvern avdelinger, Norsk ornitologisk forening, fjelloppsynsmenn og andre kontaktpersoner ble oppfordret til å samle inn materiale til prosjektet. Det meste av materialet ble skaffet gjennom rovfuglundørsøkelsene i Alta-vassdraget i Finnmark.

Per J. Tømmerås og hans medarbeidere sørget for å skaffe storparten av miljøgiftprøvene i 1992. Han stilte også velvilligst uklekte egg samlet inn i tidligere felt sesonger til vår disposisjon. Norsk ornitologisk forening har ytt innsats gjennom de av foreningens medlemmer som har prøvd å skaffe oss feltmateriale. Per Jordhøy var ansvarlig for praktisk organisering og kontakt med feltmedarbeiderne. Janneche Utne Skaare har vært ansvarlig for analysene av klor-organiske stoffer og kvikksølv i eggene. Erna Stai har utført analysene ved Veterinærinstituttet/Norges Veterinærhøgskole.

Terje Dalen og Per Jordhøy sørget for å tilrettelegge prøvene for analyse. Syverin Lierhagen har ledet arbeidet med metallanalysene ved NINA's laboratorium. Undertegnede har vært faglig hovedansvarlig for prosjektet.

Trondheim, april 1993

Torgeir Nygård.

Innhold

	Side
Referat	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	6
2 Fakta om dvergfalken	6
2.1 Utbredelse	6
2.2 Forekomst	6
2.3 Hekking	6
2.4 Bestand	7
2.5 Trekk og overvintring	7
2.6 Næring	8
2.7 Feltundersøkelser	8
3 Metoder og materiale	9
3.1 Feltarbeid 1992	9
3.2 Referansematerialet	10
3.3 Kjemiske analyser	10
3.3.1 Organiske stoffer	10
3.3.2 Tungmetaller	10
4 Resultater	12
4.1 Eggsalltykkelse	12
4.2 Miljøgiftanalyser	12
4.3 Tungmetaller	12
5 Diskusjon	16
5.1 Skallfortynning og DDE	16
5.2 PCB	17
5.3 Andre organiske stoffer	18
5.4 Tungmetaller	18
5.4.1 Kvikksølv	18
5.4.2 Andre metaller	18
6 Forslag til oppfølging	19
7 Sammendrag	20
8 Summary	21
9 Litteratur	22

1 Innledning

Direktoratet for naturforvaltning (DN) har gjennom Program for terrestrisk naturovervåking (TOV) satt seg som mål å overvåke forurensningssituasjonen i utvalgte arter og områder av norsk natur (Løbersli 1989). Innledningsvis ble det satset på integrerte undersøkelser, der analyser av nedbør og jord ble koblet med undersøkelser av bestander av planter og dyr i utvalgte overvåkingsområder, der utvalgte arter ble samlet inn til kjemisk analyse. Av høyerestående dyr ble det valgt ut hare, orrfugl, lirype og fluesnapper for overvåking av metallbelastning. De første resultatene er allerede rapportert (Kålås & Lierhagen 1992, Kålås et al. 1992). I tillegg er det i gang en landsomfattende undersøkelse av tungmetallinnholdet i hjortevilt. I utvalgte områder ble i 1990 nivåene av organiske miljøgifter i hare og orrfugl også analysert. Analysene ble utført ved Veterinærinstituttet i Oslo, og det ble ikke funnet målbare nivåer av organiske miljøgifter (eks. DDT, DDE, PCB) i noen av disse prøvene (Skaare & Førøid 1991).

En utredning om å bruke rovfugl som indikatorarter i en landsomfattende overvåking av miljøgifter konkluderte med at denne gruppen fugl var godt egnet til formålet. Dette på grunn av at rovfuglene er følsomme for miljøgifter, og de har høye nivåer pga. bioakkumulasjon gjennom næringskjeder (biomagnifikasjon), og det finnes et referansemateriale ved våre museer. Artene havørn, vandre-falk, hønsehauk og dvergfalk ble vurdert som de best egnede artene (Nygård 1991). Dvergfalken ble vurdert som en god miljøgiftindikator på bakgrunn av en totalvurdering av flere kriterier. De viktigste var, i rekkefølge: miljøgiftnivå, tilgjengelighet, referansemateriale og innsamlingsmuligheter. For nærmere beskrivelse av kriterier og utvalgsprosedyre, se Nygård (1991). I forbindelse med opprettelsen av et program for overvåking av arktiske områder (AMAP) er dvergfalken også aktuell som overvåkingsart (G. Paulsen, pers. medd.), da den har en sirkumpolar utbredelse.

2 Fakta om dvergfalken

2.1 Utbredelse

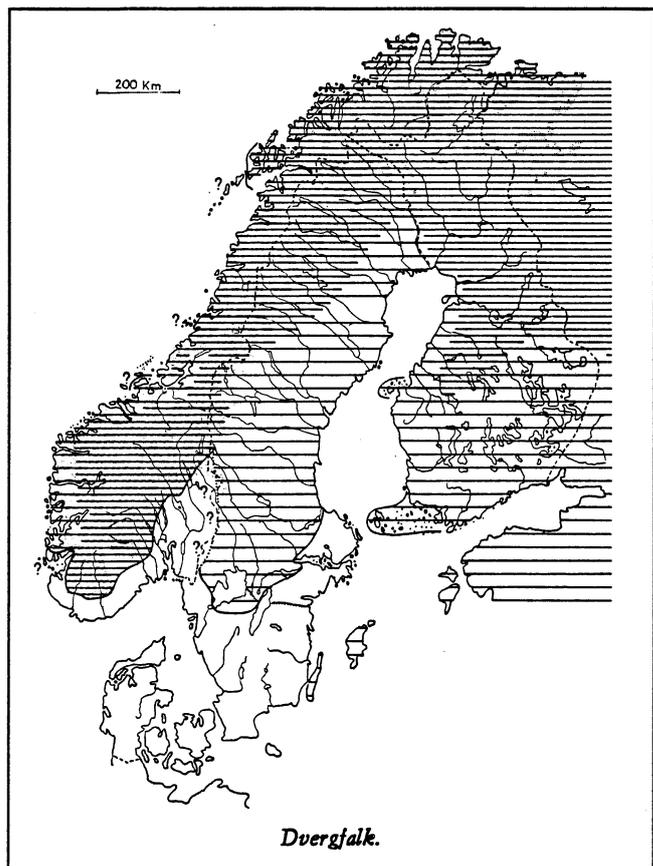
Dvergfalken er vår minste rovfugl; den er ikke særlig mye større enn en gråtrost. Utbredelsen er sirkumpolar holarktisk. Vår underart, *Falco columbarius aesalon*, er utbredt fra De britiske øyer gjennom Fennoskandia, Nord-Russland og Sibir østover til Jenisei. Andre underarter hekker videre østover i Asia og i Nord-Amerika. På Island og Færøyene hekker underarten *F. c. subaeson*.

2.2 Forekomst

Dvergfalken hekker vanligst i bjørkebeltet i fjellregionen, men kan hekke hvor som helst der det er godt om småfugl, og hvor det er egnede reirplasser. I skogstraktene foretrekker den områder som har åpne partier med myrer og vann. Den hekker også på den nesten treløse kysten, men sjelden midt inne i tett, homogen granskog. Den foretrekker heller skogkantene. Den er utbredt over hele landet, unntatt i jordbruksbygdene på Østlandet (figur 1). I Norge hekker den vanligst i tre, som oftest i gamle kråkereir (Haftorn 1971). I vierregionen, eller hvor det er mangel på egnede reirplasser i tre, hekker den oftest i berg. Dette er vanlig på Sør-Vestlandet. Den legger sjelden reiret direkte på bakken, men dette er imidlertid kjent både fra Hedmark og Finnmark, og det er forøvrig den vanligste reirplasseringen på De britiske øyer (Meek 1988).

2.3 Hekking

Tilgjengeligheten av reiret er relativt enkel når det ligger i tre, men i berg kan det være vanskelig å komme til. Reirtroheten er stor. Reirene ligger ofte få meter fra tidligere års reir (Cramp & Simmons 1980). Den kan hekke allerede som ettåring. Dette er påvist i 2-18 % av tilfellene i Skottland (Newton et al. 1986, Rebecca et al. 1992). Den legger 3-5 egg, rugetida er 28-32 d, og ungenes reirtid er 18-20 d (Haftorn 1971).



Figur 1. Dvergfalkens utbredelse i Fennoskandia (etter Haftorn 1971). - The distribution of Merlin in Fennoscandia (after Haftorn 1971).

2.4 Bestand

Antall hekkende par i Norge er ukjent, men er sannsynligvis firesifret. I Sverige ble bestanden i 1976 beregnet til ca 2000 par (Ulfstrand & Högstedt 1976). Vår bestand kan muligens være av samme størrelsesorden.

2.5 Trekk og overvintring

Dvergfalken er i hovedsak en trekkfugl, som vanligvis ankommer i april/mai, noenlunde samtidig med de fleste trekkende spurvefuglene. Den forlater landet i september-oktober (-november). Enkelte individer overvintrer. En oversikt over utenlandsfunn av dvergfalker merket som reirunger i Norge er gitt i tabell 1. Det at gjenfunn mangler nesten helt fra januar og februar, tyder på at arten midtvinters trekker enda lenger sør, muligens Nord-Afrika (Haftorn 1971). Det svenske gjenfangst-materialet gir eksakt samme mønster, og heller ikke her har man en eneste konkret gjenfangst fra Afrika (Olsson 1980), så hypotesen om Afrika som oppholdssted midtvinters er foreløpig uavklart. Her trengs det en gjennomgang av nyere ringmerkingsmateriale.

Tabell 1. Utenlandsgjenfunn av dvergfalker merket i Norge pr. 1971 (etter Haftorn 1971). - Foreign recoveries of merlins banded in Norway by 1971 (Haftorn 1971).

Land Country	Host (sept.-des.) Autumn (Sep-Dec).	Vinter (jan.-feb.) Winter (Jan-Feb).	Vår (mars-april) Spring (Mar-Apr).
Sverige Sweden	2	0	1
Danmark Denmark	1	0	2
Tyskland Germany	1	1	0
Nederland Netherlands	1	0	3
Belgia Belgium	12	0	1
Frankrike France	7	0	1
Italia Italy	2	0	0
Spania Spain	2	0	0

2.6 Næring

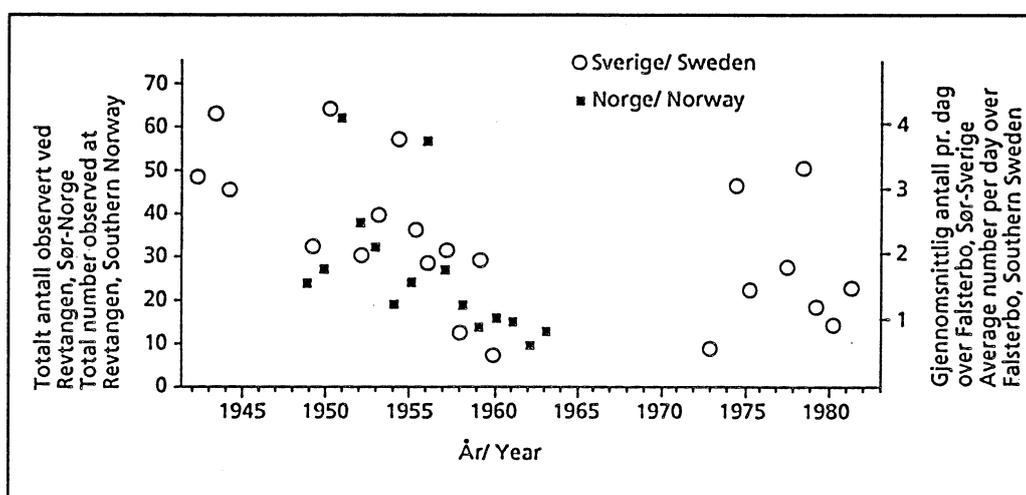
Dvergfalken lever hovedsakelig av småfugl. Hele 678 av 717 bestemte byttedyr hos dvergfalk i Norge var fugl, i hovedsak små spurvefugler (Hagen 1952). De tallrikeste artene var heippiplerke *Anthus pratensis*, steinskvett *Oenanthe oenanthe*, gråtrost *Turdus pilaris*, løvsanger *Phylloscopus trochilus*, sivspurv *Emberiza schoeniclus*, heilo *Pluvialis apricaria* og bjørkefink *Fringilla montifringilla*. Dette bildet utfylles av en svensk undersøkelse fra Stora Sjöfallet 1975-78, hvor små spurvefugler fortsatt utgjorde over 80 % av antallet, men her var vektandelen vadefugler hele 23 %, hvor myrsnipe *Calidris alpina*, heilo, brushane *Philomachus pugnax* og grønnstilk *Tringa glareola* var de vanligste artene (Olsson 1980). En legger merke til at alle disse artene er trekkfugler. På Orknøyene dominerte 3 spurvefuglarter klart i byttedyrmaterialet; heippiplerke 39 %, lerce *Alauda arvensis* 21 % og gråspurv *Passer domesticus* 18 %. Til sammen utgjorde disse 67 % av den totale byttedyrvekten (Meek 1988).

2.7 Feltundersøkelser

Svenska naturskyddsföreningen finansierte 1975-78 "Prosjekt stenfalk", med feltundersøkelser i Stora Sjöfallets nasjonalpark i Nord-Sverige, heri innbefattet miljøgiftundersøkelser i uklekte egg (Olsson 1977, 1980). Trekkfugltellingene ved Falsterbo i Sør-Sverige tyder på at den delen av den fennoskandiske bestanden som trekker over dette punktet begynte å avta på 1950-tallet og var svært lav rundt

1960. En viss økning ser ut til å ha funnet sted de senere åra, i likhet med andre arter rovfugl (Wallin 1984, figur 2). Tellinger ved Revtangens ornitologiske stasjon ved Stavanger viser samme tendens. I årene 1949-55 var det gjennomsnittlige observerte antallet trekkende dvergfalker 35 ind. pr høst, mens det i årene 1956-63 i gjennomsnitt var 16. De to siste årene som er publisert, 1962 og 1963, var det bare 10 og 13 individer, mens det var helt oppe i 62 i 1951 (Bernhoft-Osa 1964). På Orknøyene viste undersøkelser at bestanden og reproduksjonsraten på 1980-tallet var gått ned sammenlignet med tiåret før (Meek 1988). Også i England og Skottland har bestanden gått ned (Bibby & Nattrass 1986, Newton et al. 1986). Tidlig oppdaget man virkninger av landbrukskjemikalier på arten, som bl.a. nedsatt hekkesuksess (Newton 1973). I Skottland ble det også bl.a. funnet en samvariasjon mellom kvikksølvinnholdet i egg og hekkesuksess; i store trekk var det samvariasjon mellom høyt kvikksølvinnhold og lav hekkesuksess. I tillegg var det høye nivåer av dieldrin, DDE og PCB (Newton & Haas 1988). I alle bestandene som til nå er undersøkt på verdensbasis, er det vist virkninger av miljøgifter, enten på skalltykkelse, hekkesuksess eller begge. En oversikt over det som er funnet av publiserte resultater over miljøgiftundersøkelser i dvergfalkpopulasjoner i ulike deler av artens utbredelsesområde er vist i tabell 2.

De mest systematiske undersøkelsene over arten i Norge er blitt gjort i Alta-vassdraget som en del av de konsesjonsbetingede undersøkelsene i forbindelse med kraftutbygginga i vassdraget (Tømmeraaas 1993).



Figur 2. Antallet trekkende dvergfalker over Falsterbo, Sør-Sverige 1945-80, og over Revtangem, Jæren 1949-63. Data mangler for perioden 1964-72. - The number of migrating merlins over Falsterbo, Southern Sweden 1945-80 and over Revtangem, Jæren, Southern Norway 1949-63. No data are available for the period 1964-72.

3 Metoder og materiale

3.1 Feltarbeidet 1992

Kontrakt om prosjektet mellom DN og NINA om gjennomføring og ramme ble inngått 11 mai 1992. Dette ga oss lite tid til planlegging. Det ble sendt brev og skjema til alle fylkesmennene og til alle fylkesavdelinger av Norsk ornitologisk forening, samt enkelte kommunale miljøvernledere som vi visste var "ildsjeler". Noen fjelloppsynsmenn ble også kontaktet. I tillegg ble lokale ornitologer og rovfuglentusiaster over hele landet tilskrevet eller oppringt. Det ble inngått avtale med Per Tømmerås, Vitenskapsmuseet i Trondheim om innsamling av egg- og fjærmateriale i Alta i forbindelse med det store rovfuglprosjektet i Alta-vassdraget. Feltmedarbeidere innen TOV-prosjektet ble også opp-

fordret til å gjøre en innsats. På grunn av den sene oppstarten fikk mange av de lokale kontaktene våre problemer med tid til å gjøre en jobb for dvergfalkprosjektet. Vårt løfte om dekning av konkrete utgifter var tydeligvis ikke stor nok motivasjonsfaktor. Det trengs mer formelle kontrakter og mer motiverende informasjon på forhånd, og bedre tid til forberedelser. Det arbeides med å få til en avtale med DN om at alt fallvilt av dvergfalk skal meldes fra til prosjektet, og gjøres tilgjengelig for miljøgiftprøver.

I Sør-Norge ble det innsamlede materialet svært tynt. I Rogaland er reirene vanskelig tilgjengelige, da fuglene for det meste hekker i berg. Vi hadde godt håp om å få et materiale fra Hallingdal, der det er en god bestand av dvergfalk, men vår lokalkontakt fikk tidsnød, og fikk ikke gjort noe der. En oversikt over feltmaterialet er satt opp i tabell 3.

Tabell 2. Skallfortynning og miljøgiftnivåer hos ulike dvergfalkpopulasjoner. - Shell thinning and levels of environmental pollutants in different merlin populations.

Sted Area	År Year	Organ Tissue	Alder Age	DDE i lipid DDE in lipid	PCB i lipid PCB in lipid	Dieldrin i lipid Dieldrin in lipid	Hg (tørrvekt) Hg (dry weight)	Mål Statistics	Skall-fortynning Shell thinning	Kilde Reference
Wisconsin, USA	1969	Subkutant fett Subcutaneous fat	Adult	900	560			Aritm. mean		Risebrough et al. 1970
Wisconsin, USA	1969	Subkutant fett Subcutaneous fat	Juv.	140	83			Aritm. mean		Risebrough et al. 1970
Newfoundland	1969	Subkutant fett Subcutaneous fat	Adult	800				Aritm. mean		Temple
Shetland	1981-86	Egg		60	90	4	6	Geom. Mean		Newton & Haas 1988
Orknøyene Orkneys	1982-87	Egg		87	57	8	6	Aritm. mean	15	Meek, 1988
Skottland Scotland (Highlands)	1981-86	Egg		120	30	5	2	Geom. mean		Newton & Haas 1988
NE Skottland NE Scotland	1980-89	Egg		118	49	5	2	Geom. mean	16	Rebecca et al. 1992
England, Galloway & Uplands	1981-86	Egg		40	50	4	3	Geom. mean		Newton & Haas 1988
Nord-England Northern England	1981-86	Egg		120	80	8	2	Geom. mean		Newton & Haas 1988
Lake District	1981-86	Egg		100	70	8	2	Geom. mean		Newton & Haas 1988
Wales	1981-86	Egg		80	30	5	2	Geom. mean		Newton & Haas 1988
De britiske øyer totalt The British isles, combined	1981-86	Egg		100	50	5	2	Geom. mean	12	Newton & Haas 1988
Montana, USA	1978-81	Egg		270	12	4		Aritm. mean	20	Becker & Hull Sieg 1987
Newfoundland	1969	Egg		120				Aritm. mean	9	Temple
Canada, prærien the prairie	1973	Egg		150	220	10,6	1,3	Aritm. mean	18*	Fyfe et al. 1976
Canada, prærien the prairie	1950-69	Egg						Aritm. mean	23*	Fyfe et al. 1976
Canada, prærien, the prairie	1975-76	Egg		110	40	5		Aritm. mean	10	Fox & Donald 1980
Canada, prærien, the prairie	1975-76	Egg		660	40	10		Aritm. mean	25	Fox & Donald 1980
Nord-Sverige Northern Sweden	1973-78	Egg		345	125		3,2	Aritm. mean	20	Olsson, B.O. 1980
Norge Norway	1978-92	Egg		494	59		2	Geom. mean	15	Denne undersøkelsen This study

Tabell 3. Oversikt over materialet som ble skaffet tilveie 1988-89 og 1992. - The material gathered in 1988-89 and 1992.

Fylke County	Antall reir rapportert No. of nests reported	Uklekte egg Unhatched eggs	Skallrester Shell fragments	Mytefjær Moulted feathers	Fjærklipp av reirunger Feathers from nestlings	Fjærklipp av voksne Feathers from adults	Merknader Comments
Hedmark	2			1	1	1+1*	* En vinge av adult One wing from adult
Oppland	4		1	2			
Sør-Trøndelag	2	2	1	1			
Nord-Trøndelag	3			3	4*		*For små til tungmetallprøver Too small for analysis
Nordland	1			1			
Troms	1						
Finnmark	29			13			
Finnmark 1988-89		9					
Totalt Total	42	12	9	21	5	2	

3.2 Referansematerialet

Det finnes allerede et referansemateriale av egg, målt av T. Nygård i 1978-81. De fleste dataene skriver seg fra samlingene ved våre naturhistoriske museer, men noen egg er stilt til rådighet av privatpersoner. Det er målt skalltykkelse på 74 egg fra før 1947 og 34 egg etter 1947 (før/etter DDT). I tillegg kommer 3 fragmentsamlinger.

Eggskalltykkelse er målt ved hjelp av et spesiallaget mikrometer med en nøyaktighet på 0.01 mm. På hele egg ble det boret et hull ved ekvator av egget. Her ble det tatt 4 mål vinkelrett på hverandre til hver sin side, og gjennomsnittsverdien beregnet. For eggskall ble det tatt mål av opptil 10 fragmenter pr. kull, og bare biter hvor skallhinna var intakt og uforvitret ble brukt. En skallindeks er også beregnet. Her bruker en vekten av det tomme, tørre eggskallet dividert på lengde ganger bredde (Ratcliffe 1967), med en korreksjon for hulldiametere (Nygård & Waadeland, i manuskript).

3.3 Kjemiske analyser

Alle analysene er utført ved Veterinærinstituttet i Oslo. Analysene av egg før 1988 ble utført på et begrenset utvalg av stoffer; kun DDE, sum PCB, HCB, γ -HCB, dieldrin og kvikksølv er rapportert

(Holt et al. 1979, Frøslie et al. 1986). Analysene fra perioden etter 1988 er utført ved Veterinærinstituttet/Norges veterinærhøgskole ved hjelp av kapillærkolonneteknikk, som muliggjør separasjon av de enkelte komponentene i PCB-gruppen, se Skaare et al. (1988) for metodebeskrivelse.

3.3.1 Organiske stoffer

Når en sammenligner verdier av klor-organiske stoffer i organprøver med ulikt lipidinnhold, bør det korrigeres for lipidkonsentrasjonen i prøven. Klor-organiske stoffer er sterkt fettløselige, og finnes derfor løst i fettfraksjonen i prøven. Det totale fettinnholdet i dyret vil også spille inn, da stoffene vil bli mer og mer konsentrert etter som fett metaboliseres og forbrukes. Motsatt vil det bli mer og mer fortynnet etter som dyret legger på seg fett. I perioden 1965-83 ble dessuten 16 skrotter av dvergfalk og 6 egg undersøkt m.h.p. miljøgifter (Frøslie et al. 1986).

3.3.2 Tungmetaller

Fjær samlet inn på og ved hekkeplassen ble pakket i individuelt merkede plastposer. Forut for analysen ble fjærene så langt det var mulig identifisert til type og alder ved hjelp av skinnmateriale som

referanse. Deretter ble det ytre av fjærene skrapet med en skalpell av rustfritt stål for å fjerne eventuell ytre kontaminering. Fjærene ble håndtert med engangshansker av polyetylen.

Fjærene er analysert for tungmetaller ved NINA's laboratorium i Tungasletta 2 ved bruk av atomabsorpsjonsspektrometri (AAS). Prøvene ble oppsluttet og inndampet i mikrobølgeovn 'Milestone MLS 1200' i beholdere av perfluoralkohol (PFA) ved tilsats av 65 % Scan-pure HNO₃.

Metallkonsentrasjonene ble målt ved hjelp av atomabsorpsjonsspektroskopi, Perkin Elmer, modell 1100B med FIAS 200 automatisk injeksjonssystem. For bestemmelsene av bly, kadmium og kvikk

sølv ble det brukt grafittovn HGA 700 med auto-sampler ASI 70 og hydridsystem. For kvikksølvbestemmelsene ble det for å få maksimal følsomhet brukt Perkin Elmer's amalgamsystem for FIAS 200. Dette øker følsomheten med en faktor på 5-10.

Som standard ble benyttet internasjonalt sertifisert materiale, Bovine lever 1577A. Resultatene viser godt samsvar mellom de oppgitte og funne verdier (tabell 4). Analyselaboratoriet ved NINA opererer nå med følgende deteksjonsnivåer i fast materiale, forutsatt 0,1 g innveid prøve: Kadmium (Cd) 0,025 ppm, bly (Pb) 0,5 ppm, sink (Zn) 1 ppm, kobber (Cu) 1 ppm, Aluminium (Al) 0,5 ppm, kvikksølv (Hg) 0,01 ppm.

Tabell 4. Analyser av sertifiserte standard-prøver til kontroll av analysekvalitet. Alle verdier er oppgitt som mg/kg. - Analyses of certified standard samples for control of analytical quality. Values in mg/kg.

Standard	Sertifisert verdi Certified value			Vår verdi Our value		n
		min	max	Gjennomsnitt Average	Standard-avvik Standard dev.	
Storfelever (1577A)						
Bovine lever (1577A)						
Aluminium <i>Al</i>	0,8*			0,78	0,14	10
Bly <i>Pb</i>	0,14		0,16	0,14	0,06	43
Kadmium <i>Cd</i>	0,44		0,50	0,45	0,11	25
Kopper <i>Cu</i>	158		165	162	15,4	61
Kvikksølv <i>Hg</i>	0,004		0,006	0,004	0,002	5
Sink <i>Zn</i>	123		131	133	10,3	61
Dogfish lever (DOLT-1)						
Bly <i>Pb</i>	1,36	1,07	1,65	1,12	0,22	7
Kadmium <i>Cd</i>	4,18	3,9	4,46	3,99	0,23	7
Kopper <i>Cu</i>	20,8	19,6	22,0	18,0	1,49	7
Kvikksølv <i>Hg</i>	0,225	0,188	0,262	0,236	0,019	7
Sink <i>Zn</i>	92,5	90,2	94,8	82	4,4	6

*Standarden ikke sertifisert for Al. Oppgitt verdi er funnet av Veterinærinstituttet (0,77 ppm) og Universitetet i Umeå (0,84 ppm, se Sivertsen 199. - The standard sample was not certified for Al. The indicated value is the approximate concentration given by the Norwegian Veterinary institute, Oslo (0,77 ppm) and the University of Umeå, Sweden (0,84 ppm, see Sivertsen 1991).

4 Resultater

Som nevnt innledningsvis ble det innsamlet for lite materiale i 1992 til å vurdere regionale trender i miljøgiftbelastning. Vi har derfor slått sammen materiale fra hele landet under bearbeidingen.

4.1 Eggskalltykkelse

Utviklingen av eggskalltykkelsen i dvergfalkegg i Norge er vist i figur 3. På 1960- og 1970-tallet var reduksjonen i skalltykkelse hele 18 %. På 1980-tallet var den 16 % lavere, enn normalt i snitt, og på 1990-tallet 11 % lavere. Hvis en sammenligner skalltykkelsen før og etter 1947 (det året DDE for alvor ble tatt i bruk i landbruket i den vestlige verden) finner en at skalltykkelsen i gjennomsnitt er blitt 14,5 % tynnere (basert på mikrometermålt tykkelse), og skallindeksen er blitt 14,9 % lavere, basert på kullgjennomsnitt. Forskjellene er signifikante (tabell 5).

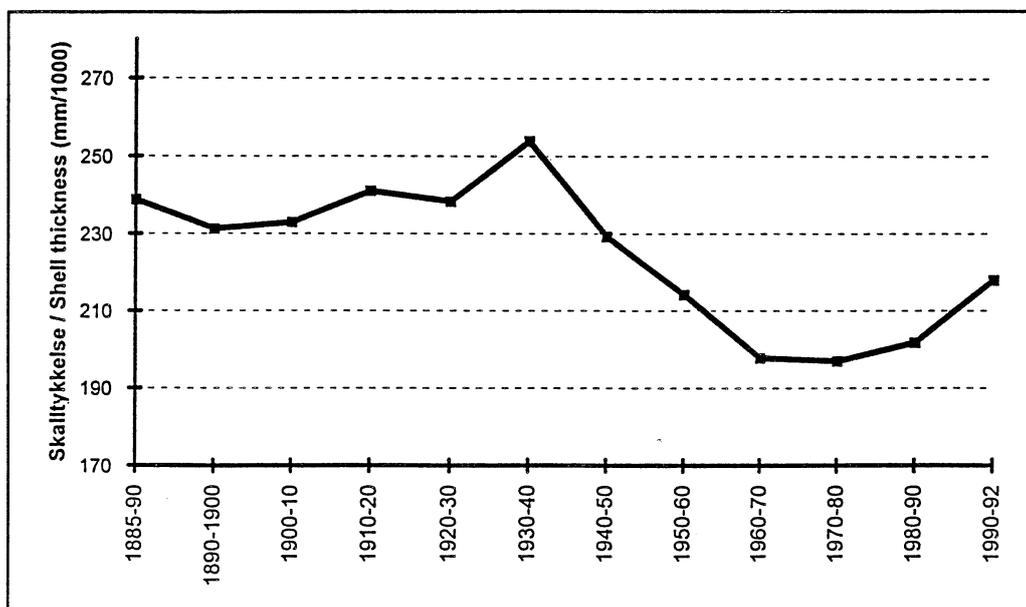
4.2 Miljøgiftanalyser

Miljøgiftanalysene av 12 dvergfalkegg fra 1988-92 analysert ved Veterinærinstituttet/Norges Veterinærinstituttet er vist i tabell 6. Det er analysert for DDT og metabolitter, HCB, beta- og gamma HCH, noen stoffer i klordan-gruppen, Mirex, og 18 forskjellige PCBer (PCB-congenerer), samt kvikksølv.

Fettinnholdet er også bestemt. DDE er det giftstoffet som klart dominerer i eggene. Forholdet mellom skallindeksen og DDE-innholdet i eggene (alle fra forskjellige kull) er vist i figur 4. De er negativt korrelerte, men sammenhengen er ikke signifikant ($r = -0,31$, $p = 0,25$, $n = 15$). De norske verdiene for skallfortynning og DDE-innhold i dvergfalkegg er sammenlignet med andre populasjoner i figur 5. Sammenstillingen viser at de norske eggene har høye DDE-nivåer sammenlignet med andre bestander, og at skallfortynningen ikke er så stor som en skulle forvente ut fra DDE-konsentrasjonene. Forholdet mellom DDE og PCB i eggene hos noen undersøkte dvergfalkbestander er satt opp i figur 6. Denne oversikten viser at PCB-nivåene i norske dvergfalker er lave i forhold til DDE-nivåene, og på nivå med det en finner på De britiske øyer.

4.3 Tungmetaller

Resultatene av tungmetallanalysene av fjær er satt opp i tabell 7. Fjærene er samlet inn i forbindelse med reirbesøk, og er i hovedsak mytefjær. Fjærene ble analysert for Cd, Zn, Cu, Pb, Al og Hg. Al-resultatene er ikke vist i tabellen, da vi her antagelig hadde et kontamineringsproblem på laboratoriet. Det er en positiv samvariasjon mellom kopperinnholdet og reproduksjonsresultatet, mens den er negativ for bly og kvikksølv. Forholdet mellom kvikksølvnivåene i fjærene og reproduksjonsresultatet er vist i figur 7.

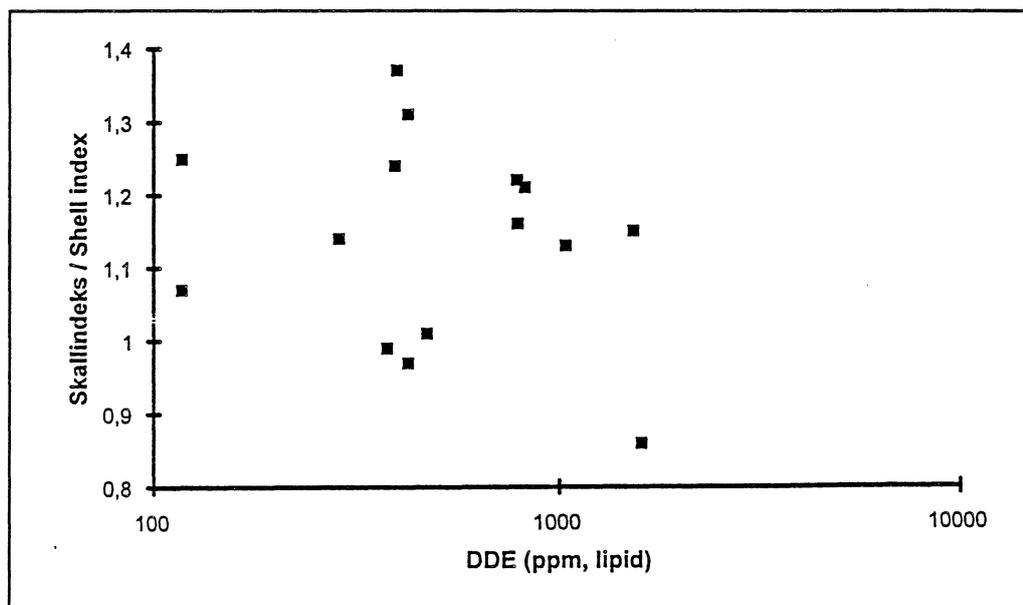


Figur 3. Skalltykkelsen hos dvergfalk i Norge framstilt som gjennomsnitt for tiårsperiodene mellom 1885 og 1992. - The shell thickness in merlin eggs, as average values for the decades between 1885 and 1992.

Tabell 5. Eggskalltykkelse og skallindeks hos norske dvergfalkegg 1885-1982. Kullgjennomsnitt er utgangspunktet for beregningene. - Shell thickness and shell indices in eggs of Norwegian merlins 1885-1992. Clutch averages are used in the calculations.

	n	Gj. sn. Average (mm/1000)	S.D.	Fortynning Thinning (%)	p (T-test)
Eggskalltykkelse					
Shell thickness					
Hele materialet, inkl. fragmenter					
Total sample, incl. fragments					
Før 1947 Before 1947	20	239,3	16,7		
Etter 1947 After 1947	37	208,3	24,9	13,0	< 0,001
Bare hele egg Whole eggs only					
Før 1947 Before 1947	19	240,3	16,4		
Etter 1947 After 1947	30	205,6	25,7	14,5	< 0,001
Eggskallindeks					
Eggshell index					
Før 1947 Before 1947	18	1,21	0,06		
Etter 1947 After 1947	31	1,03	0,30	14,9	0,003

Figur 4. Forholdet mellom skallindeks (vekt/ (lengde x bredde)) og log DDE-innhold (ppm, fettvekt) i norske dvergfalkegg. $R = -0,35$, $p = 0,20$. - The relationship between shell index (weight/(length x breadth)) and log DDE-concentration (ppm, lipid weight) in merlin eggs from Norway.

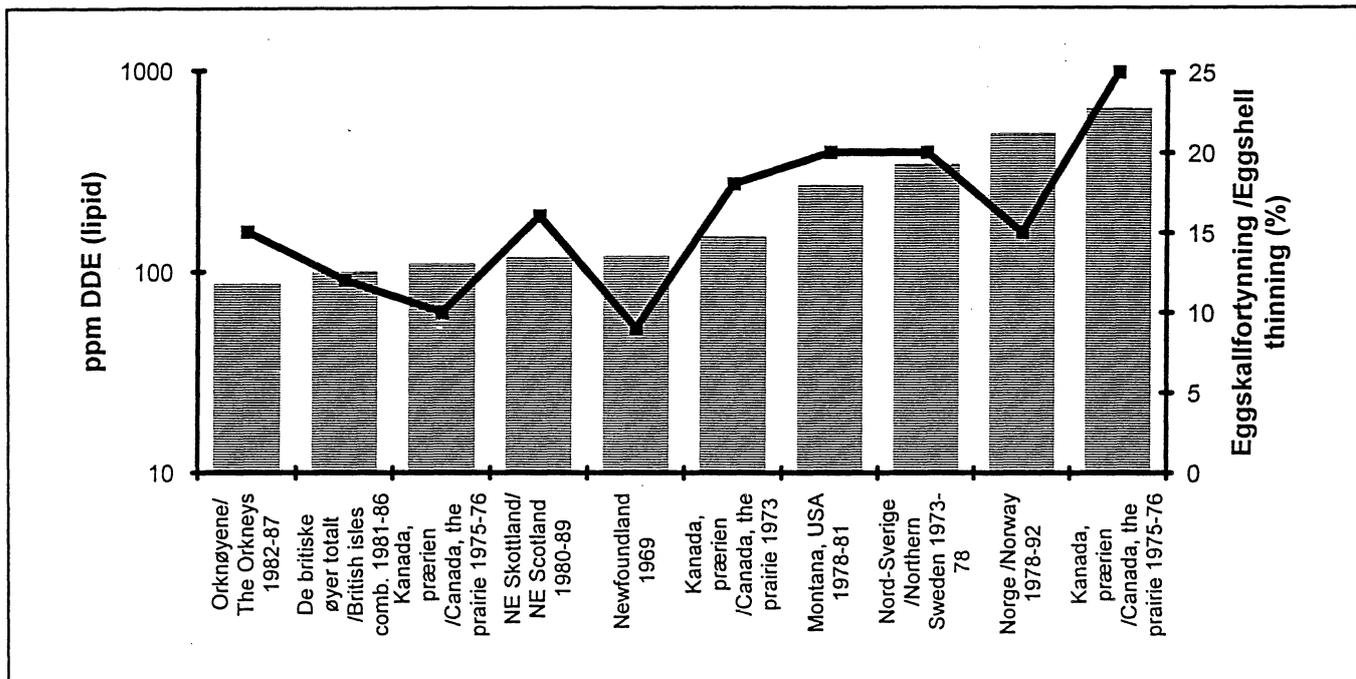


Tabell 6. Klororganiske stoffer og kvikksolv (mg/kg) i dvergfalkegg 1988-92. Analysene er utført ved Veterinærinstituttet i Oslo. - Organochlorines and mercury (mg/kg) in merlin eggs 1988-92. The eggs are analysed at the Veterinary Institute.

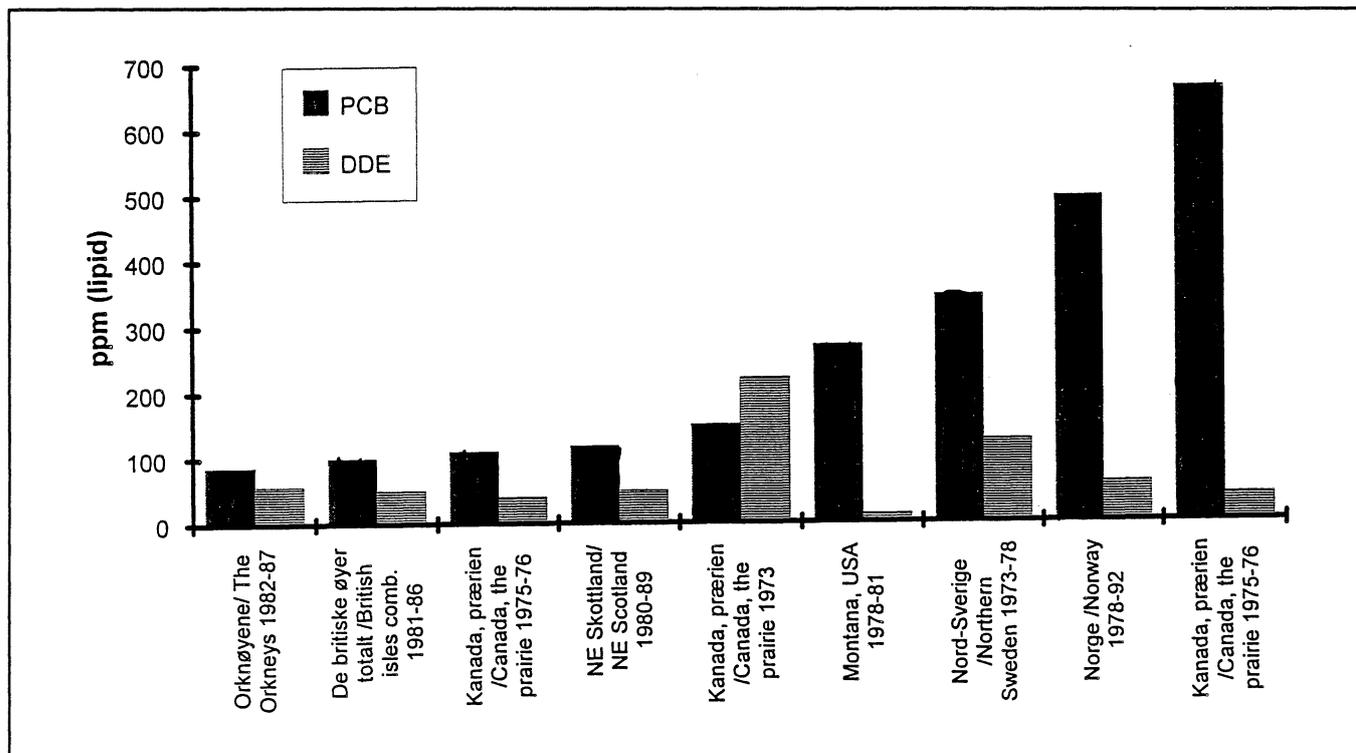
Egg nr. Egg no.	1337,1	1349,1	1350,1	1351,1	1352,1	1353,1	1355,1	1356,1	1357,1	1358,1	1375,1	1376,1	1377,1	Snitt
År: year	1989	1988/89	1989	1988	1988	1988	1989	1989	1989	1988/89	1992	1992	1992	
Fett% Fat %	3,09	4,06	7,1	7,9	6,86	5,34	7,47	5,08	9,23	10,75	5,65	5,32	6,2	6,5
HCB	45	175	69	82	68	60	314	153	561	170	64	113	27	146,2
b-HCH	41	221	141	298	190	795	314	264	1548	2293	22	202	55	491,1
g-HCH	2	32	2	2	4	2	47	6	53	16	13	143	27	26,8
Sum HCH	43	253	143	300	194	797	361	270	1601	2309	35	345	82	517,9
oxyKLORDAN	89	134	36	41	16	2	259	56	193	83	65	120	28	86,3
cisKLORDAN	128	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	11,7
transNONAKLOR	518	39	2	2	2	2	35	2	2	10	2	31	2	49,9
cisNONAKLOR	79	23	9	10	4	2	26	11	26	16	2	18	2	17,5
Sum KLORDAN	814	198	49	55	24	8	322	71	223	111	71	171	34	165,5
MIREX	17	16	8	12	2	2	18	10	36	10	2	2	2	10,5
pp-DDE	7165	32227	20431	37327	27461	80328	27883	41902	80319	171795	6712	54778	24419	47134,4
pp-DDD	75	53	48	7	2	2	85	14	20	164	2	2	2	36,6
pp-DDT	17	2	2	2	2	50	21	2	224	2	22	34	2	29,4
sum DDT	8053	35833	22734	41443	30486	89216	31066	46529	89400	190877	7475	60840	27109	52389,3
PCB 28	5	6	4	3	2	8	4	3	9	17	2	2	2	5,2
PCB 74	11	84	8	2	2	49	61	13	69	28	2	20	5	27,2
PCB 99	2	42	2	19	12	2	49	17	55	30	31	17	2	21,5
PCB 149	31	9	2	2	2	2	2	2	13	2	2	2	2	5,6
PCB 118	303	140	52	69	40	51	223	60	189	109	64	66	11	105,9
PCB 153	2850	842	352	625	161	339	1413	407	1550	1052	480	989	86	857,4
PCB 105	40	26	10	10	9	2	32	12	33	22	2	10	2	16,2
PCB 141	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2,3
PCB 138	1526	380	133	211	68	178	826	177	606	477	179	263	34	389,1
PCB 187	116	153	64	96	24	64	268	127	246	165	67	165	19	121,1
PCB 128	155	44	12	19	8	19	67	11	60	40	14	23	3	36,5
PCB 156	45	49	26	32	13	21	89	23	75	45	21	37	5	37,0
PCB 157	11	10	5	5	3	2	13	6	14	2	2	2	2	5,9
PCB 180	1027	496	219	364	93	295	859	196	1007	862	191	867	73	503,8
PCB 170	117	147	77	108	32	92	271	66	327	228	52	184	25	132,8
PCB 194	52	85	60	119	37	60	167	63	196	128	33	151	17	89,8
PCB 206	7	13	7	20	9	9	46	16	28	15	8	19	2	15,3
PCB 209	5	14	4	17	12	7	29	14	45	15	20	15	2	15,3
Sum PCB	6309	2542	1039	1723	529	1202	4421	1215	4524	3239	1172	2834	294	2387,9
Hg:	120	1250	450	410	310	1200	20	690	580	930	210	180	100	516,9

Tabell 7. Metaller i dvergfalkfjær. - Metals in feathers of merlin.

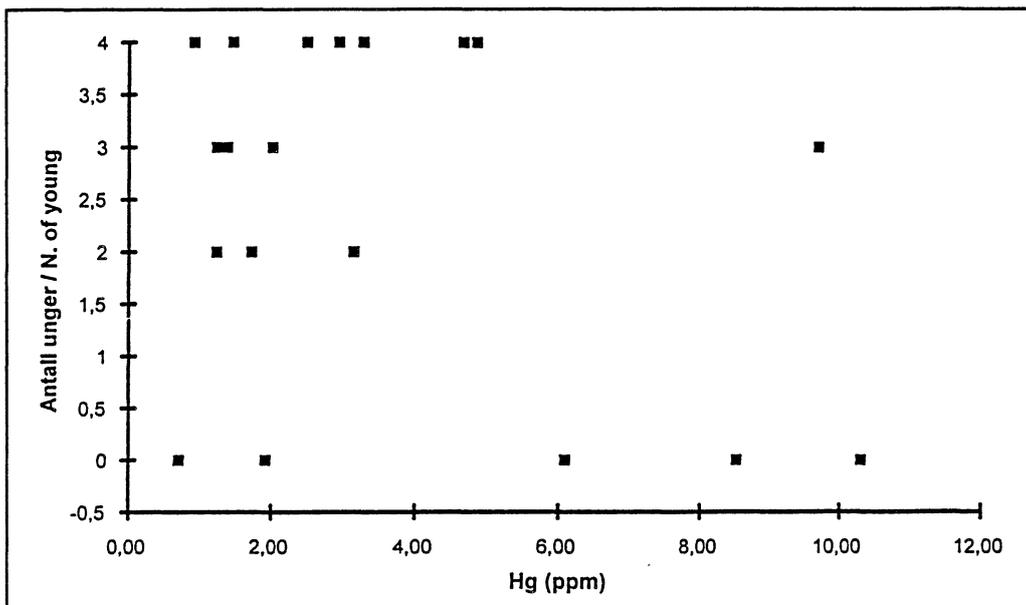
	Alder Age	År Year	Sted Site	Fjærttype Feather type	Cd	Zn	Cu	Pb	Hg
1.1131.1	Ad.	1976	Engerdal, Hedmark	Stjert - Tail	0,103	68	11,6	1,53	3,15
1.1112.1	Ad.	1992	Snåsa, N-Tr.	Stjert - Tail	<0,143	172	10,3	<0,93	1,72
1.1113.1	Ad.	1992	Meldal, S-Tr.	Ub. fjær - Indet.	0,212	132	14,0	1,87	0,70
1.1114.1	Ad.	1992	Sunndal, M & R.	Ub. fjær - Indet.	0,182	117	16,5	2,01	9,68
1.1115.1	Ad.	1992	Ø. Slidre, Oppl.	Ub. fjær - Indet.	0,044	85	16,3	0,39	2,94
1.1116.1		1992	Vågå, Oppl.	Ub. fjær - Indet.	0,066	109	15,3	0,67	4,85
1.1117.1	Ad.	1992	Valdres, Oppl.	Ub. fjær - Indet.	0,047	97	14,8	<0,35	10,30
1.1119.1	Ad.	1992	Rendalen, Hedm.	Håndsv.fjær - Primary	0,087	92	16,2	0,48	1,46
1.1120.1	Ad.	1992	Grane, Nordland	Håndsv.fjær - Primary	2,975	79	10,4	<0,28	2,01
1.1121.1	Ad.	1992	Namsskogan N-Tr.	Ub. fjær - Indet.	0,737	64	14,8	<0,25	3,28
1.1122.1	Ad.	1992	Royrvik, N-Tr.	Håndsv.fjær - Primary	0,218	75	16,9	<0,41	10,48
1.1123.1	Ad.	1992	Alta, Finnmark	Ub. fjær - Indet.	0,737	113	13,3	1,72	0,91
1.1124.1	Ad.	1992	Alta, Finnmark	Ub. fjær - Indet.	0,335	140	13,1	2,29	2,49
1.1125.1	Ad.	1992	Alta, Finnmark	Ub. fjær - Indet.	0,599	110	13,2	1,05	4,66
1.1126.1	Ad.	1992	Alta, Finnmark	H.sv.fj. - Primary	<0,023	73	10,9	<0,15	1,23
1.1127.1	Ad.	1992	Alta, Finnmark	Ub. fj. - Indet.	0,091	109	11,0	1,39	1,23
1.1128.1	Ad.	1992	Alta, Finnmark	Ryggfjær - Back	0,230	114	18,8	2,27	1,38
1.1129.1	Ad.	1992	Alta, Finnmark	Ub. Indet.	0,155	80	10,1	1,43	1,92
1.1130.1	Ad.	1992	Kvikne, Hedmark	Ub. fj. - Indet.	0,237	107	10,5	2,07	6,09
1.1118.1	Ad.	1992	Kvikne, Hedm.	Stjert - Tail	0,672	145	10,0	4,06	8,52
Median					0,20	107,8	13,3	1,22	2,71



Figur 5. Skallfortynning og DDE-nivå i noen dvergfalkpopulasjoner. - Shell thinning and DDE levels in some merlin populations.



Figur 6. Forholdet mellom DDE og PCB i noen dvergfalkpopulasjoner (ppm, fettvekt). - The relation between DDE and PCB in some merlin populations (ppm, lipid weight).



Figur 7. Forholdet mellom kvikksølvnivå i fjær av hekkefugler av dverg-falk og deres reproduksjonsresultat. Mesteparten av materialet er fra Finnmark 1992. - The relation between mercury levels in feathers of breeding merlins and their breeding output, The bulk of material is from Finnmark 1992.

5 Diskusjon

5.1 Skallfortynning og DDE

Resultatene av miljøgiftanalysene viser at dvergfalker som hekker i Norge har vært utsatt for en høy belastning av miljøgifter, og at denne tendensen varer ved. En betydelig skallfortynning har funnet sted. I gjennomsnitt er den på ca 15 % etter 1947, det året en for alvor regner at DDT kom i bruk i stor skala i vår del av verden. På 1960- og 1970-tallet ser skallfortynningen ut til å ha vært helt oppe i 20 %, med enkeltegg som har vært opptil 30 % tynnere enn normalt. Etter 1980 har det tilsynelatende skjedd en forbedring, slik at skallfortynningen i det aller nyeste materialet ikke er mer enn 5-10 %. Newton (1979) har vist at når en rovfuglbestand er utsatt for en skallfortynning på over 15 % i en årrekke, vil bestanden gå ned. Den primære effekten er at reproduksjonsraten går ned på grunn av istykkerruging av egg og nedsatt klekkbarhet. Den molekylære forklaringen er at DDE (et stabilt nedbrytningsprodukt av DDT) hemmer den enzymatiske mobiliseringen og transporten av kalsium fra egglederen over til egget (Lundholm 1987). Den svake korrelasjonen i vårt materiale skyldes høyst sannsynlig tilfeldigheter og lite materiale.

Dataene over trekket av dvergfalk over Falsterbo tyder på at det var en betydelig reduksjon i antallet på høsttrekket i en årrekke. Under halvparten av det

normale antallet dvergfalker trakk ut over Falsterbo pr dag på 1970-tallet sammenlignet med 1940-50-talle. Det var også en klar nedgang i antallet dvergfalker som ble observert trekkende over Revtingen i perioden 1949-63. Tendensen er signifikant (log-transformerte verdier, Pearson corr., $r = -0,70$, $p = 0,003$) (figur 2). Det er alltid en del usikkerhet knyttet til trekktegninger, hvor f.eks. været kan påvirke observasjonsforholdene mye. Imidlertid viser tallene for trekket over Falsterbo av andre miljøgiftutsatte rovfugler samme mønster, eks. vandrefalk og spurvehauk (Wallin 1984). Det er grunn til å tro at den fennoskandiske bestanden må betraktes som sammenhengende, og at disse tallene også sier noe om utviklingen i vår egen bestand. Ringmerkingsgjenfunnene til nå ser ut til å bekrefte dette, da det ser ut til å være sammenfall mellom overvintringsområdene til norske og svenske dvergfalker, selv om januar-februardata mangler (tabell 1, Olsson 1980). Resultatene våre er i klart samsvar med det man fant i Stora Sjøfallets nasjonalpark i Sverige på 1970-tallet, der skallfortynningen også var rundt 20 % på 1970-tallet. Dette tyder også på at en har med samme bestand å gjøre i de to nabolandene. Det må imidlertid tas et lite forbehold for dette. Den delen av bestanden som hekker i Finnmark, vet vi ikke hvor trekker. Det er kjent at andre arter som hekker i Finnmark kan ha et mer østlig trekk, bl.a. gjelder dette fiskeørn (Österlöf 1977) En bearbeiding av det norske gjenfangstmaterialet for dvergfalk vil bli utført, og vil forhåpentlig kaste lys over dette.

Vi vil framheve som en hovedslutning at den norske bestanden har vært sterkt påvirket av miljøgifter etter krigen. Det er et høyt DDE-nivå og skallfortynningen er stor. En positiv sammenheng mellom DDE-konsentrasjonen og graden av skallfortynningen er vist hos en mengde rovfuglbestander og andre arter (Newton 1979), og dessuten i en rekke dvergfalkbestander ulike steder i verden (figur 5) og er nå etablert som et vitenskapelig faktum. Det norske materialet avviker noe fra de fleste andre undersøkte bestandene, ved at DDE-nivået er større enn skallfortynningen skulle tilsi. Det DDE-nivået som er målt i det norske materialet er noe av det høyeste som er målt. Et egg fra 1992 (Rennebu i Sør-Trøndelag) og to fra Alta i 1988 inneholdt alle over 1000 ppm DDE på fettvektsbasis. Dette er blant de høyeste verdiene som er målt i fugleegg i Norge. Disse eggene var mellom 15 og 22 % tynnere enn normalt. Dette er svært overraskende. Hele 20 år etter at de fleste land i vår del av verden innførte forbud mot bruk av DDT som sprøytemiddel, finner vi fortsatt rekordhøye nivåer av nedbrytningsproduktet DDE. Det er nærliggende å sette søkelyset mot de delene av verden hvor vi vet at DDT fortsatt brukes. Dette er i første rekke de landene i Afrika hvor malaria- og tse-tse-flueplagen er stor. DDT brukes fordi det er billig, og det er relativt trygt å bruke for mennesker (Douthwaite 1992). Imidlertid må dette bare stå som en hypotese, all den stund konkrete ringmerkingfunn fra Afrika mangler både av norske og svenske dvergfalker. Heller ingen dvergfalker merket på De britiske øyer er funnet igjen sør for Spania (Heavisides 1987) Det er verdt å merke seg at DDE-nivåene i britiske dvergfalkbestander i snitt er lavere enn i Norge (tabell 2).

Forholdet mellom DDE, DDD og DDT er slik at det tyder ikke på at dvergfalken har fått i seg nylig anvendt DDT. Mesteparten av DDT er brutt ned til DDE, som er det stabile nedbrytningsproduktet, og for fugl det mest skadelige. I snitt ligger DDT-andelen på under 1 promille av total-DDT, noe som tyder på at det her dreier seg om "gammel" DDT.

5.2 PCB

Nivåene av PCB er i snitt under tiendeparten av DDE-nivåene. Dette er svært lavt i forhold til de fleste andre rovfuglarter i Norge (Nygård 1991). Nivåene er imidlertid på samme nivå som på De britiske øyer (Newton & Haas 1988, Meek 1988, Rebecca et al. 1992). Nivåene er såpass lave at det er ingen grunn til å tro at det har noen effekt på hekkesuksessen til dvergfalken i Norge i dag.

Newton & Bogan (1978) viste i et materiale av spurvehauk *Accipiter nisus* at klekkesuksessen avtok med økende PCB-innhold i eggene. I en analyse av et større materiale noen år senere ble ikke denne sammenhengen bekreftet (Newton et al. 1986).

Et interessant trekk ved PCB-innholdet i dvergfalkeggene er at det er svært liten grad av samvariasjon mellom PCB og DDE, i motsetning til det som er vanlig. Nygård (1991) fant en korrelasjonskoeffisient mellom PCB og DDE på 0,68 i norsk rovfuglmateriale generelt. I dvergfalkmaterialet er den -0,08. Ved bruk av moderne kapillærteknikk har det vært mulig å identifisere mange av de enkelte PCB-komponentene, som det i alt finnes 209 av. Fordelingen av PCB-komponenter i 12 dvergfalkegg er vist i tabell 6. De komponentene som har de høyeste konsentrasjonene er (IUPAC-nr) PCB 153, 180, 138, 170 og 187, 118 og 194. De fleste av disse har et relativt høyt antall kloratomer (mellom 5 og 7). De ulike PCB-komponentene har til dels svært ulike kjemiske og biologiske egenskaper. De såkalte non-ortho coplanare PCBene (ingen kloratomer i ortho-posisjon) er antatt å være de giftigste. Disse ligner på dioxin i sin struktur, og er like vanskelige å påvise analytisk (Tanabe et al. 1987). Biologisk viktigere er de såkalt mono-ortho coplanare PCBene (ett kloratom i ortho-posisjon), som riktignok har noe lavere toksisitet enn non-ortho-gruppen, men som opptrer i langt høyere konsentrasjoner. I denne gruppen finner vi PCB 105, 118, 156 og 157 (Dewally et al. 1991), som er målt i moderate konsentrasjoner i dvergfalkeggene. Selv om de opptrer i lavere konsentrasjoner enn mange av de andre PCBene, kan de representere en stor del av den totale PCB-toksisiteten.

Biologiske effekter av PCB er vanskelige å skille ut fra effekter av andre klorerte hydrokarboner på grunn av stor grad av positiv samvariasjon. Lincer (1972) påviste synergisme mellom PCB og DDE på skalltykkelse i et føringforsøk med en nær slektning av vår dvergfalk, den amerikanske spurvehauken *Falco sparverius*. I et føringforsøk viste han at 3 ppm DDE alene i maten ga 15 % skallfortynning, 10 ppm Arochlor 1254 alene (en kommersiell PCB-blanding) ga 3 % tykkere skall, mens stoffene gitt i en blanding ga 19 % skallfortynning. På bakgrunn av dette kan en stille spørsmål om den relativt lave skallfortynningsgraden hos våre egg sett i forhold til DDE-innholdet skyldes det lave PCB-nivået?

5.3 Andre organiske stoffer

En oversikt over de organiske analysene er satt opp i **tabell 6**. Nivåene av heksaklorbenzen (HCB) er relativt lave, den geometriske middelvei for 12 egg fra 1988 til 1992 var i gjennomsnitt 2,5 ppm på fettvektsbasis.

Oksyklordan, cis-klordan, trans-nonaklor, cisnonaklor er metabolitter av pesticidet klordan. Det har vært forbud mot bruk av klordan siden 1967. Det er derfor mest sannsynlig at dette stoffet stammer fra inntak av forurenset føde fra steder utenfor Norge, enten ved inntak på overvintringslokaliteter eller som inntak av trekkfugler som har overvintret i forurensete områder. Beta-HCH er en HCH-isomer som det fins litt av i teknisk HCH, og er den mest stabile isomeren. Det skjer en isomerisering av gamma-HCH (lindan) til Beta-HCH i marine miljø. Lindan er noe brukt i norsk natur, til dels som erstatning for DDT, fordi det brytes raskere ned. Det er ikke totalforbud mot stoffet enda, men bruken av det er svært begrenset.

Mirex er et insektmiddel som i stor utstrekning er blitt brukt i Amerika som maurbekjempingsmiddel, men det er også brukt på samme måte som PCB til isolatorvæske i elektriske komponenter. Det har høy persistens og giftighet, og ble forbudt i USA allerede i 1978. Det er vist at Mirex kan være skadelig i naturen i konsentrasjoner helt ned i 2-3 ppb i vann og 0,1 ppm i føde (Eisler 1985). Det deltar i dag i det store globale kretsløpet av langtransporterte persistente miljøgifter. De nivåene vi har funnet er lave; den høyeste verdien er 0,4 ppm på fettvektsbasis (0,036 ppm våtvekt). Det er likevel grunn til å peke på det forholdet at et svært potent og persistent insekticid fra andre deler av verden når hit i såpass målbare mengder. Vi vet ikke om Mirex har vært brukt i noen av dvergfalkens overvintringsområder.

5.4 Tungmetaller

5.4.1 Kvikksølv

Dvergfalken er en av de få artene hvor det er vist en sammenheng mellom kvikksølvbelastning og produktivitet. I et materiale fra De britiske øyer fant Newton & Haas (1988) en signifikant negativ korrelasjon mellom kvikksølvkonsentrasjonen i eggene og antall flygedyktige unger. Noe tilsvarende ble

ikke funnet for DDE, dieldrin eller PCB. De konkluderte med at effekten ser ut til å inntre ved 3 ppm Hg tørrvekt. Her er det imidlertid mye som er uklart. Newton & Haas (1988) fant at effekten av kvikksølv syntes å være større i Skottland enn på Orknøyene og Shetland, uten at de hadde noen god forklaring på det. Det antydtes at kvikksølv kunne opptre i forskjellige former (eksempelvis i ulike metyleringsgrad), men dette var ikke undersøkt. Våre data viser en geometrisk middelvei på ca 0,4 ppm våtvekt. Dette tilsvarer ca 2 ppm på tørrvektsbasis. Enkelte egg har høyere innhold enn 3 ppm, så en kan ikke utelukke at også kvikksølv hos enkeltpar kan nedsette produktiviteten. En indikasjon på at det kan være en slik sammenheng får en også når en sammenholder Hg-nivåene i mytefjær fra foreldrene samlet inn ved reiret. **Figur 7** viser en tendens til nedsatt produktivitet med økende kvikksølvnivå. Materialet er lite, og en skal være varsom med å trekke slutninger. Det finnes ingen data omkring bakgrunns materialet i dvergfalkfjær, Berg et al. (1966) fant at gjennomsnittsnivået i vandre-falkfjær i Sverige i perioden 1834-1939 var ca 2,5 ppm. Den høyeste målte verdi var 6,2 ppm. Både vandrefalken og dvergfalken er fuglespisere. Ser vi på produktiviteten til de dvergfalkene som har over 6 ppm i forhold til resten, er forskjellen signifikant (Mann-Whitney U-test, $p = 0,033$, to-halet). Det er imidlertid mange ukjente variable involvert, spesielt variasjonen i kvikksølvnivå mellom enkeltfjær innen samme individ, som kan være betydelig (Braune 1987). Tendensen er imidlertid interessant, og bør undersøkes i et større materiale.

5.4.2 Andre metaller

Det er kjent at ulike metaller kan nedsette levedyktigheten hos fugl. Pedersen et al. (1992) fant i et felteksperiment at høye verdier av Cd hos lirypehøner hadde negativ virkning på reproduksjonsresultatet. Det er også påvist høye kadmiumnivåer i norske hønsefugler (Fimreite et al. 1990). Det er også vist at bly kan være svært giftig for rovfugl. Akkutt blyforgiftning er vist hos kaliforniakondoren (Pattee et al. 1990). Det er imidlertid vanskelig å relatere de nivåene vi har funnet i fjærene til toksiske nivåer i blod. Til dette trengs det mer eksperimentell forskning. **Tabell 8** viser en signifikant sammenheng mellom reproduksjonsresultatet målt som antall flygedyktige unger og bly- og kobberinnholdet i fjær av voksne fugler, funnet ved reiret (negativ korrelasjon med bly, positiv korrelasjon med kobber). Materialet er imidlertid såpass

Tabell 8. Korrelasjonskoeffisienter mellom de forskjellige metallene i fjær og reproduksjonsresultatet. For verdier under deteksjonsgrensa er laveste detekterbare verdier brukt. - Correlation coefficients between metals in feathers and the reproductive output. For value below detection limits, the lowest detectable value is used.

		Cd	Zn	Cu	Pb	Hg
Zn	r	-0,15				
	n	18				
	p	0,55				
Cu	r	-0,30,14	-0,15			
	n	180	20			
	p	0,142	0,517			
Pb	r	0,55	-0,67	-0,36		
	n	14	14	14		
	p	0,04	0,009	0,203		
Hg	r	-0,17	-0,02	0,22	0,42	
	n	18	20	20	14	
	p	0,509	0,925	0,348	0,130	
Antall unger	r	0,13	-0,14	0,47	-0,55	-0,32
	n	17	19	19	14	19
N. of fledglings	p	0,621	0,565	0,042	0,043	0,182

To-halet signifikanstest. Two-tailed significance.

lite at en skal være forsiktig med å trekke konklusjoner om dette. Kobber og sink blir regulert av fysiologiske mekanismer, da de er essensielle metaller.

6 Forslag til oppfølging

En bør samle inn et materiale av friske, nylagte egg for å sikre tilgang til et materiale som både har en ønsket regional fordeling, og lar seg behandle statistisk.

Det bør tas tungmetallprøver av fjær av dvergfalk som stammer fra tiden før bruken av kvikksølv i landbruk og industri ble omfattende, dvs. før 1940. Slikt materiale finnes ved våre museer.

Det er ønskelig å kunne si noe om hvor mye av dvergfalkens miljøgiftbelastning som skrives seg fra vinteroppholdsstedene, og hvor mye som skrives seg fra hekkeområdene. Dette kan gjøres på følgende måte: En må ta prøver av reirungene og sammenligne med nivåer i egg. En må da ha sikret seg et materiale av friske egg, og sammenligne nivåene med det en finner i ungene i fra samme kull. Prøvene fra ungene kan være blod og fjær, og det kan

være vev tatt ut med biopsi-teknikker. Teknikkene er veletablerte og beskrevet i internasjonal litteratur. I tillegg bør en samle inn aktuelle byttedyr i næringsområdene, og analysere disse for miljøgifter. En kvantitativ og kvalitativ byttedyrsundersøkelse i utvalgte regioner bør gjøres i samband med dette.

7 Sammendrag

I forbindelse med Program for terrestrisk naturovervåking (TOV) ønsker Direktoratet for naturforvaltning å finne gode indikatorarter for organiske miljøgifter i norsk natur. Innledende analyser viste at de artene som rutinemessig ble innsamlet til bl.a. tungmetallovervåking, i hovedsak herbivore, ikke var godt egnede til å overvåke organiske miljøgifter, på grunn av nivåer under deteksjonsgrensa. En tidligere utredning hadde vist at dvergfalk var en aktuell overvåkingsart. Dvergfalken er kanskje vår alminneligste rovfugl. Den hekker over hele landet, den er stedtro, reirene er relativt lett tilgjengelige, og den er følsom for miljøgifter. Ut fra dette ble det derfor satt i gang et arbeid for å skaffe dvergfalkegg fra så mange områder i Norge som mulig i 1992. Det viste seg imidlertid at materialet ble svært lite, da en valgte å begrense innsamlingen til uklekkede egg. I denne oppdragsmeldinga rapporteres derfor også tidligere analyser av dvergfalkegg analysert ved Veterinærinstituttet i Oslo. Totalt rapporteres det i denne meldinga om miljøgiftnivåene i 13 dvergfalkegg og 20 fjær, de fleste fra Finnmark.

En har benyttet museenes samlinger til å skaffe referansemateriale. Eldre egg, i alt 74 fra før DDT-perioden, er blitt veid og målt for å finne ut hva som er den normale eggtykkelsen for arten. Sammenlignet med 34 nyere egg viser det seg at på 1960- og 1970-tallet var reduksjonen i skalltykkelse hele 18 % i gjennomsnitt, mens den på 1980-tallet var 16 %. På 1990-tallet har den vært 11 % lavere enn normalt. Tar en hele perioden etter 1947 (det året da DDT for alvor ble tatt i bruk) er reduksjonen i gjennomsnitt 15 %. Dette er statistisk signifikante verdier, og de er høye nok til å nedsette dvergfalkens reproduksjonsevne.

Miljøgiftnivåene i eggene er høye sammenlignet med dvergfalkpopulasjoner i andre land. Av de organiske miljøgiftene er DDE det klart dominerende. DDE-konsentrasjonene i eggene er overraskende høye, og overgår de fleste andre undersøkte dvergfalkpopulasjoner. Skallfortynningen er noe lavere enn det en kunne vente, vurdert ut fra DDE-nivåene. Spørsmålet om dette har en sammenheng med de lave PCB-nivåene blir reist.

PCB-nivåene er 20 ganger lavere enn DDE-nivåene, men mer likt det man finner i andre dvergfalkbestander. De er bl.a av samme størrelsesorden som på

De britiske øyer. 18 forskjellige PCB-komponenter er målt. Det ble målt moderate mengder av svært giftige coplanare PCB-komponenter. Moderate mengder av andre persistente organiske miljøgifter ble også funnet, bl.a. av HCB (heksaklorbenzen), lindan, klordan og Mirex, et maurmiddel som er brukt i store mengder i Nord-Amerika. Dette viser at dvergfalken får i seg og akkumulerer miljøgifter som deltar i de store globale kretsløp.

Kvikksølvnivåene målt i mytefjær funnet ved hekkeplassene var på nivå med det som er kjent fra De britiske øyer. Resultatene antyder at det i likhet med i Skottland er en viss sammenheng mellom høyt kvikksølvnivå og lav produktivitet. Det samme forholdet synes også å gjelde for bly, men det trengs ytterligere undersøkelser for å trekke sikre konklusjoner om dette.

Det blir foreslått oppfølging av prosjektet for å finne ut hvor stor del av dvergfalkens forurensningsbelastning som skrives fra opptak i overvintingsområdene, og hvor mye som skyldes lokal forurensning. For å sikre et større materiale til analyse blir det foreslått å samle inn ferske egg fra et gitt antall kull.

Resultatet av undersøkelsen i 1992 bekrefter at dvergfalken er en av fugleartene i Norge som har høyest miljøgiftbelastning, og at den egner seg godt som indikatorart både for organiske miljøgifter og metaller.

8 Summary

In connection with the "Programme for terrestrial monitoring", the Directorate for Nature Management wants to select good indicator species for organic pollutants in Norwegian nature. Analyses have shown that the species previously selected for monitoring of heavy metals, mainly herbivores, were not suited for monitoring of organic pollutants, due to levels below detection limits. An earlier review had pointed at the merlin as a good candidate for monitoring of organic pollutants. It is possibly the most numerous bird of prey in Norway, it has site fidelity, the nests are quite easily accessible, and it is sensitive to pollutants. Therefore efforts were made to collect an as large sample as possible of merlin eggs in 1992, from all parts of the country. Unfortunately, the sample became very small, certainly because the collecting was restricted to addled eggs only. In this report we therefore also include earlier material. The total material comprises of 13 eggs and 20 feathers, the majority from Finnmark county.

Reference material is obtained from museums collections. Eggs from the period before-DDT usage, are weighed and measured to obtain the normal thickness values. Compared with 34 recent eggs, it is revealed that in the 1960's and 1970's the reduction in shell thickness was no less than 18 % on the average. In the 1980's the average was 16 %, and in the 1990's so far 11 % below normal. Taking the whole period after 1947 (the year when DDT was introduced on a wide scale), the reduction is on the average 15 %. The differences are statistically significant, and the levels are sufficient to imply reduced productivity.

The levels of pollutants in the eggs are high compared with merlin populations in other countries. Among the organic pollutants, DDE is dominating. The levels are surprisingly high, exceeding those of most other populations. The shell thinning is less than expected from the DDE levels. It is discussed whether this is connected to the very low PCB levels detected.

The PCB levels are lower than the DDE levels by a factor of 20, but quite similar to those found in other populations of merlin. They are of the same magnitude as found on the British Isles. It is analysed for 18 different congeners of PCB's. Moderate levels of highly toxic coplanar PCB's were found. Other persistent organic pollutants were also detected.

ted, like HCB (hexachlorbenzene), lindane, chlordane and Mirex; a persistent pesticide used especially against ants in North America

The mercury levels in moulted feathers found at the nests, were comparable to levels found in the British Isles. The results imply that, like in Scotland, there may be a connection between high mercury levels and low productivity. The same seems to apply for lead, but more research is needed to draw conclusions.

Further investigations to follow up certain topics are proposed, like establishing the relative magnitude between the pollutant load accumulated in the wintering areas, compared to that of the breeding areas. To secure a larger sample of eggs for analysis, it is proposed to collect fresh eggs from a certain number of clutches.

The results from 1992 confirm that the merlin is one of the bird species in Norway with the highest burden of pollutants. It also seems clear that it is well suited as an indicator species for organic pollutants and heavy metals.

9 Litteratur

- Becker, D.M. & Hull Sieg, C. 1987. Eggshell quality and organochlorine residues in eggs of merlins, *Falco columbarius*, in Southeastern Montana. - *Can. Field-Nat.* 10: 369-372.
- Berg, W., Johnels, A., Sjöstrand, B. & Westmark, T. 1966. Mercury content in feathers of Swedish birds from the past 100 years. - *Oikos* 17: 71-85.
- Bernhoft-Osa, A. 1964. Rovfugltrekking på Revtingen. - *Stavanger Museum Årbok* 1963: 97-104.
- Bibby, C. J. & Natrass, M. 1986. Breeding status of the Merlin in Britain. - *Brit. Birds* 79: 170-185.
- Braune, B. 1987. Comparison of total mercury levels in relation to diet and molt for nine species of marine birds. - *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 16: 217-224.
- Cramp, S. & Simmons, K.E.L. 1980. The birds of The western palearctic. - Oxford University Press. Oxford.
- Dewailly, É., Weber, J-P., Gingras, S. & Laliberté, C. 1991. Coplanar PCBs in human milk in the province of Quebec, Canada: Are they more toxic than Dioxin fed infants? - *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 47: 491-498.
- Douthwaite, R.J. 1992. Effect of DDT on the Fish Eagle *Haliaeetus vocifer* population of Lake Kariba in Zimbabwe. - *Ibis* 134: 250-250.
- Eisler, R. 1985. Mirex hazards to fish, wildlife and invertebrates: A synoptic review. Fish and Wildlife Service. U.S. Department of the Interior. - Biological report 85(1.1).
- Fimreite, N., Barth, E.K. & Munkejord, Aa. 1990. Cadmium and selenium levels in tetraonids from selected areas in Norway. - *Fauna Norv. Ser. C, Cinclus* 13: 79-84.
- Fox, G. A. 1971. Recent changes in the reproductive success of the pigeon hawk. - *J. Wildl. Manage.* 35: 122-128.
- Fox, G. A. & Donald, T. 1980. Organochlorine pollutants, nest-defense behaviour and reproductive success in merlins. - *Condor* 82: 81-84.
- Frøslie, A., Holt, G. & Norheim, G. 1986. Mercury and persistent chlorinated hydrocarbons in owls *Strigiformes* and birds of prey *Falconiformes* collected in Norway during the period 1965-1983. - *Environ. Pollut. Ser. B.* 11: 91-108.
- Fyfe, R. W., Risebrough, R. W. & Walker, W. E. 1976. Pollutant effects on the reproduction of the prairie falcons and merlins of the Canadian prairies. - *Can. Field-Nat.* 90: 346-355.
- Hagen, Y. 1952. Rovfuglene og viltpleien. - Universitetsforlaget. Oslo.

- Haftorn, S. 1971. Norges fugler. - Universitets forlaget, Oslo.
- Heavside, A. 1987. British & Irish merlin recoveries, 1911-1984. - Ring. & Migr. 8: 29-41.
- Henny, C. J., Bean, J. R. & Fyfe, R. W. 1976. Elevated heptachlor epoxide and DDE residues in a merlin that died after migration. - Can. Field-Nat. 90: 361-363.
- Holt, G., Frøslie, A. & Norheim, G. 1979. Mercury, DDE, and PCB in the avian fauna in Norway 1965-1976. - Acta Vet. Scand. Suppl. 70: 1-28.
- Kálás, J.A. & Lierhagen, S. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Metallbelastninger i lever fra hare, orrfugl og lirype i Norge. - NINA Oppdragsmelding 137: 1-72.
- Kálás, J.A., Framstad, E., Nygård, T. & Pedersen, H.C. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere og fugl i Børgefjell, Åmotsdalen, Solhomfjell og Lund, 1991. - NINA Oppdragsmelding 132: 1-38.
- Lincer, J.L. 1972. The effects of organochlorines on the American Kestrel (*Falco sparverius* Linn.). - Cornell University, Ph.D thesis.
- Lundholm, E. 1987. Thinning of eggshells in birds by DDE: Mode of action on the eggshell gland. - Comp. Biochem. Physiol. 88C: 1-22.
- Løbersli, E. M. 1989. Terrestrisk naturovervåking i Norge. - DN-Rapport 8: 1-98. Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.
- Meek, E. R. 1988. The breeding ecology and decline of the Merlin *Falco columbarius* in Orkney. - Bird Study 35: 209-218.
- Newton, I. 1973. Egg breakage and breeding failure in British merlins. - Bird Study 20: 241-244.
- Newton, I. 1988. Determination of critical pollutant levels in wild populations, with examples from birds of prey. - Environ. Pollut. 55: 29-40.
- Newton, I. & Bogan, J. 1978. The role of different organo-chlorine compounds in the breeding of British Sparrowhawks. - J. Appl. Ecol. 15: 105-116.
- Newton, I. & Haas, M. B. 1988. Pollutants in merlin eggs and their effects on breeding. - Brit. Birds 81: 258-269.
- Newton, I., Bogan, J.A. & Rothery, P. 1986. Trends and effects of organochlorine compounds in sparrowhawk eggs. - J. Appl. Ecol. 23: 461-478.
- Newton, I., Meek, E. & Little, B. 1986. Population and breeding of Northumbrian Merlins. - Brit. Birds 79: 155-171.
- Nygård, T. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Rovfugl som indikatorer på forurensning i Norge. Et forslag til landsomfattende overvåking. - NINA Utredning 21: 1-34.
- Nygård, T. & Waadeland, H. (i manuskript). A correction factor for adjusting eggshell index values for hole size and eccentricity.
- Nygård, T., Jordhøy, P. & Dalen, T. 1992. Miljøgifter i dvergfalk. Landsomfattende kartlegging. Feltsesongen 1992. - NINA, upubl. framdriftsrapport.
- Olsson, B. 1977. Reproduktion, äggskalsförtunning, biocider etc. hos svenska stenfalkar *Falco columbarius*. - Göteborgs universitet.
- Olsson, B. O. 1980. Prosjekt stenfalk, rapport 1975-78. - Svenska naturskyddsföreningen, Stockholm.
- Pattee, O.H., Bloom, P.H., Scott, J.M., & Smith, M.R. 1990. Lead hazards within the range of the California condor. - Condor 92: 931-937.
- Pedersen, H.C., Myklebust, I., Nygård, T. & Sæther, M. 1992. Akkumulering og effekter av kadmi-um i lirype. - NINA Oppdragsmelding 152: 1-27.
- Ratcliffe, D. 1967. Decrease in eggshell weight in certain bird of prey. - Nature, Lond. 215: 208-210.
- Rebecca, G.W., Cosnette, B.L., Hardey, J.J.C., & Payne, A.G. 1992. Status, distribution and breeding biology of the Merlin in north-east Scotland, 1980-89. - Scottish Birds 16: 165-183.
- Risebrough, R., Florant, G. & Berger, D. D. 1970. Organochlorine pollutants in peregrines and merlins migrating through Wisconsin. - Can. Field-Nat. 84: 247-253.
- Sivertsen, T. 1991. Opptak av tungmetaller i dyr i Sør-Varanger. - DN-Notat 15: 1-53.
- Sjöstrand, B. 1964. Simultaneous determination of mercury and arsenic in biological and organic material by activation analysis. - Anal. Chem. 36: 814-819.
- Skaare, J.U., Tuveng, J.M., & Sande, H.A. 1988. Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in maternal adipose tissue, blood, milk and cord blood from mothers and their infants living in Norway. - Arch. Environ. Contam. Toxicol. 17: 55-63.
- Skaare, J.U. & Førdeid, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Organiske miljøgifter i hare og orrfugl 1991. - Veterinærinstituttet/Norges veterinærhøgskole, Fellesavdeling for farmakologi og toksikologi, Oslo. Programrapport 28: 1-6.

- Tanabe, S., Kannan, N., Subramanian, An., Watanabe, S. & Tatsukawa, R. 1987. Highly toxic coplanar PCB's: Occurrence, source, persistency and toxic implications to wildlife and humans. - Environ. Pollut. 47: 147-163.
- Tømmeraas, P.J. 1993. Konsekvendundersøkelser på rovfugl og kråkefugl i Alta-Kautokeino-og Reisavassdragene. Årsrapport 1992. - Notat fra Zoologisk avdeling 1993,1: 1-35.
- Temple, S. A. 1972. Chlorinated hydrocarbon residues and reproductive success in eastern North American merlins. - Condor 74: 105-106.
- Ulfstrand, S. & Høgstedt, G. 1976. Hur många fåglar häckar i Sverige? - Anser 15: 1-32.
- Wallin, K. 1984. Decrease and recovery patterns of some raptors in relation to the introduction and ban of alkyl-mercury and DDT in Sweden. - Ambio 13: 263-265.
- Watson, J. 1979. Food of merlins nesting in young conifer forest. - Bird Study 26: 253-258.
- Österlöf, S. 1977. Migration, wintering areas, and site tenacity of the European Osprey *Pandion h. haliaetus* (L.). - Ornis Scand. 8: 61-78.

Rapporter utgitt innen terrestrisk overvåkingsprogram (TOV)

- Løbersli, E.M. 1989. Terrestrisk naturovervåking i Norge. DN-rapport nr. 8.
- 1 Fremstad, E. (red.). 1989. Terrestrisk naturovervåking. Rapport fra nordisk fagmøte 13. - 14.11. 1989. NINA Notat nr. 2.
 - 2 Holten J., Kålås, J.A. & Skogland, T. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Forslag til overvåking av vegetasjon og fauna. NINA Oppdragsmelding nr. 24.
 - 3 Heggberget, T.M. & Langvatn, R. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Bruk av fallvilt i miljøprøvebank. NINA Oppdragsmelding nr. 28.
 - 4 Alterskjær, K., Flatberg, K.I., Fremstad, E., Kvam, T. & Solem, J.O. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Etablering og drift av en miljøprøvebank. NINA Oppdragsmelding nr. 25.
 - 5 Sandvik, J. & Axselsen, T. 1992. Bestandsovervåking av trekkfugl ved fangst og trekkteinger. Belyst ved materiale innsamlet ved Jomfruland Fuglestasjon og Mølen Ornitologiske Stasjon. Naturundersøkelser A.S. (stensil).
 - 6 Nygård, T. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Rovfugl som indikatorer på forurensning i Norge. Et forslag til landsomfattende overvåking. NINA Utredning nr. 21.
 - 7 Kålås, J.A., Fiske, P. & Pedersen, H.C. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av miljøgiftbelastninger i dyr. NINA Oppdragsmelding nr. 37.
 - 8 Hilmo, O. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i referanseområder, Børgefjell 1990. DN-notat 1991-4.
 - 9 Nybø, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Tungmetaller og aluminium i pattedyr og fugl. DN-notat 1991-9.
 - 10 Hilmo, O. & Wang, R. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Solhomfjell - 1990. DN-notat 1991-6.
 - 11 Johnson, P. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Maur i skogovervåking: Økologi og metoder, UiB (stensil).
 - 12 Bruteig, I.E. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende lavkartlegging på furu 1990. DN-notat 1991-8.
 - 13 Frogner T. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Jordforsurningsstatus 1990. Norsk inst. for skogforskning. (stensil).
 - 14 Jenssen, A. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Jordovervåking i Solhomfjell og Børgefjell 1990. Norsk institutt for skogforskning. (stensil).
 - 15 Brattbakk, I., Høyland, K., Økland, R.H., Wilmann, B. & Engen, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990 i Børgefjell og Solhomfjell. - NINA Oppdragsmelding nr. 91.
 - 16 Frisvoll, A.A. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Nitrogen i mose fra Agder og Trøndelag. NINA Oppdragsmelding nr. 80.
 - 17 Strand, O. & Skogland, T. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Metodeutvikling for overvåking av fjellrev. (stensil)
 - 18 Spidsø, T.K. & Pedersen, H.C. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Bestands- og reproduksjonsovervåking av hare. NINA Oppdragsmelding nr. 62.
 - 19 Bruteig, I.E. 1990. Landsomfattende kartlegging av epifyttisk lav på furu, Manual. Universitetet i Trondheim, botanisk institutt. (stensil). (Rapporten har ikke TOV-nummer).
 - 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 nr. 85.
 - 21 Løken, A. 1990. Terrestrisk naturovervåking - Moser. En kjemisk analyse. Universitetet i Trondheim, Inst. for uorg. kjemi, NTH og botanisk avd. Vitenskapsmuseet. (stensil.) (Rapporten har ikke TOV-nummer).
 - 22 Joranger, E. & Røyset, O. 1991. Overvåking av nedbør og nedbørkjemi i referanseområder Børgefjell og Solhomfjell 1990. Norsk institutt for luftforskning. NILU OR: 31/91.
 - 23 Kvamme, H. 1991. Rapport for forprosjekt "Undersøkelser av stammelav på fjellbjørk". Norsk institutt for jord- og skogkartlegging. (stensil). (Rapporten har ikke TOV-nummer).
 - 24 Kålås, J.A., Framstad, E., Fiske, P., Nygård, T. & Pedersen, H.C. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Metodemanual, smågnagere og fugl. NINA Oppdragsmelding nr. 75.
 - 25 Fremstad, E. 1990. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1990. NINA Oppdragsmelding nr. 42.
 - 26 Fremstad, E. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1991. NINA Oppdragsmelding nr. 83.
 - 27 Økland, R. & Eilertsen, O. 1993. Vegetation environment relationships and boreal coniferous forest in the Solhomfjell area, Gjerstad, S Norway. Sommerfeltia, 16: 1-254. Oslo. ISBN 827420-018-7.

- 28 Skåre, J.U. & Føreid, S. 1991. Terrestrisk naturovervåking. Organiske miljøgifter i hare og orrfugl. Fellesavdelingen for farmakologi og toksikologi Veterinærinstituttet/Norges veterinærhøgskole. (stensil).
- 29* Nybø S. 1992. Terrestrisk naturovervåkingsprogram. Sammen drag av resultater fra 1990. DN-rapport 1992-3.
- 29 Jenssen, A. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1991. Norsk institutt for skogforskning, 9/92
- 30 Joranger, E. & Røyset, O. 1992. Program for terrestrisk naturovervåking. Overvåking av nedbørkjemi i Børgefjell, Solhomfjell, Lund og Åmotsdalen 1990/91. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR: 58/92.
- 31 Hilmo, O. & Wang, R. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Lund og Åmotsdalen - 1991. DN-notat 1992-3.
- 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 Oppdragsmelding nr. 132.
- 33 Brattbakk, I. Gaare, E., Hansen, K.F. & Wilmann, B. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking i Åmotsdalen og Lund 1991. NINA Oppdragsmelding nr. 131.
- 34 Bruteig, I. & Øien, D-I. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av epifyttisk lav i fjellbjørkeskog. Manual. Universitetet i Trondheim, botanisk institutt. (stensil).
- 35 Wegener, C., Hansen, M & Bryhn Jacobsen, L. 1992. 1992. Vegetasjonsovervåking på Svalbard 1991. Effekter av reinbeite ved Kongsfjorden, Svalbard. Norsk polarinstitutt. Meddelelser nr. 121.
- 36 Kålås, J. A. & Lierhagen, S. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Metallbelastninger i lever fra hare, orrfugl og lirype i Norge. NINA Oppdragsmelding 137.
- 37 Fremstad, E. 1992. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking 1992. NINA Oppdragsmelding 148.
- 38 Hilmo, O., Bruteig, I.E. & Wang, R. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Lavkartlegging i Møsvatn-Austfjell 1992. ALLFORSK, AVH.
- 39 Brattbakk, I. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Vegetasjonsovervåking i Møsvatn - Austfjell 1992. NINA Oppdragsmelding 209.
- 40 Kålås, J.A. & Framstad, E. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Smågnagere, fugl og næringskjedestudier i Børgefjell, Åmotsdalen, Møsvatn - Austfjell, Lund og Solhomsfjell 1992. NINA Oppdragsmelding nr. 221.
- 41 Nygård, T., Jordhøy, P. & Utne Skaare, J. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Landsomfattende kartlegging av miljøgifter i dvergfalk. NINA Oppdragsmelding nr. 232.
- 42 Tørseth, K. & Røyset, O. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av nedbørkjemi i Ualand, Solhomfjell, Møsvatn, Åmotsdalen og Børgefjell, 1992. Norsk institutt for luftforskning, NILU OR 13/93.
- 43 Jensen, A & Frogner, T. 1993. Terrestrisk naturovervåking. Overvåking av jord og jordvann 1992. Norsk institutt for skogforskning, NISK x/93.
- 44 Gaare, Eldar 1993. Terrestrisk naturovervåking. Radiocesium-målinger i planter, vegetasjon og rein fra Børgefjell, Dovre-Rondane og Møsvatn-Austfjell 1992. NINA Oppdragsmelding nr. 230.
- 45 Hannisdal, A. & Myklebust, I 1993. Terrestrisk naturovervåking. Sammendrag av resultater fra 1990 - 1993. DN-rapport 1993 - x.

Brosjyrer/foldere

- * Terrestrisk naturovervåking i Norge. Rapportsammendrag (Bok-mål), Direktoratet for naturforvaltning (DN).
 - * Vi holder øye med naturen (Bokmål/Engelsk), DN.
 - * Vi holder øye med Børgefjell. Resultater 1990, DN.
 - * Vi holder øye med Solhomfjell. Resultater 1990 og 1991, DN.
- Henvendelser vedrørende rapportene rettes til utførende institusjoner.

232

nina
oppdrags-
melding

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0399-5

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel. 73 58 05 00