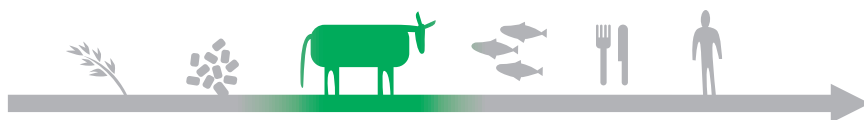


Nivåer av tungmetaller, rottegifter og organiske miljøgifter i norske hubroer fra 1998-2014



Nivåer av tungmetaller, rottegifter og organiske miljøgifter i norske hubroer fra 1998-2014

Innhold

Sammendrag	3
Tungmetaller.....	5
Rottegifter.....	7
Organiske miljøgifter	10
Relevante lenker	13
Referanser	14

Forfattere

Knut Madslie, Veterinærinstituttet
Turid Vikøren, Veterinærinstituttet
Morten Sandvik, Veterinærinstituttet
Robin Ørnsrud, NIFES
Jan Vidar Torget, NMBU Veterinærhøgskolen
Jan Lyche, NMBU Veterinærhøgskolen
Cecilie Mejdell, Veterinærinstituttet
Aksel Bernhoft, Veterinærinstituttet

Oppdragsgiver

Fylkesmannen i Nordland



Handlingsplan for Hubro

Foto forside © Mia Husdal

ISSN 1890-3290

© Veterinærinstituttet 2017

Sammendrag

Hubro er vår største ugle og var fram til slutten av 1800-tallet en vanlig hekkefugl i landet. Jakt resulterte i at arten gikk kraftig tilbake og tilbakegangen har fortsatt selv om arten ble fredet i 1971. I dag er hovedutbredelsen langs kysten fra Vest-Agder til Nordland og det siste estimatet ligger på 450-680 par i hele landet.

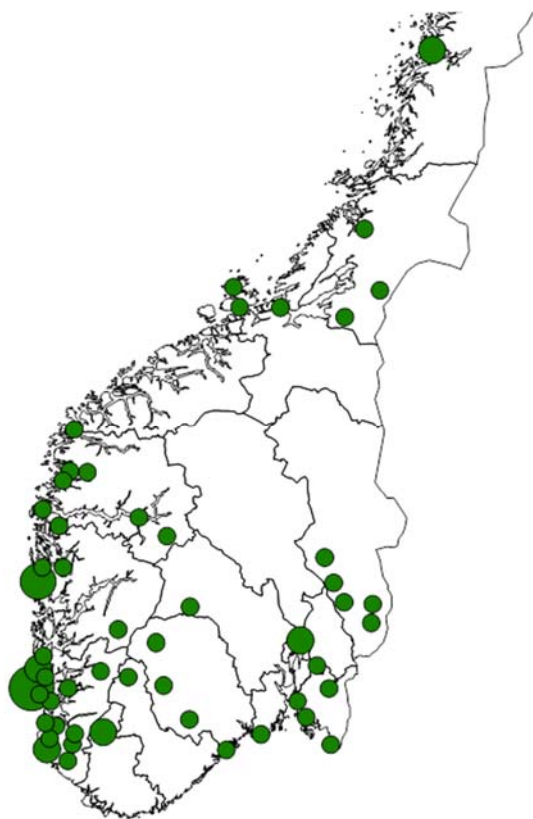
I handlingsplanen for hubro er en rekke faktorer nevnt som har eller kan ha, negativ påvirkning på leveområdene, reproduksjonen og overlevelsen hos arten. Miljøgifter er vurdert som en av disse faktorene, men foreløpig er det mangelfull kunnskap om påvirkningen av miljøgifter hos hubro i Norge.

Veterinærinstituttet overvåker helsesituasjonen til ville dyr gjennom obduksjoner og laboratorieanalyser av syke og døde dyr ifra hele landet. I tillegg samler vi inn vevsmateriale (blod/organer) fra ville dyr for forskning på sykdommer og miljøgifter, og lagrer biologisk materiale i biobank for fremtidig forskning innen vilthelse.

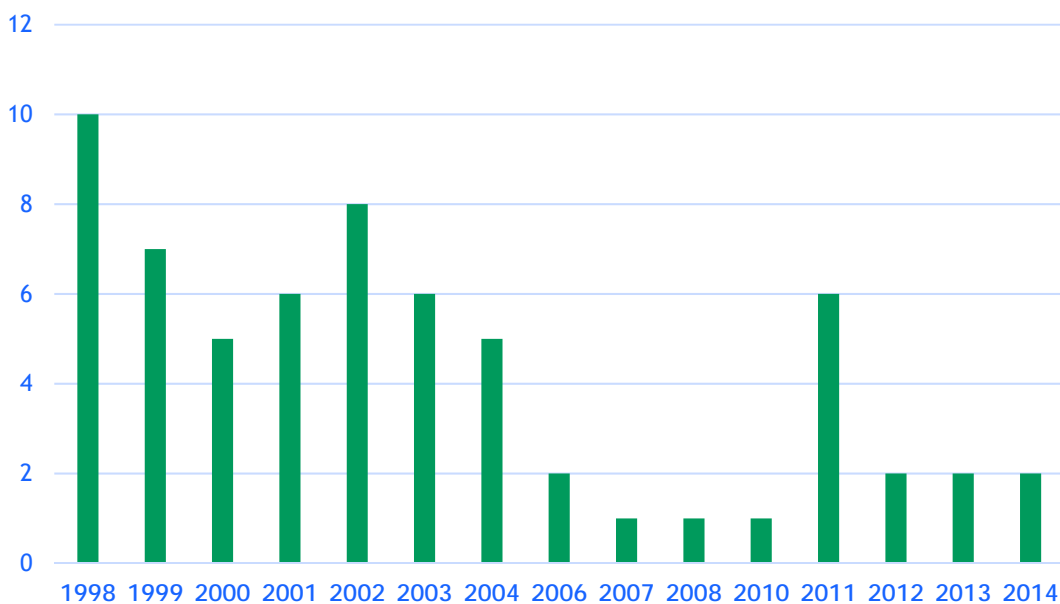
Miljøtoksikologisk laboratorium ved NMBU Veterinærhøgskolen, Campus Adamstuen, arbeider hovedsakelig med forskningsprosjekter og rutineanalyser av miljøgifter i biologiske prøver. Laboratoriet er akkreditert, og samarbeider med mange av landets forskningsinstitusjoner, både med forskning og analyser.

Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES) forsker på ernæring til fisk og hvordan konsum av fisk og sjømat virker på helsen vår. Laboratoriet er akkreditert etter standarden ISO 17025 og utfører laboratorieanalyser, inkludert metallanalyser, av en rekke ulike prøvematriks.

Denne rapporten oppsummerer resultatene for analyser av tungmetaller, rottegifter (antikoagulanter) og organiske miljøgifter i leverprøver fra 64 norske hubroer, innsamlet i Norge i perioden 1998 til 2014 (Figur 1 - 2).



Figur 1. Geografisk utbredelse av 64 hubro som inngår i denne studien. Hver fylte sirkel representerer en fugl og økende størrelse på sirklene representerer flere individer fra samme kommune (opptil fire fugler fra én kommune)



Figur 2. Antall hubroer som er analysert, fordelt på innsamlet årstall

Hubroene, som kommer fra hele landet til og med Helgelandskysten, ble obdusert og leverprøver lagret av viltpatologer ved Veterinærinstituttet i Oslo. Fuglene ble hovedsakelig innsendt fra autoriserte preparanter, som er pliktige til å sende inn skroten av fugler de stopper ut til Veterinærinstituttet for undersøkelse med tanke på dødsårsak.

Analysene for tungmetaller ble utført ved NIFES, rottegifter ved Seksjon for Kjemi og Toksikologi, Veterinærinstituttet og organiske miljøgifter ved Miljøtokslaboratoriet, NMBU Veterinærhøyskolen.

Vi fant generelt lave konsentrasjoner av tungmetaller, men enkelte fugler hadde forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv og bly.

Det ble påvist kvantifiserbare konsentrasjoner av rottegifter i 78 % av fuglene og mellom en og fire ulike rottegifter ble påvist i hvert individ. Bromadiolon ble hyppigst påvist.

Konsentrasjonene av organiske miljøgifter i hubroene var generelt høye og høyere for flere av miljøgiftgruppene sammenliknet med flere tidligere studier på villfugler. Enkelte individer hadde svært høye konsentrasjoner av miljøgifter noe som trolig avspeiler at disse fuglene har levd på toppen av den marine næringskjeden og blitt belastet via byttedyr som sjøfugl.

Analysene av fluorinerte forbindelser (PFAS) er ikke sluttført, men preliminnære resultater viser tilstedeværelse av PFAS i flere av fuglene.

Analysen av fenoler er under arbeid og resultatene fra disse analysene vil bli ettersendt ved ferdigstilling.

Tungmetaller

Bakgrunn

Bly, kadmium og kvikksølv er eksempler på giftige tungmetaller, og disse grunnstoffene har ingen kjent biologisk funksjon i kroppen. En tidligere studie av hubro, innsamlet i Norge mellom 1965-1976, viste betydelig belastning med kvikksølv hos de undersøkte fugene (Holt et al., 1979).

Blyforgiftning er en kjent problemstilling hos en rekke fuglearter og er blant annet rapportert fra Nord-Amerika og Europa. Symptomene hos blyforgiftede fugler kan variere, men avmagring, apati, anemi og grønnlig diaré er vanlig forekommende hos affiserte fugler. En omfattende studie av havørn (*Haliaeetus albicilla*) i Finland viste at blyforgiftning var den viktigste dødsårsaken og utgjorde 30 % av dødeligheten (Isomursu, 2014). Tilsvarende ble det funnet 14 % blyrelatert dødelighet hos svenske havørner (Helander, 2009).

Veterinærinstituttet har i en årrekke diagnostisert blyforgiftning hos svaner forårsaket av opptak av blyhagl eller blyøkker fra sedimenter under næringssøk. Blyforgiftning er også påvist hos viltlevende arter av and og gås. Det finnes imidlertid svært lite data når det gjelder blyforgiftning og -belastning hos norske rovfugler.

Veterinærinstituttet laget i 2015 en rapport til Stortingets Energi- og miljøkomité om blynivået i et utvalg av norske rovfugler (Madslie og medarbeidere, 2015). Leverprøver fra 116 kongeørn, 115 havørn og 37 jaktfalk, innsamlet fra hele landet i perioden 1973-2014 ble undersøkt. Analysene viste kvantifiserbare konsentrasjoner ($> 0,040 \mu\text{g/g}$) bly i leveren hos 95 % av rovfuglene i studien. Blykonsentrasjoner forenlig med akutt blyforgiftning ($> 15 \mu\text{g/g}$ tørrvekt (tv), tilsvarende $> 3 \mu\text{g/g}$ våtvekt (vv)) ble påvist hos 7 % (kongeørn), 3 % (jaktfalk) og 1 % (havørn) av rovfuglene, totalt 4 %. Videre ble det funnet blybelastning (3 - $15 \mu\text{g/g}$ tv, tilsvarende 1 - $5 \mu\text{g/g}$ vv) hos 15 % (kongeørn), 7 % (havørn) og 5 % (jaktfalk).

I 1991 ble det forbudt å bruke blyholdig hagleammunisjon ved jakt i våtmark, mens et totalforbud ble innført i 2005. I 2015 vedtok Stortinget, på tross av sterke faglige innvendinger fra de biologiske- og veterinærmedisinske fagmiljøene, å tillate bruk av blyhagl utenfor våtmarksområder og skytebaner.

På bakgrunn av funnene av bly hos kongeørn, havørn og jaktfalk, samt mangel på kunnskap om dagens nivå av andre tungmetaller, ønsket Veterinærinstituttet å undersøke konsentrasjonene av tungmetaller hos norske hubroer.

Metode

Frysetørket materiale fra leverprøve av hubro ble brukt til bestemmelse av metaller (bly, kvikksølv, kadmium og arsen). Prøvene ble homogenisert, veid, frosset, og vannet trukket ut med vakuum ved at is går direkte over til damp. Prøven ble deretter syreoppløst for å frigjøre metaller. Metoden baserer seg på dekomponering av prøven i salpetersyre og hydrogenperoksid og oppvarming i mikrobølgeovn (Milestone-MLS-1200). Målingene ble gjort vha induktiv koplet plasma-massespektrometer (ICPMS, Agilent 7500c).

Ekstern kalibrering (standardkurve) ble brukt til kvantitativ bestemmelse av metaller med rodium som intern standard for å korrigere for eventuell drift i instrumentet. Metoden er akkreditert og riktighet og presisjon for metallbestemmelsene blir rutinemessig bestemt ved analyser av sertifisert referansemateriale (SRM) og ved deltagelse i sammenlignende laboratorieprøvinger.

Resultater og diskusjon

Kvikksølv ble funnet i konsentrasjoner som varierte fra 0,035 til 10,0 µg/g lever (vv) og medianverdien var 1,15 µg/g. Fire av fuglene hadde kvikksølvkonsentrasjon over 5 µg/g.

Det er påfallende lik konsentrasjonsspredning (<0,1-9,7 µg/g vv) og medianverdi (1,3 µg/g) som Holt og medarbeidere (1979) fant i lever fra 13 hubro som var funnet i Norge mellom 1965 og 1976. Dette kan indikere at kvikksølvbelastningen hos den norske hubropopulasjonen har vært relativt uendret gjennom 30-40 år. Det må imidlertid bemerkes at antallet hubro i den tidligere undersøkelsen var lavt. Studien til Holt og medarbeidere inkluderte også andre uglearter, og samlet resultat for 57 ugler viste en medianverdi av kvikksølv på 0,5 µg/g lever, men samme spredning som for hubroene. Dette viser at hubro lå relativt høyt i kvikksølv, men hadde stor individuell spredning.

Bly ble funnet i konsentrasjoner fra <0,01-2,2 µg/g lever vv, med medianverdi 0,027 µg/g. Kun én prøve hadde blykonsentrasjon over 1 µg/g som indikerer en viss toksisk blybelastning for fuglen. Ingen hubroer hadde blykonsentrasjon over 5 µg/g som indikerer blyforgiftning.

Hubro hadde lavere blykonsentrasjoner enn de vi har påvist hos norske kongeørn, havørn og jaktfalk (manuskript under bearbeiding for publisering). Tidligere tungmetallundersøkelser av rovfugler og ugler i Norge har ikke inkludert blyanalyser.

Nivåene av kadmium (konsentrasjonsspredning <0,003-0,54 µg/g) og arsen (konsentrasjonsspredning <0,003-0,79 µg/g) var lave i leverprøvene og har ikke utgjort noen toksisk belastning for hubroene.

Rottegifter

Bakgrunn

Det finnes flere ulike typer muse- og rottegifter, men de mest vanlige er de som inneholder blodfortynnende stoffer, med en fellesbetegnelse kalt antikoagulanter. Disse giftstoffene hemmer blodets koagulering («levring») ved å hemme vitamin K-avhengige enzymer og den dødelige effekten hos smågnagerne (og andre dyr) er forblødning. De virkestoffene som brukes på det norske markedet er derivater av kumarin.

Warfarin var den første kumarin-forbindelsen som ble tatt i bruk som rottegift og denne, samt et par andre lignende forbindelser, ble etter hvert kalt *førstegenerasjons* antikoagulerende muse- og rottegifter. Hos mus og rotte har warfarin og andre førstegenerasjons-stoffer en moderat toksisitet og dyret trenger vanligvis flere eksponeringer for at effekten skal være dødelig (Vandenbroucke et al., 2008).

Etter noen år ble det utviklet mer potente forbindelser med lengre utskillelsestid hos smågnagerne. De nye preparatene var mer giftige enn warfarinene og ble kalt superwarfariner (SW) eller *annengenerasjons* antikoagulerende muse- og rottegifter.

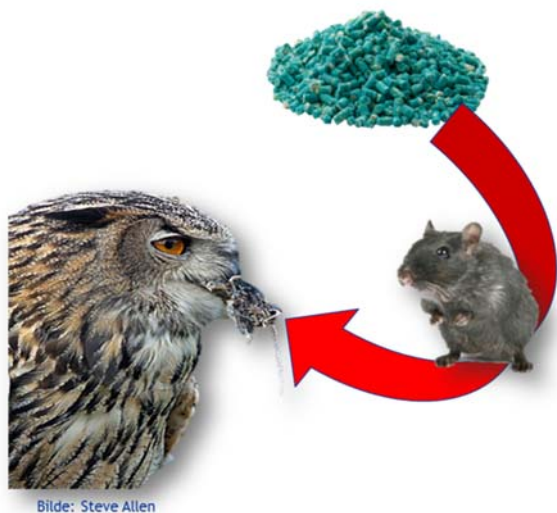
Antikoagulerende muse- og rottegifter av warfarin-typen har historisk blitt mye benyttet i Norge, men mulig eksponering og effekter hos andre dyrearter har vært lite studert. Superwarfariner kan persistere både i dyr og i miljøet over lang tid og dermed utgjøre en potensiell helse-trussel ved eksponering hos villevende rovpattedyr i Norge.

Eksponering for antikoagulanter hos rovfugler

En tidligere norsk studie av hubro viste spor av SW i leveren hos 63 % (5/8) av individene som ble undersøkt (Langford et al, 2013). På bakgrunn av Langfords oppsiktsvekkende resultat ønsket Veterinærinstituttet å analysere et større antall hubroer for å avdekke om rottegifter var utbredt hos denne arten på et nasjonalt nivå.

Hubroer er høyt oppe i næringskjeden og det finnes flere muligheter, både utilsiktete og tilsiktete, for eksponering av antikoagulanter hos disse fuglene.

En indirekte og utilsiktet eksponering kan skje ved at hubroene spiser smågnagere som er døde eller svekket av inntak av antikoagulanter (Cox et al, 1992) (Figur 3).



Figur 3. Eksponering for rottegifter hos hubro (sekundær/«non-target») via inntak av forgiftede smågnagere

Hubroene kan også eksponeres direkte ved å spise utlagte rottegifter i sin opprinnelige form, men dette antas å være lite aktuelt for disse fuglene med tanke på deres naturlige næringsvalg.

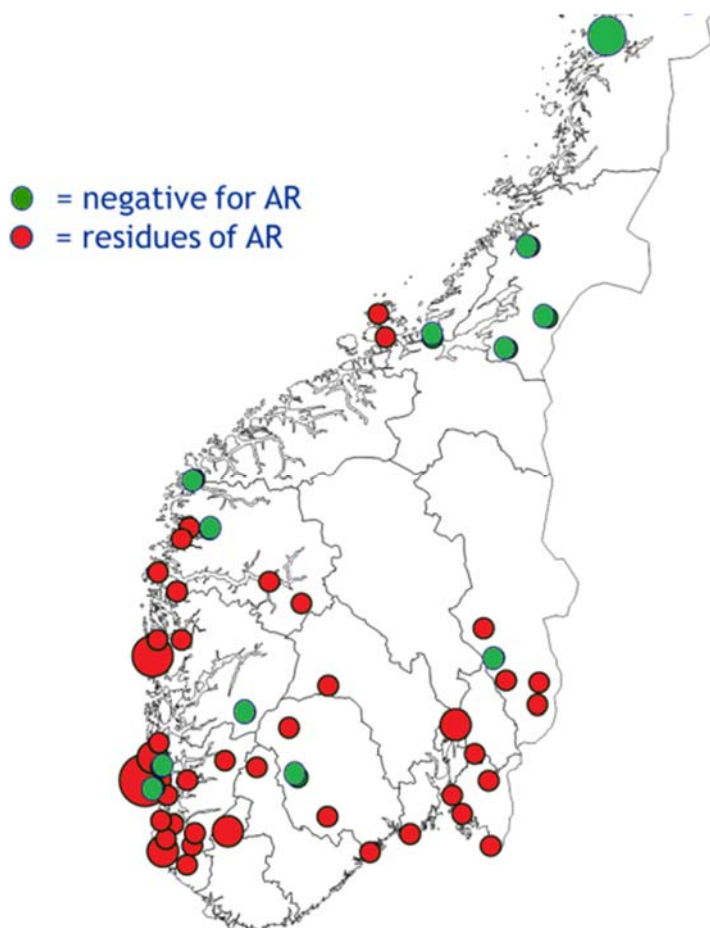
Metode

Analysene for rottegifter ble utført med metoden LC-MS (væskekromatografi med massespektrometri) ved på Seksjon for kjemi og toksikologi ved Veterinærinstituttet i Oslo. Følgende rottegifter inngikk i analyserepertoaret:

- warfarin, kumatetralyl (førstegenerasjons antikoagulanter)
- bromadiolon, brodifakum, difenakum, flukumafen (annengenerasjons antikoagulanter)

Resultater

Vi fant kvantifiserbare konsentrasjoner av rottegifter i 78 % (50/64) av hubroene (Figur 4). De positive prøvene var relativt jevnt fordelt utover landet, men rottegifter ble ikke påvist hos hubro fra de to nordligste fylkene i studieområdet (Nord-Trøndelag og Nordland).

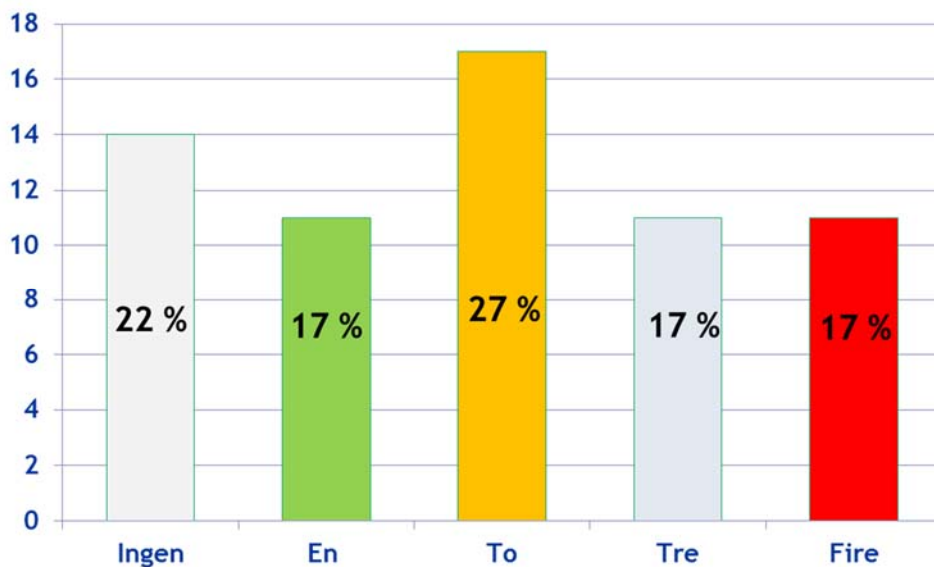


Figur 4. Geografisk fordeling av hubroer med spor av rottegifter (røde) og uten rottegifter (grønne).

Totalkonsentrasjonen av rottegifter var gjennomsnittlig 60 ng/g (våtvekt) (71 SD), mens spennvidden i total mengde var 7-295 ng/g. Hos 25 % av hubroene var totalkonsentrasjonen av rottegiftene i leveren > 100 ng/g og dette er foreslått som en nedre grense for *potensiell* klinisk effekt eller død hos andre arter av rovfugler/ugler (Christensen et al, 2012).

Opptil fire ulike rottegifter ble påvist i enkelte individer og hovedsakelig ble det påvist annengenerasjons rottegifter (Figur 5). De tre hubroene med førstegenerasjons rottegifter (warfarin 1/64 og koumatetralyl 2/64) hadde også annengenerasjons rottegifter i kroppen.

Bromadiolon ble påvist i 98 % av de positive leverprøvene. Videre ble brodifakum påvist i 56 %, difenakum i 42 % og flokumafen i 38 % av de positive leverprøvene.



Figur 5. Antall ulike typer rottegifter påvist i prosentvis fordeling av hubroene

Vurdering av resultatene

Våre resultater viser at 78 % av hubroene hadde kvantifiserbare mengder av rottegifter i leveren. Resultatene forsterker derfor bekymringen for konsekvensene av rottegifter i den norske hubropopulasjonen. Om konsentrasjonene av rottegifter som vi har påvist har forårsaket kliniske symptomer eller død hos hubroene er usikkert. Her er kunnskapsgrunnlaget for lite.

Et viktig poeng er at en lavgradig, subletal (ikke-dødelig), belastning med rottegifter kan medføre blødninger til indre organer. For eksempel vil små blødninger til ulike ledd kunne medføre smerter og nedsatt funksjonalitet, som igjen kan medføre at jaktsuksessen vil reduseres. Tilsvarende kan blødninger til f.eks øyne redusere synsevnen og blødninger i hjernen påvirke atferden, og dermed hemme jakten på byttedyr. Felles for disse *mulige* konsekvensene av belastning med rottegifter er at hubroen ikke klarer å skaffe seg tilstrekkelig mat og dermed sulte.

Våre obduksjoner viser at en høy andel av fuglene var avmagret. Årsaken til avmagring er multifaktoriell, men tilstrekkelig forekomst av byttedyr i habitatet og en god helsetilstand for en rovfugl som hubroen er definitivt viktig. Hubroen spiser mange forskjellige byttedyr og det er derfor liten grunn til tro at en generell nedgang i forekomst og antall av alle aktuelle byttedyr vil være den primære årsaken til nedgangen i hubrobstanden de siste tiårene.

Organiske miljøgifter

Bakgrunn

Mange av de organiske miljøgiftene vi kjenner til, har vært i produksjon fra første halvdel av 1900-tallet (PCBer og pesticider som DDT), men på grunn av økende restriksjoner har både produksjon og bruk av disse stoffene avtatt de siste tiårene (Breivik et al., 2002).

Nyere stoffer derimot, som bromerte flammehemmere og fluorforbindelser, har først i senere tid eller ennå ikke havnet under den samme strenge reguleringen, og flere studier viser økende konsentrasjoner av slike forbindelser i miljøet (Gjershaug et al., 2008, Ahrens et al., 2011).

Den generelle bekymringen for alle disse miljøgiftene er at de er persistente (at de brytes svært sakte ned), akkumuleres oppover i næringskjedene og at de utgjør en risiko for alvorlig skade på mennesker og naturmiljøet. Mange studier har vist at alle gruppene av disse miljøgiftene kan føre til en rekke negative effekter hos dyr og mennesker (Letcher et al., 2010). Resultatene fra våre analyser av hubro er derfor viktige for forvaltningen av hubro i årene som kommer.

Metode

Lever fra 64 hubroer ble analysert for organiske miljøgifter. Miljøgiftene som rapporteres her er HCB, HCH: α -HCH, β -HCH, γ -HCH, klordaner: oksyklordan, trans-klordan, cis-klordan, trans-nonaklor, Mirex, DDT: p,p'-DDE, p,p'-DDD, o,p'-DDD, p,p'-DDT, o,p'-DDT, PCB: PCB-47, PCB-52, PCB-56, PCB-66, PCB-74, PCB-87, PCB-99, PCB-101, PCB-105, PCB-110, PCB-114, PCB-118, PCB-128, PCB-136, PCB-137, PCB-138, PCB-141, PCB-149, PCB-151, PCB-153, PCB-156, PCB-157, PCB-170, PCB-180, PCB-183, PCB-187, PCB-189, PCB-194, PCB-196, PCB-199, PCB-206, PCB-209, BDE: BDE-28, BDE-47, BDE-99, BDE-100, BDE-153, BDE-154, BDE-183, BDE-206, BDE-207, BDE-208, BDE-209, andre BFR: HBCDD, PBT, PBEB, DPTE, HBB, BTBPE, PFCA: PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFuDA, PFDoA, PFTTrDA, PFTeDA.

Analyse av fluorinerte forbindelser (PFAS) og fenoler er under arbeid. Preliminære resultater av fluorforbindelser vil bli presentert. Endelige resultater av PFAS og fenoler vil ikke bli presentert i denne rapporten.

Alle analyser har blitt gjennomførte på Miljøtoksikologisk laboratorium ved NMBU Campus Adamstuen, Veterinærhøgskolen.

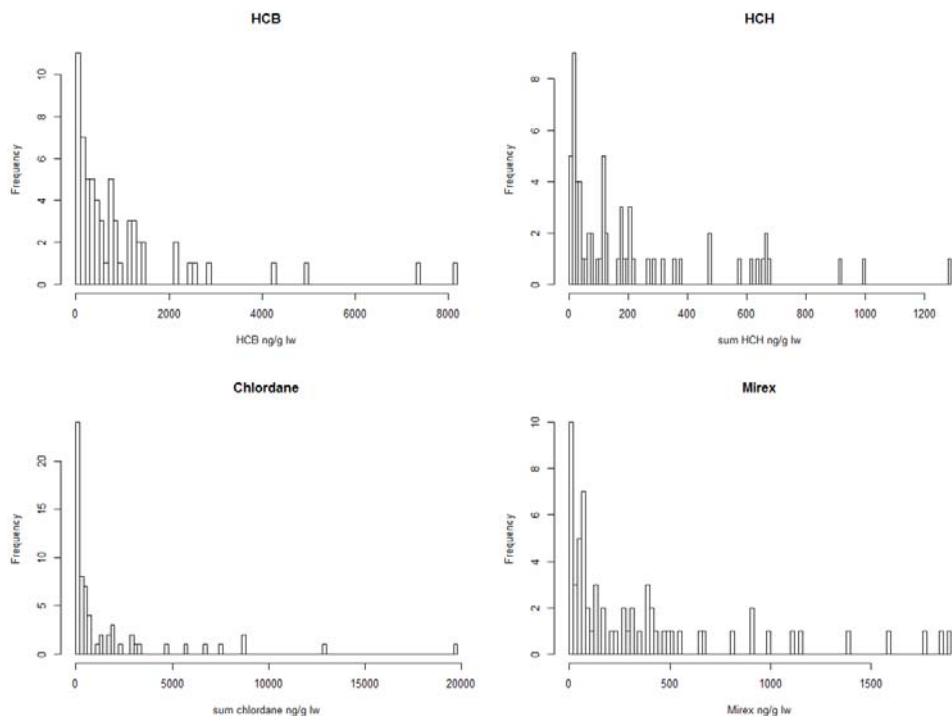
Resultater

Tabell 1. Sum av hver enkelt gruppe miljøgifter pr. individ. Verdiene er presentert som ng/g lipidvekt.

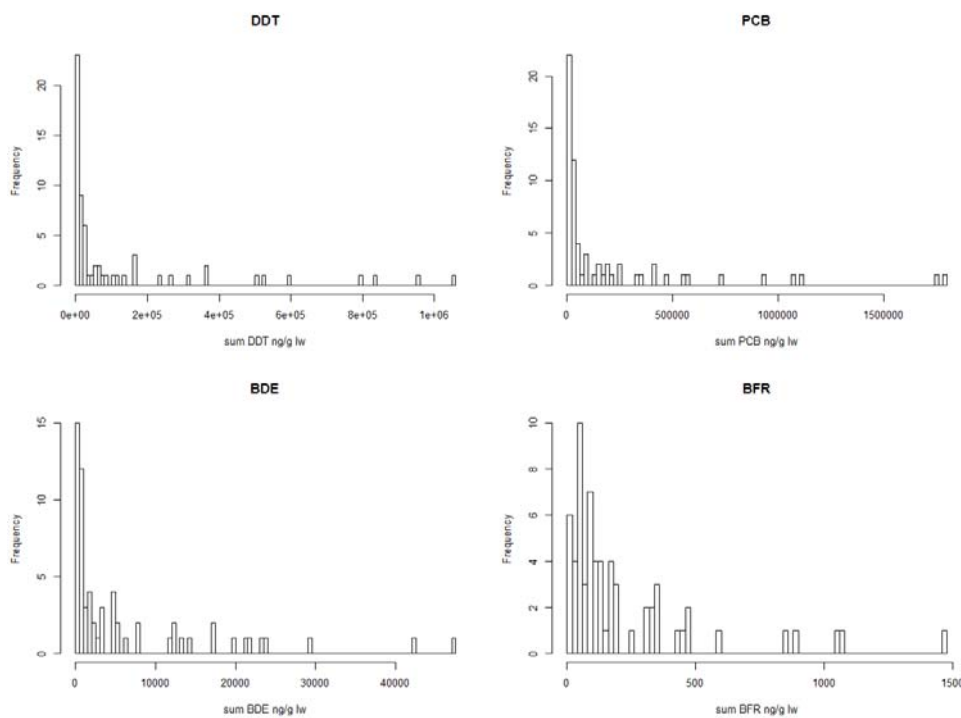
	HCB	Σ HCH	Σ Klordan	Mirex	Σ DDT	Σ PCB	Σ BDE	Σ BFR	Σ PFCA
Mean	1.026	217	1.759	380	133.368	207.088	6.509	221	40
Median	524	112	389	175	19.797	35.216	1.857	112	27
Min.	0,089	0,36	0,35	0,25	201	562	31	5,2	4,8
Max.	8.152	1.289	19.718	1.888	1.054.621	1.798.653	47.365	1.465	191

Konsentrasjonene som er funnet, er generelt høye (Tabell 1). Det er særlig enkelte individer som trekker opp *gjennomsnittet*, og dette indikerer at disse fuglene har vært på toppen av den marine næringskjeden. Men *medianverdien* ligger også høyt for de fleste miljøgiftene, noe som viser at det er relativt mange individer med svært høye konsentrasjoner (Figur 6 - 7).

Sammenliknet med tidligere studier på fugl viser resultatene svært høye konsentrasjoner for flere av miljøgiftgruppene. Σ PCB, Σ DDT og Σ BDE er høyere enn i havørn fra vestkysten av Grønland (Jaspers et al., 2013b). Σ DDT og Σ BDE er høyere enn i tårnugler, mens alle giftgrupper er høyere enn i hornugler fra Belgia (Jaspers et al., 2006). En av fluorforbindelsene, PFOA, var lavere enn i tårnugler fra Belgia (Jaspers et al., 2013a). Flere av fluorforbindelsene var høyere enn i egg fra en tidstrend av kattugler fra Norge (Ahrens et al., 2011).



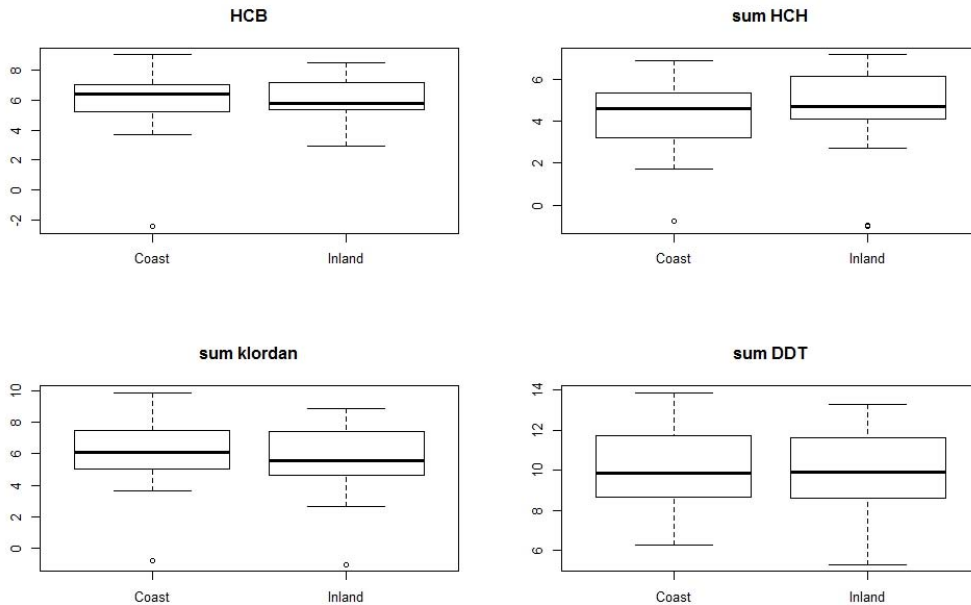
Figur 6. Histogram av fire grupper miljøgifter, HCB, HCH, klordan-forbindelser og Mirex. Frekvensen på y-aksen er antall individer, x-aksen viser konsentrasjon til sum av alle komponenter i gruppen, presentert som ng/g lipidvekt.



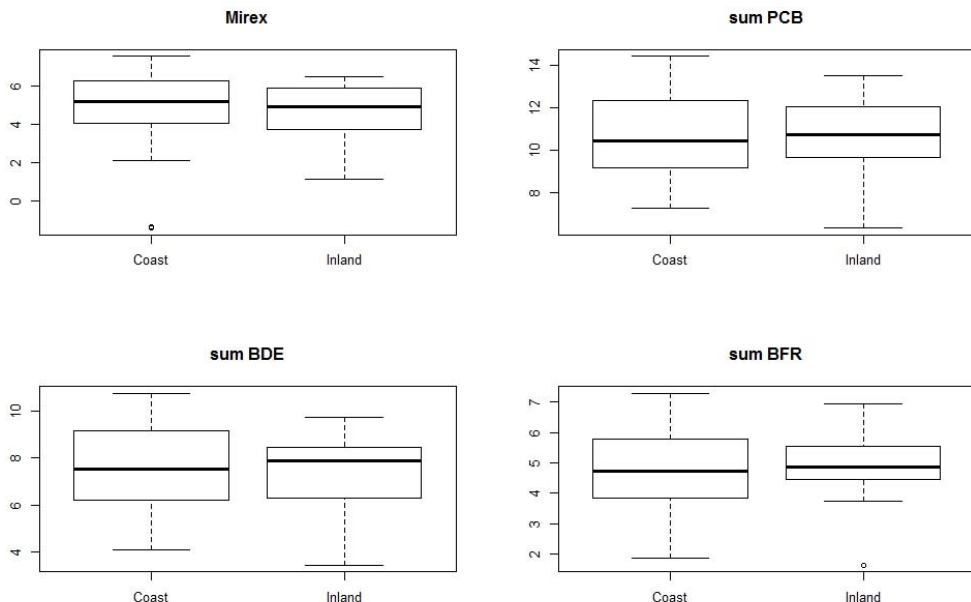
Figur 7. Histogram av fire grupper miljøgifter, DDT, PCB, BDE og BFR. Frekvensen på y-aksen er antall individer, x-aksen viser konsentrasjon til sum av alle komponenter i gruppen, presentert som ng/g lipidvekt.

Den geografiske fordelingen av miljøgiftene viser at fugler fra Vestlandet og til dels Østlandet generelt har høyere konsentrasjoner, sammenliknet med fugler fra andre regioner. Det er også fra disse to områdene de fleste fuglene var lokalisert.

Det er også forventet at de fleste fuglene fra kystnære strøk vil ha kontakt med den marine næringskjeden og dermed ha større potensial til å akkumulere miljøgifter sammenliknet med fugler kun tilknyttet den terrestriske næringskjeden (Figur 8 - 9). Det forventes også å finne høyere konsentrasjoner i dyr som lever tettere på urbane områder, sammenliknet med dyr som lever mer ruralt



Figur 8. Boxplot av fire grupper miljøgifter, HCB, HCH, klordan-forbindelser og Mirex. Y-aksen viser log-transformerte verdier av konsentrasjonen av miljøgifter, x-aksen viser til gruppene kyst eller innland.



Figur 9. Boxplot av fire grupper miljøgifter, Mirex, PCB, BDE og BFR. Y-aksen viser log-transformerte verdier av konsentrasjonen av miljøgifter, x-aksen viser til gruppene kyst eller innland.

Våre resultater indikerer en svakt *synkende* trend i konsentrasjonen av klorerte forurensningsforbindelser gjennom studieperioden, men det er foreløpig ikke kontrollert om denne trenden er statistisk signifikant for de ulike analysegruppene.

De preliminnære resultatene for fluorforbindelsene indikerer en svakt *stigende* trend i konsentrasjonen gjennom studieperioden.

Flere studier på fugl rapporterer om ulike biologiske effekter som følge av eksponering for miljøgifter. Effektene kan for eksempel være forstyrrelser i hormonsystemet eller endringer i morfologi, som størrelse, asymmetri i vingelengde osv. Andre effekter kan være svekket immunsystem og endringer i arvemateriale (Verboven et al., 2010, Cesh et al., 2010, Fernie et al., 2006, Fernie et al., 2005, Bustnes et al., 2013, Bustnes et al., 2004, Krøkje et al., 2006).

Det finnes to vitenskapelige studier på organiske miljøgifter hos norsk hubro (Holt et al., 1979, Andresen, 2002) og det er ingen tvil om at de høye nivåene av organiske miljøgifter i vår studieperiode er interessante i seg selv. Resultatene er også svært interessante sett i sammenheng med andre faktorer, som nivåer av antikoagulanter, endringer i miljøet, og andre utfordringer hubroene må takle nå og i fremtiden.

Forkortelser

BDE	Brominerte difenyletere
BFR	Bromerte flammehemmere
BTBPE	1,2-bis(2,4,6-tribromfenoxy)etan
DDD	Diklorodifenyldikloretan
DDE	Diklorodifenyldikloretylen
DDT	Diklorodifenyiltrikloretan
DPTE	1,3,5-tribrom-2-(2,3-dibrompropoxy)benzen
HBB	Heksabrombenzen
HBCDD	Heksabromsyklododekan
HCB	Heksaklorobenzen
HCH	Heksaklorosykloheksan
PBEB	Pentabrometylbenzen
PBT	Pentabromtoluen
PCB	Polyklorinerte bifenyler
PFAS	Perfluorerte alkylforbindelser
PFCA	Perfluorerte karboksylsyrer
UiO	Universitetet i Oslo

Relevante lenker

www.vilthelse.no; www.vetinst.no

Referanser

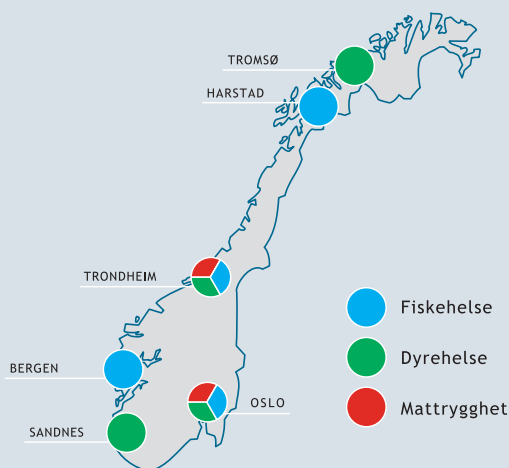
- AHRENS, L., HERZKE, D., HUBER, S., BUSTNES, J. O., BANGJORD, G. & EBINGHAUS, R. 2011. Temporal trends and pattern of polyfluoroalkyl compounds in tawny owl (*Strix aluco*) eggs from Norway, 1986– 2009. *Environmental science & technology*, 45, 8090-8097.
- ANDRESEN, S. A. 2002. *Klorerte hydrokarboner i hubro (Bubo bubo)*. Master, Universitetet i Oslo.
- BREIVIK, K., SWEETMAN, A., PACYNA, J. M. & JONES, K. C. 2002. Towards a global historical emission inventory for selected PCB congeners—a mass balance approach: 1. Global production and consumption. *Science of the Total Environment*, 290, 181-198.
- BUSTNES, J. O., BARDESEN, B. J., HERZKE, D., JOHNSEN, T. V., EULAERS, I., BALLESTEROS, M., HANSEN, S. A., COVACI, A., JASPERS, V. L., EENS, M., SONNE, C., HALLEY, D., MOUM, T., NOST, T. H., ERIKSTAD, K. E. & IMS, R. A. 2013. Plasma concentrations of organohalogenated pollutants in predatory bird nestlings: associations to growth rate and dietary tracers. *Environ Toxicol Chem*, 32, 2520-7.
- BUSTNES, J. O., HANSEN, S. A., FOLSTAD, I., ERIKSTAD, K. E., HASSELQUIST, D. & SKAARE, J. U. 2004. Immune Function and Organochlorine Pollutants in Arctic Breeding Glaucous Gulls. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 47, 530-541.
- CESH, L. S., ELLIOTT, K. H., QUADE, S., MCKINNEY, M. A., MAISONNEUVE, F., GARCELON, D. K., SANDAU, C. D., LETCHER, R. J., WILLIAMS, T. D. & ELLIOTT, J. E. 2010. Polyhalogenated aromatic hydrocarbons and metabolites: Relation to circulating thyroid hormone and retinol in nestling bald eagles (*Haliaeetus leucocephalus*). *Environ Toxicol Chem*, 29, 1301-10.
- CHRISTENSEN, T.K., LASSEN, P., ELMEROS, M. 2012. High Exposure Rates of Anticoagulant Rodenticides in Predatory Bird Species in Intensively Managed Landscapes in Denmark. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 63,437-444.
- COX, P., SMITH, R.H. Rodenticide ecotoxicology: Pre-lethal effects of anticoagulation on rat behaviour. 1992. *Proceedings of the Fifteenth Vertebrate Pest Conference*. Paper 86.
- FERNIE, K. J., LAIRD SHUTT, J., RITCHIE, I. J., LETCHER, R. J., DROUILLARD, K. & BIRD, D. M. 2006. Changes in the growth, but not the survival, of American kestrels (*Falco sparverius*) exposed to environmentally relevant polybrominated diphenyl ethers. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 69, 1541-1554.
- FERNIE, K. J., MAYNE, G., SHUTT, J. L., PEKARIK, C., GRASMAN, K. A., LETCHER, R. J. & DROUILLARD, K. 2005. Evidence of immunomodulation in nestling American kestrels (*Falco sparverius*) exposed to environmentally relevant PBDEs. *Environmental Pollution*, 138, 485-493.
- GJERSHAUG, J. O., KÅLÅS, J. A., NYGÅRD, T., HERZKE, D. & FOLKESTAD, A. O. 2008. Monitoring of raptors and their contamination levels in Norway. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 37, 420-424.
- HOLT, G., FRØSLIE, A., NORHEIM, G. 1979. Mercury, DDE, and PCB in the avian fauna in Norway 1965-1976. *Acta Veterinaria Scandinavica Supplementum*, 70, 1-28.
- JASPERS, V. L., COVACI, A., VOORSPOELS, S., DAUWE, T., EENS, M. & SCHEPENS, P. 2006. Brominated flame retardants and organochlorine pollutants in aquatic and terrestrial predatory birds of Belgium: levels, patterns, tissue distribution and condition factors. *Environ Pollut*, 139, 340-52.
- JASPERS, V. L., HERZKE, D., EULAERS, I., GILLESPIE, B. W. & EENS, M. 2013a. Perfluoroalkyl substances in soft tissues and tail feathers of Belgian barn owls (*Tyto alba*) using statistical methods for left-censored data to handle non-detects. *Environ Int*, 52, 9-16.
- JASPERS, V. L., SONNE, C., SOLER-RODRIGUEZ, F., BOERTMANN, D., DIETZ, R., EENS, M., RASMUSSEN, L. M. & COVACI, A. 2013b. Persistent organic pollutants and methoxylated polybrominated diphenyl ethers in different tissues of white-tailed eagles (*Haliaeetus albicilla*) from West Greenland. *Environ Pollut*, 175, 137-46.
- KRØKJE, Å., BINGHAM, C., HUSMO TUVEN, R. & WING GABRIELSEN, G. 2006. Chromosome aberrations and DNA strand breaks in glaucous gull (*Larus hyperboreus*) chicks fed environmentally contaminated gull eggs. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 69, 159-174.
- LANGFORD, K.H., REID, M., THOMAS, K.V. 2013. The occurrence of second generation anticoagulant rodenticides in non-target raptor species in Norway. *Science of the Total Environment*, 450-451.
- LETCHER, R. J., BUSTNES, J. O., DIETZ, R., JENSSEN, B. M., JØRGENSEN, E. H., SONNE, C., VERREAULT, J., VIJAYAN, M. M. & GABRIELSEN, G. W. 2010. Exposure and effects assessment of persistent organohalogen contaminants in arctic wildlife and fish. *Science of the Total Environment*, 408, 2995-3043.
- MADSLIEN, K., VIKØREN, T., BERNHOFT, A., SALBU, B., TEIEN, H.C. 2015. Bestemmelse av bly i lever hos norske rovfugler i perioden 1973-2014. Rapport til Stortingets Energi-og miljøkomité.
- VERBOVEN, N., VERREAULT, J., LETCHER, R. J., GABRIELSEN, G. W. & EVANS, N. P. 2010. Adrenocortical function of Arctic-breeding glaucous gulls in relation to persistent organic pollutants. *General and comparative endocrinology*, 166, 25-32.

Faglig ambisiøs, fremtidsrettet og samspillende - for én helse!

Veterinærinstituttet er et nasjonalt forskningsinstitutt innen dyrehelse, fiskehelse, mattrygghet og fôrhygiene med uavhengig kunnskapsutvikling til myndighetene som primæroppgave.

Beredskap, diagnostikk, overvåking, referansefunksjoner, rådgivning og risikovurderinger er de viktigste virksomhetsområdene. Produkter og tjenester er resultater og rapporter fra forskning, analyser og diagnostikk, og utredninger og råd innen virksomhetsområdene. Veterinærinstituttet samarbeider med en rekke institusjoner i inn- og utland.

Veterinærinstituttet har hovedlaboratorium og administrasjon i Oslo, og regionale laboratorier i Sandnes, Bergen, Trondheim, Harstad og Tromsø.



Fiskehelse



Dyrehelse



Mattrygghet



Oslo
postmottak@vetinst.no

Trondheim
vit@vetinst.no

Sandnes
vis@vetinst.no

Bergen
post.vib@vetinst.no

Harstad
vih@vetinst.no

Tromsø
vitr@vetinst.no

www.vetinst.no



Veterinærinstituttet
Norwegian Veterinary Institute