

# Antikoagulerende rodenticider hos rovdyr



# Antikoagulerende rodenticider hos rovdyr

Rapport om funn av antikoagulerende rodenticider (muse- og rottegifter) i lever fra ulv, gaupe, jerv, rødrev, fjellrev og villmink innsamlet i Norge i perioden 1997-2017

## Innhold

Sammendrag .....	3
Innledning .....	4
Antikoagulerende rodenticider .....	4
Direkte eksponering for AR .....	4
Indirekte eksponering for AR .....	4
Nærhet til bebyggelse .....	5
Forekomst av AR nær bebyggelse i utlandet .....	6
Funn av AR i norske hubroer og ulv .....	6
Overvåking og aktører .....	6
Materiale og metode .....	6
Arter .....	6
Analysemetode .....	7
Resultater og diskusjon .....	8
Prevalens, konsentrasjoner og geografisk fordeling av AR .....	8
Antall påviste AR per rovdyrart .....	8
Ulv .....	9
Gaupe .....	10
Jerv .....	11
Rødrev .....	12
Fjellrev .....	13
Villmink .....	14
Oppsummering .....	15
Artene samlet sett .....	15
Forhøyet, men ikke dødelige, konsentrasjoner av AR hos rødrev .....	15
Subletale konsekvenser av AR .....	16
Fremtidig bruk av antikoagulerende AR - tredje generasjons AR? .....	16
Fremtidig overvåking av AR hos vilt .....	16
Relevante lenker .....	16
Referanser .....	17

### Forfattere

Knut Madslie<sup>1</sup>, Morten Sandvik<sup>1</sup>, John Odden<sup>2</sup>,  
Nina Elisabeth Eide<sup>2</sup>, Jenny Mattisson<sup>2</sup>, Kristin  
Opdal Seljetun<sup>3</sup>, Vidar Torget<sup>3</sup>, Attila Tarpai<sup>1</sup>,  
Turid Vikøren<sup>1</sup>, Jon Hagelin<sup>1</sup>, Cecilie Mejdell<sup>1</sup>,  
Aksel Bernhoft<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Veterinærinstituttet

<sup>2</sup>Norsk Institutt for Naturforskning

<sup>3</sup>NMBU Veterinærhøgskolen



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

© Veterinærinstituttet 2019

### Oppdragsgivere

Miljødirektoratet  
Dag S. Stiansens stiftelse  
Rovdyrfondet WWF  
Fylkesmannen i Østfold  
Fylkesmannen i Nord-Trøndelag  
Fylkesmannen i Oslo og Akershus  
Fylkesmannen i Hedmark

Design omslag: Reine Linjer

Foto forside: Colourbox

ISSN 1890-3290

## Sammendrag

Denne rapporten beskriver funn av muse- og rottegifter (antikoagulerende rodenticider, forkortet AR) i leverprøver fra 254 norske villlevende rovdyr.

Prøvematerialet ble innsamlet i perioden 1997-2017, med hovedtyngde av materiale fra perioden 2011-2016. De 254 dyrene fordelte seg på 37 ulver, 48 gauper, 45 jerver, 51 rødreiver, 23 fjellreiver og 50 villminker, av ulik alder og kjønn og fra hele landet. Dyrene i studien var hovedsakelig felte (ordinær jakt, skadefelling) eller trafikkdrepte, og dermed presumtivt friske, men det foreligger i liten grad helseopplysninger om de undersøkte individene.

Leverprøvene ble undersøkt for syv ulike AR (warfarin, kumatetralyl, bromadialon, brodifakum, difenakum, difetialon, flokumafen) med analysemetoden væskechromatografi med massespektrometri (LC-MS).

Det ble påvist spor av AR i 67 % (169/254) av dyrene. Hos rødrev hadde 100 % (51/51) av individene spor av AR i leveren. Totalkonsentrasjonen, sum av alle AR over kvantifiseringsgrensen (LOQ), var generelt lav, med gjennomsnittlig 41,0 ng/g og median 7,0 ng/g AR i lever. Rødrev skilte seg ut fra de andre artene ved å ha en betydelig høyere gjennomsnittlig totalkonsentrasjon av AR (79,0 ng/g), og de høyeste totalkonsentrasjonene ble funnet hos rødrev i Oslo.

Det ble påvist mellom en og syv (median to) ulike AR i de positive dyrene. Brodifakum ble påvist hos 55 % (93/169) av de positive dyrene og hos hele 84 % (43/51) av rødrevene. Bromadialon ble påvist hos totalt 53 % (90/169) av de positive dyrene og hos 78 % av rødrevene (40/51).

Det forventes å være store arts- og individforskjeller i følsomhet for ulike AR, men det er lite kunnskap om sammenheng mellom leverkonsentrasjoner av AR og biologiske og kliniske effekter. Det er angitt at totalkonsentrasjon av AR >100 ng/g våtvekt i lever kan være forenlig med kliniske symptomer hos rovfugl og 6 % av rovdyrene i denne rapporten oversteg dette nivået. Det er også angitt at totalkonsentrasjon av AR >200 ng/g våtvekt i lever kan være forenlig med forgiftning, og enkelte rødrev i denne rapporten hadde leverkonsentrasjon på dette nivået. Selv om de fleste leverkonsentrasjonene beskrevet i denne rapporten er godt under slike nivåer, kan biologiske og subkliniske effekter likevel ikke utelukkes.

Rovdyr kan eksponeres ved å spise AR i sin opprinnelige form, men dette vurderes som mindre sannsynlig for de inkluderte artene. En indirekte, og dermed utilsiktet, eksponering for AR kan skje ved at rovdyrene spiser smågnagere som er døde eller svekket etter inntak av AR, eller via bioakkumulering gjennom næringskjeden. Funn av to eller flere AR hos 49 % (124/254) av rovdyrene indikerer multiple inntak av eksponerte byttedyr over tid, som igjen sannsynliggjør at indirekte eksponering for AR er mest utbredt hos dyrene i studien.

Persistens av AR i næringskjeden fører til utstrakt eksponering hos rovdyr og bruken av mindre persistente muse- og rottegifter, såkalt tredje generasjons AR, bør øke på bekostning av de persistente. For å kunne vurdere den relative betydningen av ulike AR i norsk natur er det viktig å kartlegge mengden av ulike AR som brukes i Norge. Det bør etableres et landsdekkende, langsiktig og standardisert overvåkingsprogram for AR i rødrev, som en indikatorart for forekomst og trender for eksponering for AR i norsk natur.

## Innledning

### Antikoagulerende rodenticider

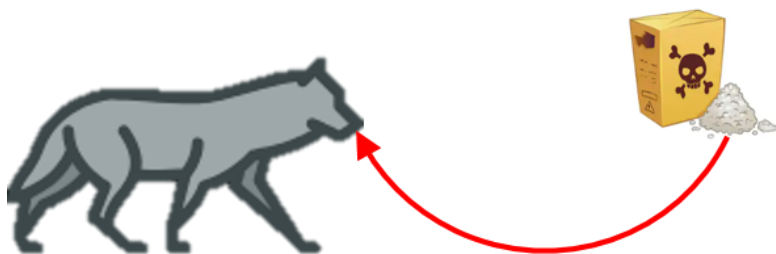
Det finnes flere ulike typer muse- og rottegifter. De vanligste inneholder stoffer som forstyrrer koagulasjonsprosessen, med en fellesbetegnelse kalt antikoagulerende rodenticider (AR). Disse stoffene hemmer blodets koagulering («levring») ved å hemme vitamin K-avhengige enzymer, og effekten hos smågnagerne (og andre dyr) er forblødning. Stoffene som brukes på det norske markedet, er derivater av kumarin.

Warfarin var den første kumarin-forbindelsen som ble tatt i bruk som AR og denne, samt et par andre lignende forbindelser, kalles **førstegenerasjons** AR (FGAR). Hos mus og rotte har warfarin og andre FGAR en moderat toksisitet og dyret trenger vanligvis flere eksponeringer for at effekten skal være dødelig [1]. Etterhvert ble det utviklet mer potente forbindelser med lengre utskillelsestid. De nye preparatene var giftigere enn warfarinene og ble kalt superwarfariner eller **annengenerasjons** AR (SGAR).

Antikoagulerende muse- og rottegifter har vært benyttet lenge i Norge og i stor utstrekning, men mulig eksponering og skadelige effekter hos andre dyrearter enn smågnagere (non-target species) har vært lite studert. Giftstoffene kan persistere både i smågnagerne og i miljøet over lang tid og utgjør dermed en potensiell helsetrussel for viltlevende rovdyr.

### Direkte eksponering for AR

Rovdyr kan spise AR utlagt i nærheten av bebyggelse (direkte eksponering - Figur 1). AR i sin utlagte form antas å være lite interessant for rovdyr, så denne eksponeringsruten antas å være mindre sannsynlig for de artene som inngår i denne rapporten, kanskje med unntak av rødrev, siden den i større grad også er en åtseleter. Hvis AR blandes i kjøtt eller tilføres større byttedyr drept av rovdyr, og legges ut som ulovlig åte, er det større sannsynlighet for at rovdyr kan bli eksponert. Dette gjelder i særlig grad åtseletere som rev, jerv og ulv og i mindre grad gaupe.

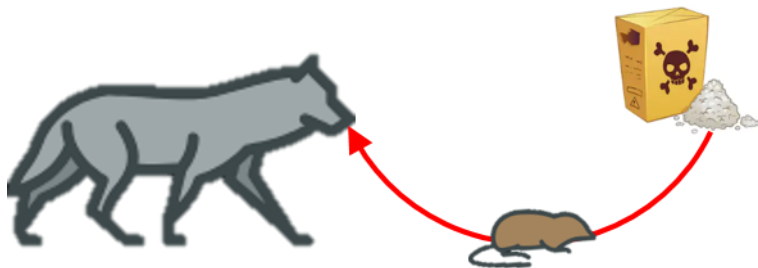


**Figur 1.** Direkte eksponering for antikoagulerende rodenticider (AR) hos rovdyr via inntak av giftstoffet i sin opprinnelige form. Laget med ikoner fra Freepik [www.flaticon.com](http://www.flaticon.com)

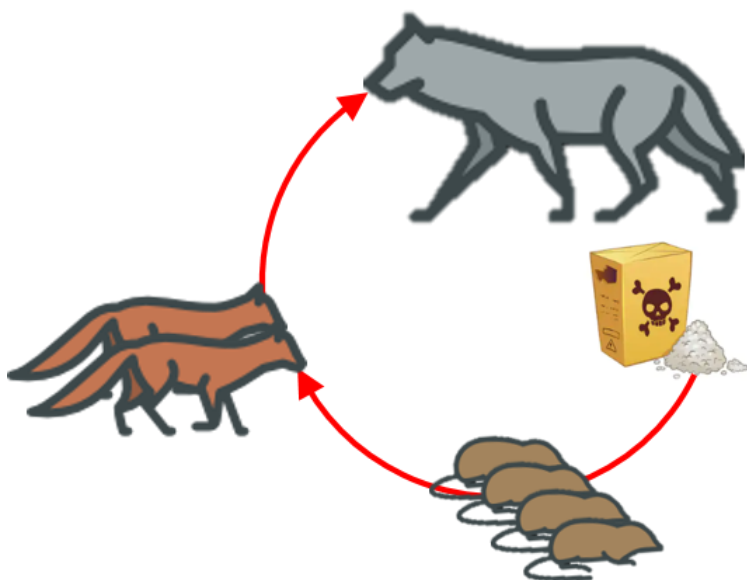
### Indirekte eksponering for AR

Viltlevende rovdyr er høyt oppe i næringskjeden. En indirekte, og dermed utilsiktet, eksponering for AR kan skje ved at rovdyrene spiser smågnagere som har fått i seg AR (Figur 2), eller ved at de spiser dyr som har vært eksponert for AR gjennom mellomledd (bioakkumulering) (Figur 3) [2,3]. I denne sammenheng er rovdyrenes fødevalg sentralt for å kunne vurdere graden av eksponering for AR. Av rovdyrartene omfattet av denne rapporten er det rødrev og fjellrev som i størst grad utnytter smågnagere som føde. Diettstudier viser imidlertid at alle de store rovdyrene spiser smågnagere, selv om større byttedyr ofte dominerer dietten. Andelen smågnagere i dietten fluktuerer mest sannsynlig med topp og bunnår hos smågnagerne. De store rovdyrene vil i ulik grad drepe mindre rovdyr som rev, mår og grevling (såkalt «intraguild» predasjon), men i hvilken grad dette skjer synes å variere mellom områder og er avhengig av tilgangen på alternative byttedyr. Eksempelvis viser enkelte studier av gauper at de i mange tilfeller dreper de små rovdyrene uten å spise dem, men rødrev kan også utgjøre en betydelig del av fødevalget [4-6].

I avsnittet «Resultater og diskusjon» gis en ytterligere utdyping av fødevalg hos rovdyrartene som er inkludert i rapporten.



**Figur 2.** Indirekte eksponering for antikoagulerende rodenticider (AR) hos rovdyr via inntak av eksponerte smågnagere. Laget med ikoner fra Freepik [www.flaticon.com](http://www.flaticon.com)



**Figur 3.** Indirekte eksponering for antikoagulerende rodenticider (AR) hos rovdyr via bioakkumulering gjennom næringskjeden. Laget med ikoner fra Freepik [www.flaticon.com](http://www.flaticon.com)

#### *Nærhet til bebyggelse*

Det antas at mengde AR i smågnagere og annet vilt er påvirket av nærheten til bebyggelse, fremfor alt byer, tettsteder, landbruksområder og hyttefelt. Av rovdyrerne inkludert i rapporten er det jerv og fjellrev som normalt oppholder seg lengst fra tettsteder og tung menneskelig infrastruktur, men bruk av AR på hytter og fritidsboliger øker sannsynligheten for at også disse artene spiser smågnagere eksponert for AR. Rovdyr forflytter seg over store arealer på flere hundre kvadratkilometer og man kan forvente at rovdyr med leveområder som omfatter større andel bebyggelse og landbruksområder i større grad er utsatt for indirekte eksponering av AR gjennom inntak av smågnagere eller via bioakkumulering.

I Norge har privatpersoner kun lov til å bruke AR innendørs, mens profesjonelle skadedyrbekjempere har tillatelse til å bruke disse stoffene utendørs, gjemt i lukkede bokser med åpning for smågnagere. En lovendring i 2018 ga bønder med autorisasjonsbevis for plantevernmidler (Forskrift om plantevernmidler, § 8a) tilsvarende bruksrettigheter til AR som profesjonelle skadedyrbekjempere.



### Forekomst av AR nær bebyggelse i utlandet

I Spania ble det funnet positiv sammenheng mellom befolkningstetthet og tilstedeværelsen av AR i vilt [7]. Det ble også funnet positiv sammenheng mellom forekomst av svinegårder og tilstedeværelsen av AR i rødvilt i Tyskland [8], og eksempelvis bruker landbruksnæringen i Frankrike årlig omkring 400 tonn med bromadiolon for utendørs bekjempelse av vånd (*Arvicola terrestris Sherman*) [9].

### Funn av AR i norske hubroer og ulv

En norsk pilotstudie viste spor av AR i leveren hos 63 % (5/8) av undersøkte hubro [10].

Veterinærinstituttet fulgte opp med å analysere leverprøver fra 100 hubroer, innsamlet i perioden 1994-2014, for å avdekke om rottegifter var utbredt blant norsk hubro. Det ble funnet AR i 72 % av disse hubroene og mellom en og fire ulike stoffer ble påvist i hvert individ [11].

I januar 2016 ble en svak og lite sky ulv, som var alfahannen i Østmarka-reviret, avlivet av dyrevernmessige årsaker i Enebakk, sør-øst for Oslo. Obduksjon ved Veterinærinstituttet viste et fullstendig avmagret dyr med store hårløse områder forårsaket av et alvorlig angrep av skabbmidd (*Sarcoptes scabiei*, hudparasitt). Fylkesmannen i Oslo og Akershus ba om utvidet undersøkelse for diverse giftstoffer som ulven kunne ha vært eksponert for (legemidler, plantevernmidler og AR). Denne undersøkelsen påviste spor av flere ulike AR i ulvens lever. Funnet førte til at Veterinærinstituttet undersøkte leverprøver fra ytterligere fire ulver obdusert de siste to årene. AR ble også funnet hos en av disse ulvene (tispe fra Østmarka-reviret, avlivet ved Losby under elgjakta høsten 2015).

Sannsynligvis var de to ulvene eksponert for AR gjennom inntak av eksponerte byttedyr, men på tidspunktet for de rettsmedisinske obduksjonene var det svært mangelfull kunnskap om forekomst og konsentrasjoner av AR i norske rovdyr. Det kunne derfor ikke utelukkes at ulvene hadde fått i seg stoffene direkte ved å spise utlagt, giftholdig åte, noe påtalemyndigheten har reist mistanke om ved flere anledninger.

På bakgrunn av funnene hos ulv, samt påvisningen av AR hos en høy andel hubro [11], besluttet Veterinærinstituttet å analysere forekomst og konsentrasjon av AR i et utvalg av norske ville rovdyr.

### Overvåking og aktører

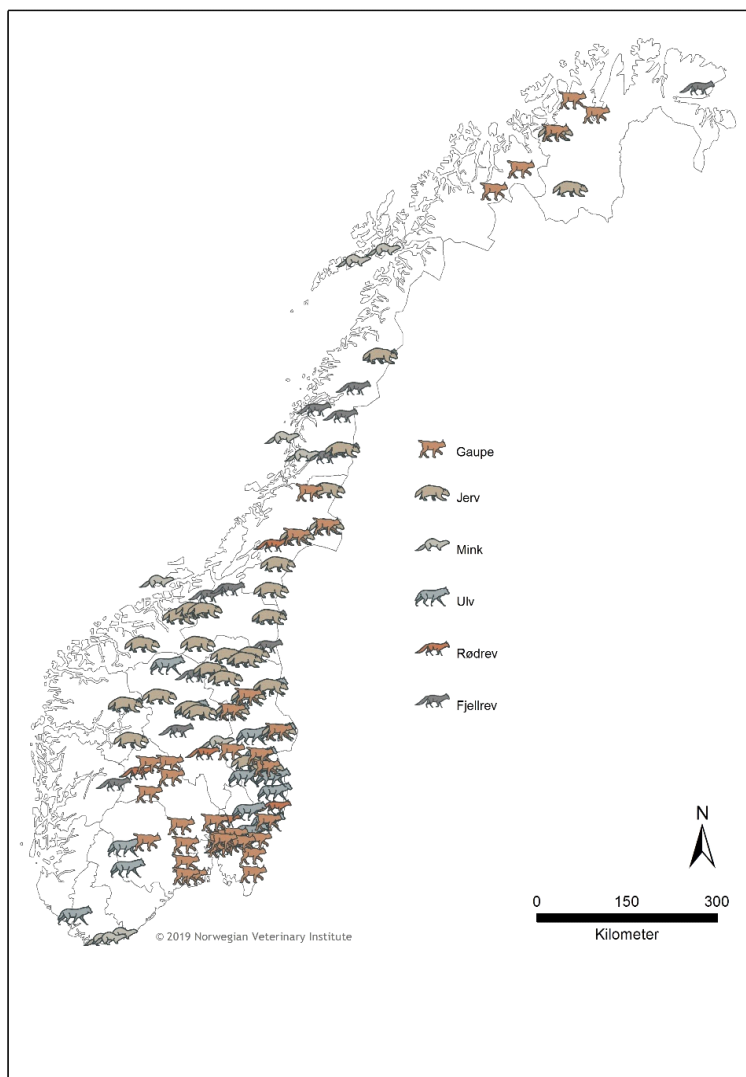
**Veterinærinstituttets** overvåker helsesituasjonen til ville dyr i Norge gjennom laboratorieanalyser av biologisk materiale og obduksjoner. Videre utføres rettsmedisinske undersøkelser av de store rovdyrene etter begjæring fra påtalemyndigheten. I tillegg samles vevsmateriale (blod/organer) fra ville dyr til lagring i biobank for fremtidig bruk i forskning.

**Norsk institutt for naturforskning (NINA)** i Trondheim er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur - samfunn. Rovdata er en selvstendig enhet i NINA med ansvar for det nasjonale overvåkingsprogrammet for rovvilt. Døde gauper, jerver, brunbjørner og ulver blir fraktet til Rovdata for prøveuttak og biologiske målinger. Disse dyrene er skutt under jakt, skadefelling eller hiuttak. De kan også være påkjørt eller døde av naturlige årsaker. Vevsprøvene lagres i biobank for fremtidig forskning. NINA har de siste 30 årene også gjennomført en omfattende forskning på store rovdyr i Skandinavia. Særlig har det vært gjennomført mange feltbaserte studier som har samlet inn demografiske data og atferdsdata gjennom bruk av telemetribaserte metoder.

## Materiale og metode

### Arter

Leverprøver fra 254 norske viltlevende rovdyr (37 ulver, 48 gauper, 45 jerver, 51 rødvilt, 23 fjellrever og 50 villminker), innsamlet i perioden 1997-2017, ble inkludert i studien (Figur 4). Utvalgsriteriene for de ulike artene var plassering i næringskjeden (trofisk nivå), variasjon i næringsvalg, geografisk utbredelse og tilgang på levermateriale.



**Figur 4.** Geografisk fordeling av rovdynene som ble analysert for antikoagulerende rodenticider (AR), innsamlet i perioden 1997-2017.

Rovdyrene i studien var hovedsakelig felte (ordinær jakt, skadefelling) eller trafikkdrepte, og dermed presumtivt friske, men det foreligger i liten grad helseopplysninger om de involverte individene.

### Analysemetode

Analyse for AR i lever ble utført med metoden LC-MS (væskekromatografi med massespektrometri) ved Veterinærinstituttet i Oslo. Følgende AR inngikk i analyserepertoaret:

- warfarin, kumatetralyl (FGAR)
- bromadialon, brodifakum, difenakum, difetialon, flokumafen (SGAR)

Deteksjonsgrenser (level of detection - LOD) og kvantifiseringsgrenser (level of quantification - LOQ) er oppført i Tabell 1 og viser forskjell mellom ulike AR. Alle konsentrasjoner er oppgitt i våtvekt.

**Tabell 1.** Deteksjonsgrenser og kvantifiseringsgrenser for syv antikoagulerende rodenticider (AR) i analyserepertoaret (ng/g våtvekt).

	Warfarin	Kumatetralyl	Bromadialon	Difenakum	Flokumafen	Brodifakum	Difetialon
<b>Deteksjonsgrenser, LOD (ng/g)</b>	0,03	0,15	0,54	0,23	0,09	0,54	0,09
<b>Kvantifikasjonsgrenser, LOQ (ng/g)</b>	0,1	0,5	1,8	0,75	0,3	1,8	0,3

For fire prøver hvor det ikke ble funnet AR ble det tilsatt forskjellige konsentrasjoner av AR (5, 10 og 100 ng/g) og gjenfinningen varierte fra 87 til 95%. Det ble ikke korrigert for gjenfinning ved beregning av resultatene. Analysemetoden er basert på publiserte kvantitative og validerte metoder [10, 12].

Verdier for gjennomsnitt, standardavvik, maksimum og minimum for AR er basert på leverprøvene med verdier over kvantifiseringsgrensen (LOQ) (Tabell 2).

## Resultater og diskusjon

### Prevalens, konsentrasjoner og geografisk fordeling av AR

Hos 67 % (169/254) av rovdirene ble det påvist AR i konsentrasjoner over deteksjonsgrensen (LOD) (Tabell 2).

**Tabell 2.** Prevalens (% AR+) og konsentrasjoner\* gitt som median, gjennomsnitt, standardavvik, maksimum og minimum av antikoagulerende rodenticider (AR) i lever fra 254 norske rovdyr innsamlet 1997-2017. Prevalensen er andelen dyr med AR konsentrasjoner over deteksjonsgrensen (LOD). Verdiene for median, gj.snitt og std.avvik, maks og min er beregnet fra konsentrasjoner over kvantifiseringsgrensen (LOQ) for AR.

Art	Antall	Antall AR+ (> LOD)	% AR+	Antall AR+ (> LOQ)	Median kons.	Gj.snitt kons.	Std. avik	Min. kons.	Maks. kons.
Ulv	37	23	62,2	11	0,4	1,2	1,6	0,1	4,9
Gaupe	48	35	72,9	10	1,8	1,8	1,1	0,1	3,3
Jerv	45	39	86,7	22	3,0	8,0	12,6	0,1	55,6
Rødrev	51	51	100	49	47,3	79,0	86,7	0,1	354,0
Fjellrev	23	4	17,4	2	3,1	3,1	0,8	2,5	3,6
Villmink	50	17	34	11	7,0	20,4	38,5	0,1	130,2
Alle	254	169	66,5	105	7,0	41,0	70,3	0,1	354,0

\* Leverkonsentrasjonene av AR er oppgitt i ng/g, våtvekt. LOD= deteksjonsgrensen for AR, LOQ= kvantifiseringsgrensen for AR.

Hos 41 % (105/254) av rovdirene ble det påvist AR i konsentrasjoner over kvantifikasjonsgrensen (LOQ) (Tabell 2). Median totalkonsentrasjon for disse var 7,0 ng/g, gjennomsnittlig totalkonsentrasjon var 41,0 ng/g ( $\pm 70,3$  SD), og spennvidden i total mengde AR var 0,1 - 354 ng/g (Tabell 2). Den gjennomsnittlige totalkonsentrasjonen av AR var markant høyere hos rødrev (79,0 ng/g) enn for resten av de positive artene (1,2 - 20,4 ng/g) (Tabell 2).

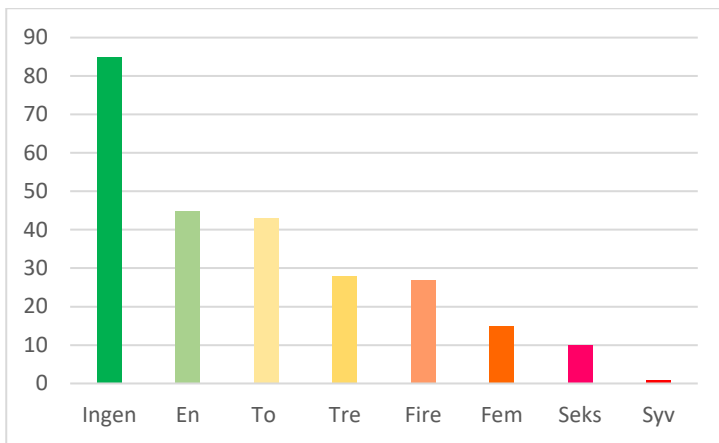
Tre rødrever fra Oslo hadde spesielt høye totalkonsentrasjoner av AR (354, 294 og 288 ng/g). Hos 6 % (15/254, 14 rødrever og en villmink) av dyrene oversteg totalkonsentrasjonen av AR i leveren 100 ng/g, noe som er foreslått som nedre grense for *potensiell* klinisk effekt hos rovfugl [13].

### Antall påviste AR per rovdyrart

Det ble påvist både FGAR og SGAR i leverprøvene. Alle syv AR i analyserepertoaret ble påvist hos en rødrev (Figur 5). To eller flere AR ble påvist i 49 % (124/254) av dyrene. Dette kan indikere multiple inntak av eksponerte byttedyr over tid, siden det *kun* finnes ett kommersielt tilgjengelig kombinasjonsprodukt (bromadiolon og difenakum) blant 46 godkjente muse- og rottegifter på det norske markedet.

Brodifakum ble påvist i 55 % (93/169) av de positive prøvene. Videre ble bromadiolon påvist i 53 % (90/169), warfarin i 47 % (79/169), kumatetralyl i 36 % (60/169), flokumafen i 30 % (50/169), difenakum i 18 % (31/169) og difetialon i 10 % (16/169) av de positive prøvene.



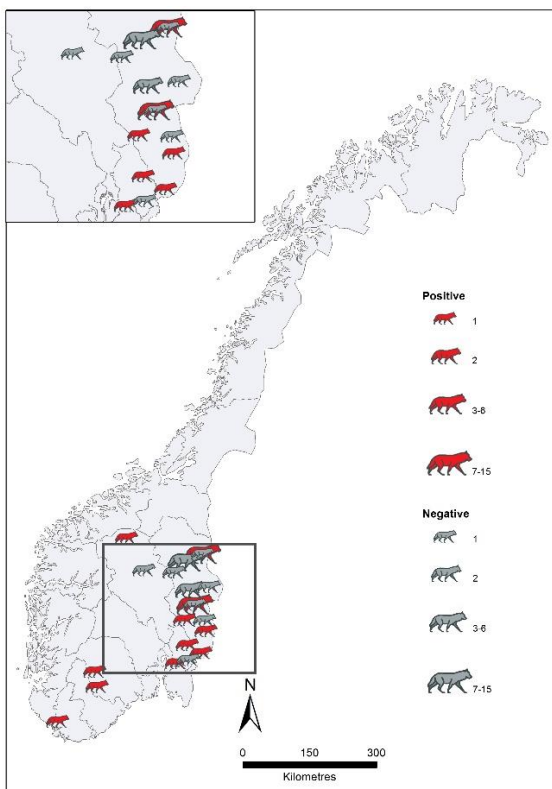


Figur 5. Antall rovdyr med ingen til syv ulike AR påvist per individ (n=254).

For å kunne vurdere den relative forekomst av ulike AR hos rovdyr behøves salgsdata for alle AR på det norske markedet. Det har dessverre ikke lyktes å skaffe kvalitetssikrede salgsdata for AR og Miljødirektoratet har kun grove estimater på bruken av disse stoffene. En nærmere analyse og vurdering av den relative forekomsten av de ulike stoffene er derfor ikke foretatt i denne rapporten.

## Ulv

Det ble påvist AR i 62 % (23/37) av ulvene (Figur 6). Totalt 11 ulver (30 %) hadde kvantifiserbare konsentrasjoner av AR og for disse var gjennomsnittlig totalkonsentrasjon 1,2 ng/g ( $\pm 1,6$  SD) (Tabell 2). Det ble påvist 1-5 ulike AR i de positive ulvene. Warfarin var den hyppigste med 74 % (17/23), etterfulgt av kumatetralyl og flokumafen, begge med 30 % (7/23) forekomst.



Figur 6. Geografisk fordeling av 37 ulver. Individer der det ble påvist antikoagulerende rodenticider (AR) er røde.

Blant de ulike artene som inngår i rapporten, var prevalensen av AR hos ulv tredje lavest, mens nivået av AR hos positive ulv var lavest.

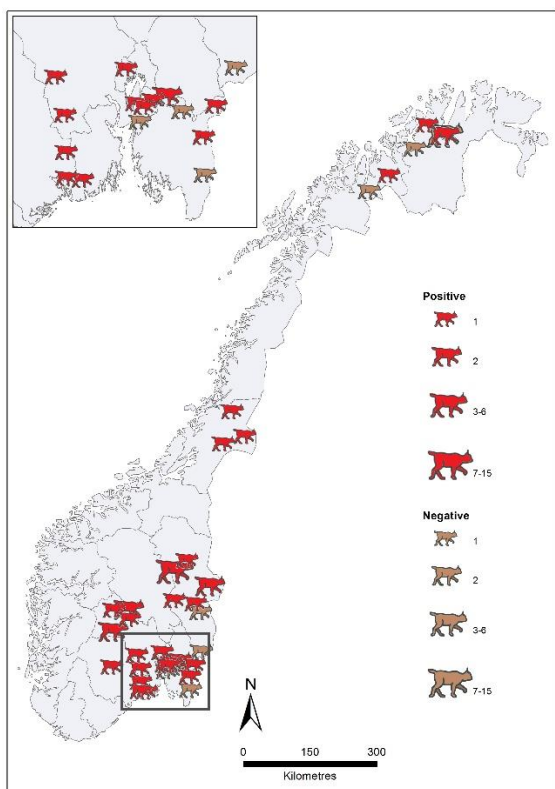
En rekke studier har vist at ulven kan konsumere et bredt spekter av byttedyr avhengig av hvilke arter som er tilgjengelig [14-28]. Ulven er tilpasset å drepe større klovdyr, som hjortevilt eller villsvin. Men også andre byttedyr, som rådyr, husdyr, bever, rødrev, grevling, hare, skogsfugl og smågnagere kan inngå som en del av ulvens føde. Analyser av ekskrementer i Skandinavia viste at elgkjøtt utgjorde 95 % av inntatt føde, og at de naturlig byttedyrene til sammen utgjorde mer enn 99 % av inntatt kjøtt [29, 30].

Andre studier av AR hos ulv er ikke kjent, men en studie av fem prærieulver (*Canis latrans*) i nærheten av Denver, USA, viste funn av brodifakum i lever hos alle individene (n=5), med spennvidde 95-320 ng/g. Bromadiolon ble funnet i 20 % (1/5) av prærieulvene, med konsentrasjon 885 ng/g [3]. Hos de norske ulvene var warfarin og kumatetralyl, begge FGAR med kort halveringstid, dominerende.

Resultatene tyder på at en høy andel av den norske ulvepopulasjonen blir eksponert for AR gjennom dietten, men at konsentrasjonene av AR er svært lave og derfor trolig av liten helsemessig betydning.

## Gaupe

Det ble påvist AR i 73 % (35/48) av gaupene (Figur 7). Totalt 10 gauper (21 %) hadde kvantifiserbare konsentrasjoner av AR og for disse var gjennomsnittlig totalkonsentrasjon 1,8 ng/g ( $\pm 1,1$  SD) (Tabell 2). Det ble påvist 1-6 ulike AR i de positive gaupene. Warfarin var den hyppigste med 66 % (23/35) forekomst, etterfulgt av bromadiolon med 51 % (18/35).



Figur 7. Geografisk fordeling av 48 gauper, Individuer der det ble påvist antikoagulerende rodenticider (AR) er røde.

Prevalensen av AR hos gaupe var tredje høyest, etter rødrev og jerv, mens nivået av AR hos gauper som var positive var nest lavest (Tabell 2).

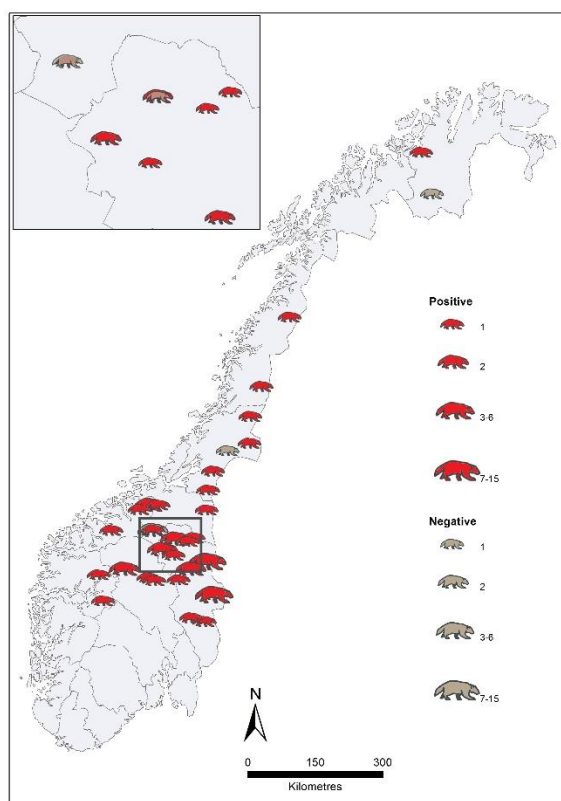
Studier har vist at den eurasiske gaupa foretrekker små og mellomstore klovdyr i delene av utbredelsesområdet der de er tilgjengelig, men kan også overleve på en ren småvilt diett [22, 31-40]. I det skandinaviske flerbrukslandskapet er rådyr, rein, hjort og sau de viktigste byttedyrene, men også hare, skogsfugl, bever, mår, rødrev og smågnagere står på menyen [4, 36, 41-45]. Gaupa spiser sjelden åtsler, i motsetning til rødrev, jerv og til dels ulv.

Andre studier av AR hos europeisk gaupe er ikke kjent, men en studie av 172 rødgauper (*Lynx rufus*) i California, USA, innsamlet i perioden 1997- 2012, viste funn av AR i leveren fra 89 % (153/172) av individene [46].

Resultatene tyder på at en høy andel av den norske gaupepopulasjonen blir eksponert for AR gjennom føden. Konsentrasjonene av AR er generelt lave, og derfor trolig av liten helsemessig betydning, men vil trolig variere med graden av småvilt diett. Warfarin, en FGAR med kort halveringstid, var dominerende hos gaupe, i likhet med hos ulv.

## Jerv

Det ble påvist AR i 87 % (39/45) av jervene (Figur 8). Totalt 22 jerver (49 %) hadde kvantifiserbare konsentrasjoner av AR og for disse var gjennomsnittlig totalkonsentrasjon 8,0 ng/g ( $\pm 12,6$  SD) (Tabell 2). Det ble påvist 1-6 ulike AR i de positive jervene. Flokumafen var den hyppigste med 72 % (28/39) forekomst, etterfulgt av brodifakum med 69 % (27/39).



**Figur 8.** Geografisk fordeling av 45 prøver fra jerv. Individder der det ble påvist antikoagulerende rodenticider (AR) er røde.

Prevalensen av AR hos jerv var nest høyest, etter rødrev. Nivået av AR hos jerver som var positive var tredje høyest, men betydelig lavere enn rødrev og villmink (Tabell 2).

Jerven er en opportunistisk jeger og åtseleter. De viktigste matkildene i Skandinavia er klovvilt, som tamrein, sau og elg, men byttedyr som rype, hare, smågnagere, bever og rev inngår også i jervens diett

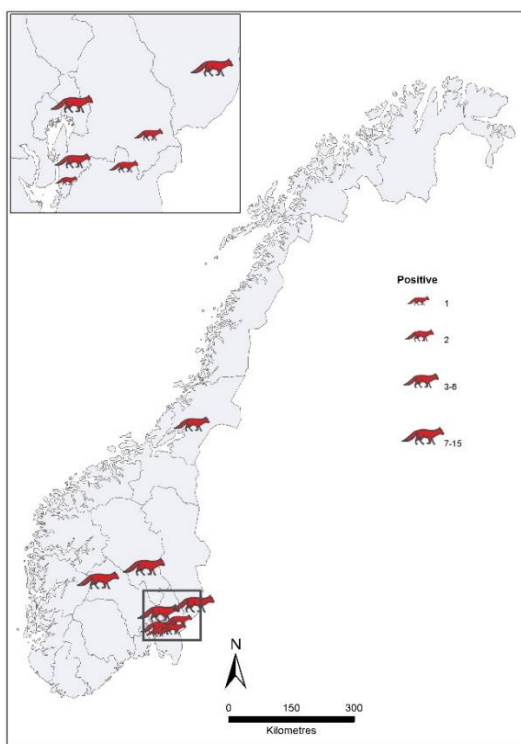
[47-54]. Studier fra nordlige Skandinavia viser at åtsler (kadaver, jaktåte, slaktrester fra jakt) utgjorde grovt sett 2/3 av matkildene, men med stor variasjon mellom områdene og mellom sesonger [47]. Jerven er framfor alt en predator på små byttedyr og juvenile hjortevilt (reinskalver).

Andre studier av AR hos jerv er ikke kjent, men en studie av 69 snømus (*Mustela nivalis*) og 61 røyskatter (*Mustela erminea*), som også er arter innen mårdyrfamilien, viste at 95 % av snømusene og 97 % av røyskattene i Danmark hadde AR i leveren [55]. Jerven er imidlertid betydelig større og lever i et annet habitat (høyfjell/barskog) enn snømusene og røyskattene i lavlandet i Danmark, slik at en direkte sammenligningen mellom disse artene er av mindre betydning.

Disse resultatene tyder på at en høy andel av den norske jervepopulasjonen blir eksponert for AR, på tross av at arten normalt unnviker tettsteder og menneskelig infrastruktur, men at konsentrasjonene av AR er generelt lave og derfor trolig av liten helsemessig betydning.

## Rødrev

Det ble påvist AR i alle de 51 rødrevene (Figur 9) og 96 % (49/51) hadde kvantifiserbare konsentrasjoner av AR. Den gjennomsnittlige totalkonsentrasjon var 79,0 ng/g ( $\pm 86,7$  SD) (Tabell 2). Det ble påvist 1-7 ulike AR i rødrevene. Brodifakum var den hyppigste med 84 % (43/51), etterfulgt av bromadiolon hos 78 % (40/51) og kumatetralyl hos 53 % (27/51) av rødrevene.



Figur 9. Geografisk fordeling av 51 prøver fra rødrev, alle var positive for AR (røde).

Prevalensen av AR hos rødrev var høyest blant rovdirene i denne rapporten, og nivået av AR hos rødrev var vesentlig høyere enn hos de andre artene. En nylig publisert studie av AR i avføring hos norske rødrever [56] fant en prevalens på 54 % (75/139), og brodifakum (46 %), kumatetralyl (17 %) og bromadiolon (16 %) var de hyppigst påviste AR. Den studien viser dermed stor grad av samsvar med resultatene i denne studien.

Rødreven er en utpreget generalist og spiser hva som er tilgjengelig [57, 58]. Generelt utgjør smågnagere en viktig del av dietten, særlig vinterstid i gode smågnagerår, mens dietten om sommeren er mer variert ettersom utvalget av byttedyr også er større. Rødreven spiser mye egg og fugler, en del hare og insekter, og rådyr forekommer også relativt ofte. Utover høsten blir bær og frukt vanlig i dietten, også rester fra

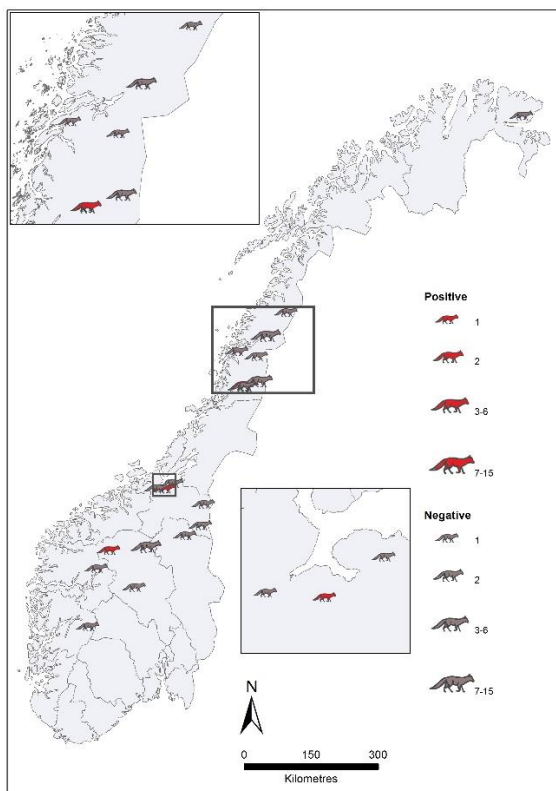
elgjakt og slakteavfall [57, 59, 60]. Rødreven i høyfjellet spiser mer lemen og reinkadaver [61, 62], men den fotfølger gjerne også høyspentlinjer, jernbane og vei i jakten på fugl som har blitt drept i møte med infrastruktur. Rødrev på kysten kan leve av ilanddrevne fisk, blåskjell og sjøfugl, mens rødrev i bynære strøk i all hovedsak overlever på søppel og avfall fra mennesker.

I en rapport om miljøgifter i terrestrisk og bynært miljø fra 2016 [72] hadde 70 % (7/10) av rødrev fra Oslo-regionen bromadiolon i leveren. Alle rødrevene (12/12) hadde AR i leveren i en finsk studie [73] og i Spania ble AR funnet i lever fra 39 % (12/39) av undersøkte rødrever. Bromadiolon (21%) og brodifakum (13 %) ble hyppigst påvist, mens gjennomsnittskonsentrasjonen av bromadiolon var 113 ng/g, og for brodifakum var den 93 ng/g [63].

Resultatene i denne rapporten tyder på at en svært høy andel, eller tilnærmet alle, av norske rødrever blir eksponert for AR gjennom den varierte dietten. Videre var leverkonsentrasjonene av AR hos enkelte av individene på et nivå som *kan* medføre biologiske effekter eller kliniske symptomer.

## Fjellrev

Det ble påvist AR i 17 % (4/23) av fjellrevene (Figur 10). Totalt to dyr (9 %) hadde kvantifiserbare konsentrasjoner av AR; hhv. 3,64 og 2,52 ng/g (Tabell 2). Kumatetralyl ble funnet hos tre rever, bromadiolon hos to rever og brodifakum hos en rev.



**Figur 10.** Geografisk fordeling av 23 prøver fra fjellrever. Individder der det ble påvist antikoagulerende rodenticider (AR) er røde.

Prevalensen av AR hos fjellrev var lavest av rovdirene i studien, mens nivået av AR hos fjellrev som var positive var høyere enn hos både ulv og gaupe (Tabell 2).

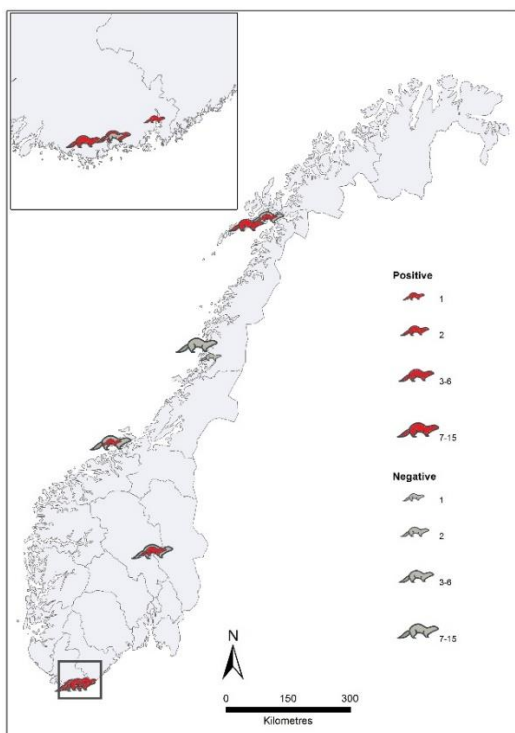
Fjellrevens viktigste byttedyr er mus og lemen, og den blir sett på som en spesialist fordi reproduksjonen er sterkt knyttet til svingningene i smånagersyklusen [64, 65]. Den er imidlertid en alteter, som spiser

det den måtte komme over. Både hare, frosk, rype og diverse småfugl inngår i sommerdietten; vinterstid kan rester fra reinkadavre også være en viktig matkilde [65, 66].

Resultatene i denne rapporten tyder på at en svært liten andel av norske fjellrever blir eksponert for AR. At fjellreven har et lavt nivå av AR, mens den nære slektningen rødreven har det høyeste nivået i studien, reflekterer trolig fjellrevens valg av habitat som er langt fra menneskelig infrastruktur, mens rødreven lever tett på mennesker i hele landet.

## Villmink

Det ble påvist AR i 34 % (17/50) av villminkene (Figur 11). Totalt 11 villmink (22 %) hadde kvantifiserbare konsentrasjoner av AR og for disse var gjennomsnittlig totalkonsentrasjon 20,4 ng/g ( $\pm 38,5$  SD) (Tabell 2). Det ble påvist 1-3 ulike AR i de positive villminkene. Brodifakum var den hyppigst forekommende med 59 % (10/17), etterfulgt av warfarin med 35 % (6/17).



**Figur 11.** Geografisk fordeling av 50 prøver fra villmink. Individuer der det ble påvist antikoagulerende rodenticider (AR) er røde.

Prevalensen av AR hos villmink var nest lavest i denne rapporten, mens nivået av AR hos positive villmink som var nest høyest (Tabell 2).

Minken er en ekstremt tilpasningsdyktig generalistpredator [67] som lever av fugl, fisk, amfibier, insekter og pattedyr opp til hares størrelse [68, 69]. Som generalistpredator på både terrestriske og akvatiske byttedyr vil dietten følgelig variere mellom habitater, landsdeler og årstider avhengig av byttedyrenes tilgjengelighet [68].

Utenom rødrevene, var det en mink fra Søgne som hadde høyest totalkonsentrasjon av AR (130,2 ng/g). Av de 11 villminkene som hadde kvantifiserbare konsentrasjoner av AR kom hele 9 (82 %) fra Sørlandet (Mandal, Kristiansand og Søgne).

Andre studier viser at kvantifiserbare konsentrasjoner av AR har blitt funnet i lever fra 6 % (3/47) av amerikansk villmink (*Mustela vison*) undersøkt i sør-vestre deler av Frankrike, klorfacinon (9 %) og



bromadiolon (6 %) var de hyppigste forekommende AR [70]. En studie av felte amerikanske villmink i nordre deler av Skottland viste at 79 % (78/99) av individene hadde AR i leveren, bromadiolon (75 %) og difenakum (53 %) var de hyppigste forekommende AR [71].

Resultatene i denne rapporten tyder på at en lav andel av norske villminker blir eksponert for AR gjennom dietten. Det er imidlertid store geografiske forskjeller i graden av eksponering og konsentrasjoner av AR, og enkelte villmink har såpass høye konsentrasjoner at de er i faresonen for kliniske symptomer og/eller forstyrrelser biologiske funksjoner i kroppen.

## Oppsummering

### Artene samlet sett

Resultatene viser at 67 % (169/354) av individene hadde spor (>LOD) av AR i leveren, og at brodifakum (SGAR) ble funnet i 55 % (93/169), mens bromadiolon (SGAR) ble funnet i 53 % (90/169) av de positive rovdirene.

Det ble funnet spor av AR i leveren hos et varierende, men betydelig antall individer av samtlige arter (ulv, gaupe, jerv, rødrev, fjellrev og villmink). Dette indikerer at disse stoffene er utbredt hos toppredatorer i ulike næringskjeder i norsk natur. Resultatene støtter dermed tidligere funn som angir en høy andel eksponerte norske hubroer (hhv. 63 % [10] og 72 % [11]) og rødrever (hhv. 54 % [56] og 70 % [72]).

En studie av 17 arter av rovdyr og rovfugler i Finland viste at 82 % (107/131) hadde kvantifiserbare mengder AR i leveren, og bromadiolon ble funnet i 65 % av de finske artene [73].

Dette indikerer at eksponeringen av rovvilt for AR er på om lag samme nivå i de to landene og at bromadiolon er hyppig forekommende i både norsk og finsk fauna.

Funn av to eller flere AR hos 49 % (124/254) av rovdirene kan tyde på multiple inntak av eksponerte byttedyr over tid, som igjen indikerer at indirekte eksponering for AR er mest utbredt hos rovdirene i studien, siden direkte eksponering antakeligvis ville ha medført høye konsentrasjoner av et lite antall AR.

### Forhøyet, men ikke dødelige, konsentrasjoner av AR hos rødrev

Rødrevene skiller seg ut i denne rapporten ved at samtlige individer hadde betydelig høyere median og gjennomsnittlig konsentrasjon av AR sammenlignet med de andre norske rovdirene (Tabell 2).

Hovedforklaringen er høyst sannsynlig at mange rødrev lever i tettbebygde strøk og i bynære områder, der bruken av AR forventes å være størst. Smågnagere er dessuten et viktig byttedyr for denne arten.

Av alle rovdirene i denne rapporten hadde tre rødrever felt i Oslo den høyeste totalkonsentrasjon av AR (hhv. 354, 294 og 288 ng/g), og 73 % (11/15) av rødrevene fra Oslo hadde kvantifiserbare konsentrasjoner av bromadiolon i leveren. Hos disse individene var medianen 14 ng/g og spennvidden 2,9 - 288 ng/g (våtvekt). I en rapport om miljøgifter i terrestrisk og bynært miljø fra 2016 [72] hadde 70 % (7/10) av rødrev fra Oslo-regionen bromadiolon i leveren (median 416 ng/g og spennvidden 69 - 4940 ng/g (våtvekt)).

Det er vanskelig å relatere målte leverkonsentrasjoner av AR til biologiske/kliniske effekter og det forventes å være store arts- og individforskjeller i følsomhet. Berny og medarbeidere [74] har angitt at >200 ng/g våtvekt av AR i lever kan være forenlig med klinisk forgiftning. Det betyr at enkelte av rødrevene i denne rapporten kunne være i faresonen, men gjennomgående er de målte nivåene sannsynligvis under kjent helseskadelig nivå. Spanske rødrever, som ble undersøkt døde eller dødende på grunn av mistanke om forgiftning med AR på grunn av blødninger [63], hadde en gjennomsnittlig konsentrasjonen av brodifakum og bromadiolon som var mellom 2 og 4 ganger høyere enn rødrevene i denne rapporten. En viktig forskjell er imidlertid at de norske rødrevene ble felt under jakt og var

presumptivt friske, i motsetning til de spanske rødrevene, og dette kan trolig forklare deler av forskjellene i nivåene av AR mellom de to studiene.

### Subletale konsekvenser av AR

Selv om konsentrasjonene av AR generelt var under nivåene som assosieres med død, er det likevel et poeng at en lavgradig, subletal (ikke-dødelig), belastning med AR kan påvirke viktige biologiske prosesser i kroppen og forringe dyrevelferden.

En studie av røyskatt (*Mustela erminea*) og snømus (*Mustela nivalis*) i Danmark viste at kroppsvekt var negativt korrelert med konsentrasjon av AR i kroppen [55]. Videre viste en studie av tårnfalk (*Falco tinnunculus*) at fugleunger med bromadiolon i blodet hadde 6,7 % lavere kroppsvekt enn fugleunger uten AR i blodet [75].

Det er vist at subletale konsentrasjoner av AR kan ha en potensiell negativ effekt for reproduksjon hos rovdyr [76, 77]. Resultatene i denne rapporten gir derfor grunn til bekymring for konsekvensene av AR i den norske faunaen, og bør følges opp med undersøkelser av AR i flere viltlevende arter, som for eksempel ørner.

### Fremtidig bruk av antikoagulerende AR - tredje generasjons AR?

Dagens SGAR er effektive for bekjempelse av uønskede smågnagere i bebygde områder, men denne rapporten - og en rekke internasjonale studier - har vist høy forekomst av AR i andre viltlevende dyr, såkalte non-target species, på grunn av langvarig vevspersistens av disse fremmedstoffene.

AR forekommer som to diastereomerer (ulike tredimensjonale strukturer, men lik kjemisk formel). Disse diastereomerene har tilsynelatende lik evne til å avlive smågnagere, men har svært ulik persistens i biologisk vev. For fremtiden er det derfor ønske om å rense de kommersielt tilgjengelige AR slik at de kun inneholder den minst persisterende diastereomeren, såkalt tredje generasjons AR (TGAR) [78]. På denne måten vil den dødelige effekten av TGAR opprettholdes hos smågnagerne, mens fremmedstoffene i mindre grad vil persistere i kroppsvevet til smågnagere og andre byttedyr. Dermed reduseres potensiell helserisiko for rovdyr.

### Fremtidig overvåking av AR hos vilt

For å kunne følge forekomst og spredning av AR i norsk natur i fremtiden anbefales det å etablere et langsiktig og standardisert overvåkingsprogram for AR ved å bruke rødrev som indikator. Et slikt overvåkingsprogram kan kartlegge den relative betydningen av menneskelig infrastruktur (tettsteder, fritidsboliger, landbruk, industri) og analysere tidstrender for forekomst, spredning og konsentrasjon av de ulike AR på en kostnadseffektiv og faglig god måte.

### Relevante lenker

[www.vilthelse.no](http://www.vilthelse.no)  
[www.vetinst.no](http://www.vetinst.no)

## Referanser

1. Vandenbroucke, V., et al., Pharmacokinetics of eight anticoagulant rodenticides in mice after single oral administration. *J Vet Pharmacol Ther*, 2008. **31**(5): p. 437-45.
2. Cox, P.S., R.H. Rodenticide ecotoxicology: Pre-lethal effects of anticoagulants on rat behaviour. In *Proceedings of the Fifteenth Vertebrate Pest Conference 1992*. 1992. Newport Beach, California, USA: University of California.
3. Poessel, S.A., et al., Anticoagulant rodenticide exposure and toxicosis in coyotes (*Canis latrans*) in the Denver Metropolitan Area. *J Wildl Dis*, 2015. **51**(1): p. 265-8.
4. Mattisson, J., et al., Factors affecting Eurasian lynx kill rates on semi-domestic reindeer in northern Scandinavia: Can ecological research contribute to the development of a fair compensation system? *Biological Conservation*, 2011. **144**(12): p. 3009-3017.
5. Linnell, J.D.C., et al., Records of intra-guild predation by Eurasian Lynx, *Lynx lynx*. *Canadian Field-Naturalist*, 1998. **112**(4): p. 707-708.
6. Sunde, P., K. Overskaug, and T. Kvam, Intraguild predation of lynxes on foxes: evidence of interference competition? *Ecography*, 1999. **22**(5): p. 521-523.
7. Lopez-Perea, J.J., et al., Interspecific and geographical differences in anticoagulant rodenticide residues of predatory wildlife from the Mediterranean region of Spain. *Science of the Total Environment*, 2015. **511**: p. 259-267.
8. Geduhn, A., et al., Relation between Intensity of Biocide Practice and Residues of Anticoagulant Rodenticides in Red Foxes (*Vulpes vulpes*). *PLOS ONE*, 2015. **10**(9): p. e0139191.
9. Sage, M., et al., Determination of bromadiolone residues in fox faeces by LC/ESI-MS in relationship with toxicological data and clinical signs after repeated exposure. *Environmental Research*, 2010. **110**(7): p. 664-674.
10. Langford, K.H., M. Reid, and K.V. Thomas, The occurrence of second generation anticoagulant rodenticides in non-target raptor species in Norway. *Sci Total Environ*, 2013. **450-451**: p. 205-8.
11. Bernhoft, A., et al., Miljøgifter i hubro i Norge 1994-2014 - Rottegifter, klororganiske forbindelser og toksiske metaller. 2018, Norwegian Veterinary Institute: Oslo. p. 20.
12. Fourel, I., et al., Core-shell LC-MS/MS method for quantification of second generation anticoagulant rodenticides diastereoisomers in rat liver in relationship with exposure of wild rats. *J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci*, 2017. **1041-1042**: p. 120-132.
13. Christensen, T.K., P. Lassen, and M. Elmeros, High exposure rates of anticoagulant rodenticides in predatory bird species in intensively managed landscapes in Denmark. *Arch Environ Contam Toxicol*, 2012. **63**(3): p. 437-44.
14. Ansorge, H., G. Kluth, and S. Hahne, Feeding ecology of wolves *Canis lupus* returning to Germany. *Acta Theriologica*, 2006. **51**(1): p. 99-106.
15. Arjo, W.M., D.H. Pletscher, and R.R. Ream, Dietary overlap between wolves and coyotes in northwestern Montana. *Journal of Mammalogy*, 2002. **83**(3): p. 754-766.
16. Barja, I., Prey and prey-age preference by the Iberian wolf *Canis lupus signatus* in a multiple-prey ecosystem. *Wildlife Biology*, 2009. **15**(2): p. 147-154.
17. Capitani, C., et al., A comparative analysis of wolf (*Canis lupus*) diet in three different Italian ecosystems. *Mammalian Biology*, 2004. **69**(1): p. 1-10.
18. Chavez, A.S. and E.M. Gese, Food habits of wolves in relation to livestock depredations in northwestern Minnesota. *American Midland Naturalist*, 2005. **154**(1): p. 253-263.
19. Ciucci, P., et al., Inter-pack, seasonal and annual variation in prey consumed by wolves in Pollino National Park, southern Italy. *European Journal of Wildlife Research*, 2018. **64**(1).
20. Gade-Jorgensen, I. and R. Stagegaard, Diet composition of wolves *Canis lupus* in east-central Finland. *Acta Theriologica*, 2000. **45**(4): p. 537-547.
21. Hovens, J.P.M. and K. Tungalakutja, Seasonal fluctuations of the wolf diet in the Hustai National Park (Mongolia). *Mammalian Biology*, 2005. **70**(4): p. 210-217.
22. Jedrzejewski, W., et al., Foraging by Lynx and Its Role in Ungulate Mortality - the Local (Bialowieza Forest) and the Palearctic Viewpoints. *Acta Theriologica*, 1993. **38**(4): p. 385-403.

23. Lagos, L. and F. Barcena, Spatial variability in wolf diet and prey selection in Galicia (NW Spain). *Mammal Research*, 2018. **63**(2): p. 125-139.
24. Marquard-Petersen, U., Food habits of arctic wolves in Greenland. *Journal of Mammalogy*, 1998. **79**(1): p. 236-244.
25. Mattioli, L., et al., Prey selection and dietary response by wolves in a high-density multi-species ungulate community. *European Journal of Wildlife Research*, 2011. **57**(4): p. 909-922.
26. Meriggi, A., et al., The feeding habits of wolves in relation to large prey availability in northern Italy. *Ecography*, 1996. **19**(3): p. 287-295.
27. Sand, H., et al., Effects of hunting group size, snow depth and age on the success of wolves hunting moose. Vol. 72. 2006. 781-789.
28. Vos, J., Food habits and livestock depredation of two Iberian wolf packs (*Canis lupus signatus*) in the north of Portugal. *Journal of Zoology*, 2000. **251**: p. 457-462.
29. Knappworst, U., Territorial variation in the wolves' diet? - A comparison of 11 territories in Sweden., in *School of Forest Science and Resource Management*. 2006, Technical University of Munich: Technical University of Munich.
30. Müller, S., Diet composition of wolves (*Canis lupus*) on the Scandinavian peninsula determined by scat analyses, in *Institut för naturvårdsbiologi*. 2006, Sveriges Landbruksuniversitet: Uppsala.
31. Breitenmoser, U. and H. Haller, Patterns of Predation by Reintroduced European Lynx in the Swiss Alps. *Journal of Wildlife Management*, 1993. **57**(1): p. 135-144.
32. Heurich, M., et al., Selective Predation of a Stalking Predator on Ungulate Prey. *Plos One*, 2016. **11**(8).
33. Jobin, A., P. Molinari, and U. Breitenmoser, Prey spectrum, prey preference and consumption rates of Eurasian lynx in the Swiss Jura Mountains. *Acta Theriologica*, 2000. **45**(2): p. 243-252.
34. Krofel, M., D. Huber, and I. Kos, Diet of Eurasian lynx *Lynx lynx* in the northern Dinaric Mountains (Slovenia and Croatia) Importance of edible dormouse *Glis glis* as alternative prey. *Acta Theriologica*, 2011. **56**(4): p. 315-322.
35. Matyushkin, Y.N. and M.A. Vaisfeld, The lynx: regional features of ecology, use and protection. *Game Animals of Russia and Adjacent Countries and their Environment*, 2003: p. 525.
36. Odden, J., J.D.C. Linnell, and R. Andersen, Diet of Eurasian lynx, *Lynx lynx*, in the boreal forest of southeastern Norway: the relative importance of livestock and hares at low roe deer density. *European Journal of Wildlife Research*, 2006. **52**(4): p. 237-244.
37. Okarma, H., et al., Predation of Eurasian lynx on roe deer and red deer in Bialowieza Primeval Forest, Poland. *Acta Theriologica*, 1997. **42**(2): p. 203-224.
38. Schmidt, K., Behavioural and spatial adaptation of the Eurasian lynx to a decline in prey availability. *Acta Theriologica*, 2008. **53**(1): p. 1-16.
39. Sidorovich, V.E., Relationship between prey availability and population dynamics of the Eurasian lynx and its diet in northern Belarus. *Acta Theriologica*, 2006. **51**(3): p. 265-274.
40. Valdmann, H., et al., Winter diets of wolf *Canis lupus* and lynx *Lynx lynx* in Estonia and Latvia. *Acta Theriologica*, 2005. **50**(4): p. 521-527.
41. Gervasi, V., et al., The spatio-temporal distribution of wild and domestic ungulates modulates lynx kill rates in a multi-use landscape. *Journal of Zoology*, 2014. **292**(3): p. 175-183.
42. Nilsen, E.B., et al., Climate, season, and social status modulate the functional response of an efficient stalking predator: the Eurasian lynx. *Journal of Animal Ecology*, 2009. **78**(4): p. 741-751.
43. Odden, J., et al., Gaupas predasjon på sau - en kunnskapsoversikt - NINA temahefte 57. 2014, NINA: Trondheim. p. 71.
44. Odden, J., E.B. Nilsen, and J.D.C. Linnell, Density of Wild Prey Modulates Lynx Kill Rates on Free-Ranging Domestic Sheep. *Plos One*, 2013. **8**(11).
45. Mattisson, J., J. Odden, and J.D.C. Linnell, A catch-22 conflict: Access to semi-domestic reindeer modulates Eurasian lynx depredation on domestic sheep. *Biological Conservation*, 2014. **179**: p. 116-122.
46. Serieys, L.E.K., et al., Anticoagulant rodenticides in urban bobcats: exposure, risk factors and potential effects based on a 16-year study. *Ecotoxicology*, 2015. **24**(4): p. 844-862.
47. Mattisson, J., et al., Predation or scavenging? Prey body condition influences decision-making in a facultative predator, the wolverine. *Ecosphere*, 2016. **7**(8).

48. Mattisson, J., et al., Influence of intraguild interactions on resource use by wolverines and Eurasian lynx. *Journal of Mammalogy*, 2011. **92**(6): p. 1321-1330.
49. Koskela, A., et al., The diet of breeding female wolverines (*Gulo gulo*) in two areas of Finland. *Acta Theriologica*, 2013. **58**(2): p. 199-204.
50. van Dijk, J., et al., Foraging strategies of wolverines within a predator guild. *Canadian Journal of Zoology*, 2008. **86**(9): p. 966-975.
51. Landa, A., et al., Wolverine and their prey in southern Norway. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie*, 1997. **75**(8): p. 1292-1299.
52. Scrafford, M.A., et al., Roads elicit negative movement and habitat-selection responses by wolverines (*Gulo gulo luscus*). *Behavioral Ecology*, 2018. **29**(3): p. 534-542.
53. Dalerum, F., et al., Diet of wolverines (*Gulo gulo*) in the western Brooks Range, Alaska. *Polar Research*, 2009. **28**(2): p. 246-253.
54. Inman, R.M. and M.L. Packila, Wolverine (*Gulo gulo*) Food Habits in Greater Yellowstone. *American Midland Naturalist*, 2015. **173**(1): p. 156-161.
55. Elmeros, M., T.K. Christensen, and P. Lassen, Concentrations of anticoagulant rodenticides in stoats *Mustela erminea* and weasels *Mustela nivalis* from Denmark. *Science of the Total Environment*, 2011. **409**(12): p. 2373-2378.
56. Seljetun, K.O., et al., Prevalence of Anticoagulant Rodenticides in Feces of Wild Red Foxes (*Vulpes Vulpes*) in Norway. *J Wildl Dis*, 2019.
57. Englund, J., Studies on food ecology of the red fox (*Vulpes vulpes*) in Sweden. *Swedish Wildlife (Viltrevy)*, 1965. **8**: p. 1-82.
58. Lund, J.M.K., The Red fox in Norway I - Survey of 551 red foxes collected, their size and sex ratio. *Meddelelser fra statens viltundersøkelser 1959*. **2**: p. 35.
59. Lindström, E., Food limitation and social regulation in a red fox population. *Holarctic ecology*, 1989. **12**(1): p. 70-79.
60. Lund, J.M.K., The Red fox in Norway II - The feeding habits of the red fox in Norway. *Meddelelser fra statens viltundersøkelser*, 1962. **2**(12): p. 73 s.
61. Elmhagen, B., M. Tannerfeldt, and A. Angerbjorn, Food-niche overlap between arctic and red foxes. *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne De Zoologie*, 2002. **80**(7): p. 1274-1285.
62. Killengreen, S.T., et al., The importance of marine vs. human-induced subsidies in the maintenance of an expanding mesocarnivore in the arctic tundra. *Journal of Animal Ecology*, 2011. **80**(5): p. 1049-1060.
63. Sanchez-Barbudo, I.S., P.R. Camarero, and R. Mateo, Primary and secondary poisoning by anticoagulant rodenticides of non-target animals in Spain. *Sci Total Environ*, 2012. **420**: p. 280-8.
64. Strand, O., et al., Dietary and Reproductive Responses of Arctic Foxes to Changes in Small Rodent Abundance. *Arctic*, 1999. **52**(3): p. 272-278.
65. Elmhagen, B., et al., The arctic fox (*Alopex lagopus*): an opportunistic specialist. 2000. **251**(2): p. 139-149.
66. Frafjord, K., Summer food habits of arctic foxes in the alpine region of southern Scandinavia, with a note on sympatric red foxes. *Annales Zoologica Fennici*, 1995. **32**: p. 111-116.
67. Macdonald, D.W. and L.A. Harrington, The American mink: the triumph and tragedy of adaptation out of context. *New Zealand Journal of Zoology*, 2003. **30**(4): p. 421-441.
68. Gerell, R., Food Selection in Relation to Habitat in Mink (*Mustela vison Schreber*) in Sweden. *Oikos*, 1967. **18**(2): p. 233-246.
69. Birks, J.D.S. and N. Dunstone, Sex-Related Differences in the Diet of the Mink *Mustela vison*. *Holarctic Ecology*, 1985. **8**(4): p. 245-252.
70. Fournier-Chambrillon, C., et al., Evidence of secondary poisoning of free-ranging riparian mustelids by anticoagulant rodenticides in France: implications for conservation of European mink (*Mustela lutreola*). *J Wildl Dis*, 2004. **40**(4): p. 688-95.
71. Ruiz-Suárez, N., et al., Rate of exposure of a sentinel species, invasive American mink (*Neovison vison*) in Scotland, to anticoagulant rodenticides. *Science of The Total Environment*, 2016. **569-570**(Supplement C): p. 1013-1021.

72. Herzke, D., T. Nygård, and E.S. Heimstad, Environmental pollutants in the terrestrial and urban environment 2015 2016, NILU - Norwegian Institute for Air Research Oslo. p. 2019.
73. Koivisto, E., et al., The prevalence and correlates of anticoagulant rodenticide exposure in non-target predators and scavengers in Finland. *Sci Total Environ*, 2018. **642**: p. 701-707.
74. Berny, P.J., et al., Field evidence of secondary poisoning of foxes (*Vulpes vulpes*) and buzzards (*Buteo buteo*) by bromadiolone, a 4-year survey. *Chemosphere*, 1997. **35**(8): p. 1817-29.
75. Martínez-Padilla, J., et al., A negative association between bromadiolone exposure and nestling body condition in common kestrels: management implications for vole outbreaks. 2017. **73**(2): p. 364-370.
76. Munday, J.S. and L.J. Thompson, Brodifacoum toxicosis in two neonatal puppies. *Vet Pathol*, 2003. **40**(2): p. 216-9.
77. Robinson, M.H., et al., Effect of the anticoagulant, pindone, on the breeding performance and survival of merino sheep, *Ovis aries*. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol*, 2005. **140**(3): p. 465-73.
78. Damin-Pernik, M., et al., Management of Rodent Populations by Anticoagulant Rodenticides: Toward Third-Generation Anticoagulant Rodenticides. 2017. **45**(2): p. 160-165.

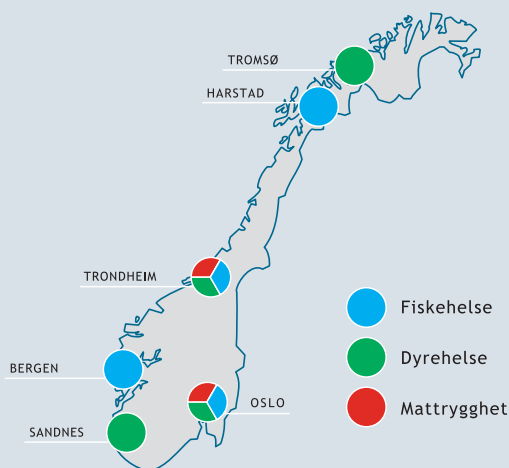


*Faglig ambisjøs, fremtidsrettet og samspillende - for én helse!*

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](http://www.vetinst.no)



**Veterinærinstituttet**  
Norwegian Veterinary Institute