

2170

NINA Rapport

## Ny nasjonal smånagerovervåking i fjell basert på kamerafeller

Forslag til innsamlingsdesign og dataprosessering

Eivind Flittie Kleiven, Erik Framstad, Vegar Bakkestuen, Hanna Böhner, Benjamin Cretois, Francesco Frassinelli, Rolf Anker Ims, Jane U. Jepsen, Eeva M. Soininen og Nina E. Eide



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på engelsk, som NINA Report.

### **NINA Temahefte**

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Ny nasjonal smånagerovervåking i fjell basert på kamerafeller

Forslag til innsamlingsdesign og dataprosessering

Eivind Flittie Kleiven, Erik Framstad, Vegar Bakkestuen, Hanna Böhner, Benjamin Cretois, Francesco Frassinelli, Rolf Anker Ims, Jane U. Jepsen, Eeva M. Soininen og Nina E. Eide

Kleiven, E.F., Framstad, E., Bakkestuen, V., Böhner, H., Cretois, B., Frassinelli, F., Ims, R.A., Jepsen, J.U., Soininen, E.M. & Eide, N.E. 2022. Ny nasjonal smågnagerovervåking i fjell basert på kamerafeller. Forslag til innsamlingsdesign og dataprosessering. NINA Rapport 2170. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, oktober 2022

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4963-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Nigel Yoccoz

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Svein-Håkon Lorentsen (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

M-2360|2022

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Hanna Nyborg Støstad

FORSIDEBILDE

Sjekk av kamera på Varangerhalvøya i 2015. © Leif Einar Støvern, UiT Norges Arktiske Universitet

NØKKEWORD

Norge, fjell, smågnagere, overvåking, kamerafeller, arealdekning

KEY WORDS

Norway, mountains, small rodents, monitoring, camera traps, geographic coverage

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**  
Postboks 5685 Torgarden  
7485 Trondheim  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Oslo**  
Sognsveien 68  
0855 Oslo  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Tromsø**  
Postboks 6606 Langnes  
9296 Tromsø  
Tlf: 77 75 04 00

**NINA Lillehammer**  
Vormstuguvegen 40  
2624 Lillehammer  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Bergen**  
Thormøhlens gate 55  
5006 Bergen  
Tlf: 73 80 14 00

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Kleiven, E.F., Framstad, E., Bakkestuen, V., Böhner, H., Cretois, B., Frassinelli, F., Ims, R.A., Jepsen, J.U., Soininen, E.M. & Eide, N.E. 2022. Ny nasjonal smågnagerovervåking i fjell basert på kamerafeller. Forslag til innsamlingsdesign og dataprosessering. NINA Rapport 2170. Norsk institutt for naturforskning.

Denne rapporten presenterer et forslag til et nytt nasjonalt overvåkingsprogram for smågnagere i fjell basert på kamerafeller. Utredningen er bestilt av Miljødirektoratet. Overordnet målsetting for overvåkingsprogrammet er å bidra med data til smågnagerindikatoren i fagsystemet for økologisk tilstand i fjell. Programmet skal så langt mulig, dekke variasjonen i regionale og lokale klimaforhold, samt andre naturgitte forhold, for å kunne vurdere effekter av påvirkningsfaktorer dersom det oppstår endringer i smågnagerbestandene over tid. Resultater fra programmet skal kunne brukes i vurderingen av bevaringstiltak for fjellrev, snøugle og dvergås.

Ny nasjonal smågnagerovervåking foreslås basert på vel 50 lokaliteter som dekker alle sentrale fjellområder og et utvalg av mer perifere fjellområder i øst, vest og langs kysten. Disse lokalitetene vil gi bestandsdata for smågnagere som tilfredsstillende alle formålene med overvåkingsprogrammet. Lokalitetene er videre prioritert ut fra hvor godt de dekker overvåkingsformålene og i hvilken grad det allerede finnes dataserier for lokale smågnagerbestander i nærheten. Tolv lokaliteter med *prioritet I* dekker i hovedsak sentrale fjellområder fra sør til nord, viktige områder for fjellrev og har eksisterende dataserier for smågnagere. Seksten lokaliteter med *prioritet II* supplerer de foregående, spesielt ved å dekke større deler av klimagradienten fra oseaniske til kontinentale områder. Tjuefem lokaliteter med *prioritet III* utfyller de foregående ved å øke dekningsgraden av ulike fjellområder. Endelig plassering av lokalitetene må vurderes etter feltbefaring.

Innen hver overvåkningslokalitet foreslås et romlig hierarkisk overvåkningsdesign. På lokalitetsnivå bør overvåkingen dekke de sentrale habitatene (lynghei, tuemark, snøleier) for de viktigste smågnagerartene i fjell: gråsidemus, lemen, markmus/fjellmarkmus. Samtidig bør både lav- og mellomalpin sone dekkes. Innen hvert habitat og hver klimasone anbefales seks kamerafeller (romlige replikater), dvs. i alt 36 kamerafeller pr. lokalitet. Dette vil med stor sannsynlighet være tilstrekkelig til å få en god indeks for bestandsstørrelse for alle de viktigste smågnagerartene for hvert habitat og klimasone innen hver overvåkningslokalitet, selv med noe datatap som følge av tekniske feil.

Den fulle versjonen av overvåkingsprogrammet bør omfatte de aller fleste av de foreslåtte lokalitetene. Noen få lokaliteter som anses å dekke marginale fjellområder kan ev. utelates. For en nedskalert versjon av overvåkingen anbefales å bruke alle lokaliteter med *prioritet I* eller *II*. En minimumsversjon av overvåkingen bør omfatte lokalitetene med *prioritet I*, ev. supplert med noen med *prioritet II* som er mest relevante for arbeidet med å bevare fjellrev. I utgangspunktet foreslås ingen reduksjon av overvåkningsdesignet pr. lokalitet, men det anbefales en evaluering av programmet etter fem års drift, for å vurdere om det er forsvarlig å redusere antall kamerafeller pr. lokalitet.

Andre initiativer som kan gi supplerende informasjon om utbredelsen av smågnagertopper, er gjennomgått og vurdert. Det vil kreve nærmere vurdering av disse initiativenes observasjonsinnsats og metoder for å kunne vurdere nytten av slik informasjon for det foreslåtte overvåkingsprogrammet.

I rapporten beskrives fullstendig arbeidsflyt fra innhenting av minnekort til et ferdig kvalitetssikret og tilgjengeliggjort datasett med bestandsindeks for ulike smågnagere. Denne arbeidsflyten kombinerer maskinlæring for automatisk bildeklassifisering med manuell kontroll av utvalgte bilder. Det vil i oppstarten være behov for tilrettelegging av treningsdata til utvikling av en ny maskinlæringsmodell, samt kvalitetssikring av modellklassifiseringene.

Overvåkingsprogrammet bør koordineres av en faginstusjon som støttes av et bredere faglig råd. Driften av programmet i felt bør i størst mulig grad koordineres med eksisterende feltapparat (f.eks. SNO) for å oppnå både logistiske og faglige synergier med andre overvåkingsprogrammer. Det er videre estimert en budsjetttramme for de tre alternative overvåkingsoppleggene, full versjon, nedskalert versjon og minimumsversjon. Noe utviklingsarbeid vil kreves i oppstarten av programmet. Det er fremfor alt store investeringskostnader knyttet til kamerainnkjøp, deretter kostnader til årlig drift varierende fra litt under 2,5 millioner i en minimumsversjon til nesten 11 millioner i full versjon.

Benjamin Cretois ([benjamin.cretois@nina.no](mailto:benjamin.cretois@nina.no)), Nina E. Eide ([nina.eide@nina.no](mailto:nina.eide@nina.no)), Francesco Frassinelli ([francesco.frassinelli@nina.no](mailto:francesco.frassinelli@nina.no)), NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim  
Vegar Bakkestuen ([vegar.bakkestuen@nina.no](mailto:vegar.bakkestuen@nina.no)), Erik Framstad ([erik.framstad@nina.no](mailto:erik.framstad@nina.no)), NINA, Sognsveien 68, 0855 Oslo

Jane U. Jepsen ([jane.jepsen@nina.no](mailto:jane.jepsen@nina.no)), NINA, Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø  
Eivind Flittie Kleiven ([eivind.kleiven@nina.no](mailto:eivind.kleiven@nina.no); [eivind.f.kleiven@uit.no](mailto:eivind.f.kleiven@uit.no)), NINA, Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø; Universitetet i Tromsø, Postboks 6050 Langnes, 9037 Tromsø  
Hanna Böhner ([hanna.bohner@uit.no](mailto:hanna.bohner@uit.no)), Rolf Anker Ims ([rolf.ims@uit.no](mailto:rolf.ims@uit.no)), Eeva M. Soininen ([eeva.soininen@uit.no](mailto:eeva.soininen@uit.no)), Universitetet i Tromsø, Postboks 6050 Langnes, 9037 Tromsø

## Abstract

Kleiven, E.F., Framstad, E., Bakkestuen, V., Böhner, H., Cretois, B., Frassinelli, F., Ims, R.A., Jepsen, J.U., Soininen, E.M. & Eide, N.E. 2022. New national monitoring of small rodents in Norwegian Arctic and Alpine tundra based on camera traps. Proposed sampling design and data processing. NINA Report 2170. Norwegian Institute for Nature Research.

This report presents a proposal for a new national monitoring program for small rodents in mountains, based on camera traps. The report was commissioned by the Norwegian Environment Agency. The overall objective of the monitoring programme is to contribute data to the small rodent indicator for the assessment of ecological condition in tundra ecosystems. The programme shall, as far as possible, cover variations in regional and local climate conditions, as well as other natural conditions, to assess the effects of impact factors on possible changes in small rodent populations over time. Results from the programme can also be used in the assessment of conservation measures for Arctic foxes, snowy owls and lesser white-fronted geese.

The new national small rodent monitoring is proposed to be based on over 50 sites covering all central mountain areas and a selection of more peripheral alpine areas in the east, west and along the coast. These sites will provide population data for small rodents that satisfy all the objectives of the monitoring programme. The sites are also prioritised based on how well they cover the monitoring objectives and whether data series for small rodent populations are available in the vicinity. Twelve *priority I* sites mainly cover central alpine areas from the south to alpine and Arctic areas in the north, important areas for Arctic foxes and have existing data series for small rodents. Sixteen *priority II* sites supplement the previous ones, particularly by covering larger parts of the climate gradient from oceanic to continental areas. The twenty-five *priority III* sites further increase the coverage of various mountainous areas. The final location of the sites must be considered after field inspection.

Within each site, a spatial hierarchical monitoring design is proposed. At the site level, monitoring should cover the central habitats (heathlands, tussocks, snow beds) for the main small rodent species in Norwegian tundra ecosystems (grey-sided vole *Myodes rufocanus*, Norwegian lemming *Lemmus lemmus*, field vole *Microtus agrestis* and tundra vole *Microtus oeconomus*). Both the low and middle alpine zones should be covered. Within each habitat and climate zone, six camera traps (spatial replicas) are recommended, i.e., a total of 36 camera traps per site. This will most likely be sufficient to obtain a good population size index for all important small rodent species for each habitat and climate zone within each monitoring site, even with some data loss due to technical malfunction.

The full version of the monitoring programme should include most of the proposed sites. A few sites considered to cover marginal mountain areas may be omitted. A scaled-down version of the monitoring should include all sites of *priority I* or *II*. A minimum version should include sites of *priority I*, possibly supplemented by some of *priority II* that are most relevant for conservation of Arctic foxes. Initially, no reduction in the monitoring design per site is proposed, but an evaluation of the program after five years of operation is recommended to assess whether it is prudent to reduce the number of camera traps per site.

Other initiatives that may provide supplementary information on the distribution of small rodent peaks have been reviewed and assessed. Further assessment of these initiatives' observation efforts and methods will be required to assess the benefits of such information for the proposed monitoring programme.

The report describes the complete workflow from collecting memory cards to a ready-made quality-assured and accessible dataset set with abundance indexes for various small rodent species. This workflow combines machine learning for automatic image classification with manual control



of selected images. Initially, adaptation of training data for the development of a new machine learning model will be needed, as well as quality assurance of the model classifications.

The monitoring programme should be coordinated by a research institution supported by a broader scientific council. The field operation of the programme should as far as possible be coordinated with existing field activities (e.g., by the Norwegian Nature Inspectorate), to achieve both logistical and scientific synergies with other monitoring programmes. An overall budget has been estimated for the three alternative monitoring schemes, the full version, the scaled-down version, and the minimum version. Some development work will be required at the start of the programme. Initial costs associated with camera procurement are particularly large, followed by annual operation costs varying from just under 2.5 million NOK in a minimum version to almost 11 million NOK in full version.

Benjamin Cretois ([benjamin.cretois@nina.no](mailto:benjamin.cretois@nina.no)), Nina E. Eide ([nina.eide@nina.no](mailto:nina.eide@nina.no)), Francesco Frassinelli ([francesco.frassinelli@nina.no](mailto:francesco.frassinelli@nina.no)), NINA, Postboks 5685 Torgarden, NO-7485 Trondheim

Vegar Bakkestuen ([vegar.bakkestuen@nina.no](mailto:vegar.bakkestuen@nina.no)), Erik Framstad ([erik.framstad@nina.no](mailto:erik.framstad@nina.no)), NINA, Sognsveien 68, NO-0855 Oslo

Jane U. Jepsen ([jane.jepsen@nina.no](mailto:jane.jepsen@nina.no)), NINA, Postboks 6606 Langnes, NO-9296 Tromsø

Eivind Flittie Kleiven ([eivind.kleiven@nina.no](mailto:eivind.kleiven@nina.no); [eivind.f.kleiven@uit.no](mailto:eivind.f.kleiven@uit.no)), NINA, Postboks 6606 Langnes, NO-9296 Tromsø; Universitetet i Tromsø, Postboks 6050 Langnes, NO-9037 Tromsø

Hanna Böhner ([hanna.bohner@uit.no](mailto:hanna.bohner@uit.no)), Rolf Anker Ims ([rolf.ims@uit.no](mailto:rolf.ims@uit.no)), Eeva M. Soininen ([eeva.soininen@uit.no](mailto:eeva.soininen@uit.no)), Universitetet i Tromsø, Postboks 6050 Langnes, NO-9037 Tromsø



# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>5</b>
<b>Forord</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>10</b>
<b>2 Tilnærming og metoder</b> .....	<b>13</b>
2.1 Smågnagersamfunnet i fjell.....	13
2.2 Utvalg av fjellregioner for overvåking .....	14
2.3 COATs overvåkingsdesign som modell for overvåking innen fjellregioner.....	20
2.4 Generaliserbart romlig design for nasjonal overvåking .....	22
2.5 Lokal plassering av kamerafeller.....	22
2.6 Innhenting og systematisering av annen informasjon om smågnagere .....	23
2.7 Arbeidsflyt fra kamerabrikker til indikatorer for smågnagere.....	23
<b>3 Utvalg av overvåkingslokaliteter for fjellområder i Norge</b> .....	<b>26</b>
3.1 Geografiske regioner og fjellregioner .....	26
3.2 Miljøvariasjon innen de enkelte fjellregionene .....	26
3.3 Fjellområder med betydning for fjellrev og andre forvaltningsrelevante arter.....	30
3.4 Plassering av overvåkingslokaliteter pr. region.....	30
3.5 Prioritering av overvåkingslokaliteter.....	36
<b>4 Lokal overvåkingsdesign og plassering av kamerafeller</b> .....	<b>41</b>
4.1 Lokal overvåkingsdesign .....	41
4.2 Plassering av kamerafeller i terrenget.....	42
<b>5 Nedskalering fra fullt overvåkingsdesign</b> .....	<b>44</b>
5.1 Redusert antall overvåkingslokaliteter.....	44
5.2 Redusert innsats pr. overvåkingslokalitet.....	44
<b>6 Innhenting og systematisering av annen informasjon om smågnagere</b> .....	<b>46</b>
6.1 Pågående registreringer og smågnagerobservasjoner.....	46
6.2 Andre aktuelle observasjonsdata for smågnagere.....	47
6.3 Vurdering av egnethet og relevans av observasjons data .....	50
<b>7 Plan for datahåndtering – fra kamera til bestandsindekser</b> .....	<b>52</b>
7.1 Halvautomatisert arbeidsflyt .....	52
7.1.1 Modelltrening .....	52
7.1.2 Arbeidsflyten for bildeklassifisering .....	53
7.2 Kamerafellebaserte bestandsindekser .....	55
7.3 Datalagring og tilgjengeliggjøring .....	56
<b>8 Organisering, drift og kostnader for ny smågnagerovervåking</b> .....	<b>57</b>
8.1 Etablering.....	57
8.2 Årlig drift.....	58
8.3 Første gjennomkjøring av arbeidsflyten fra kamera til bestandsindeks.....	59
8.4 Revisjon av programmet etter fem års drift .....	59
8.5 Organisering .....	60
<b>9 Oppsummering og konklusjoner</b> .....	<b>62</b>
<b>10 Referanser</b> .....	<b>64</b>

**Vedlegg 1 Mønstre i miljøvariasjon for de enkelte fjellregionene.....68**  
**Vedlegg 2 Kart for miljøvariasjon av mulig betydning for smånagere .....72**

## Forord

Smågnagere utgjør en viktig del av økosystemene i fjellet og i nordlige skoger ved at deres store mellomårs bestandsvariasjoner har stor påvirkning på vegetasjonen, reproduksjonen til rovdyr og rovfugler, samt indirekte også på en rekke andre arter. Følgelig har smågnagere ofte vært gjenstand for overvåking og langsiktige bestandsstudier. Indikatorer basert på data om smågnagerbestandene har også inngått i bredere vurderinger av tilstanden for biologisk mangfold (Naturindeksen for Norge) og økologisk tilstand (jf. Nybø & Evju 2017).

For å forbedre representativiteten for data om smågnageres bestandsdynamikk i slike vurderinger av økologisk tilstand og biologisk mangfold har Miljødirektoratet ønsket å få på plass en landsdekkende overvåking av smågnagerbestandene. Miljødirektoratet inviterte ulike fagmiljøer til et seminar 16. mars 2022 om erfaringer og mulig framtidig opplegg for slik smågnagerovervåking. Ut fra diskusjonene på dette seminaret utlyste Miljødirektoratet et oppdrag om utvikling av ny nasjonal smågnagerovervåking i fjell basert på kamerametodikk (saksnummer 2022/4968). NINA og Universitet i Tromsø (UiT) la inn et felles tilbud om utvikling av slik smågnagerovervåking og ble 12. mai 2022 tildelt kontrakt for oppdraget.

I gjennomføringen av oppdraget har NINA ved Nina E. Eide vært prosjektleder. Både NINA og UiT har bidratt fullt ut med vurderinger og tekst til hele rapporten. Eivind F. Kleiven har tidligere arbeidet som stipendiat ved UiT med overvåking av smågnagere som sitt spesialfelt og har i prosjektet vært ansatt i NINA som hovedansvarlig for sammenskriving av rapporten, sammen med Erik Framstad (NINA). Ellers har følgende bidratt med tekst til ulike deler av rapporten: Nina E. Eide (NINA), Hanna Böhner (UiT) og Rolf Ims (UiT). Vegar Bakkestuen (NINA) har laget kartgrunnlag for fordeling av overvåkingslokaliteter. Eeva Soininen (UiT), Jane U. Jepsen (NINA), Francesco Frassinelli (NINA) og Benjamin Cretois (NINA) har gitt innspill til ulike deler av rapporten.

Arbeidet er gjennomført i løpet av sommeren og tidlig høst 2022. Rapporten foreslår hvordan en landsdekkende overvåking av smågnagere i fjellet bør legges opp, og skisserer etter ønske fra oppdragsgiver tre ulike versjoner: en full versjon, en nedskalert versjon og en minimumsversjon. Dette omfatter geografisk plassering av overvåkingslokaliteter, plassering av kamerafeller innen hver overvåkingslokalitet, ev. bruk av annen informasjon om smågnageres bestander, hele prosessen fra innsamling av bilder fra kameraene til utvikling av økologiske variabler til videre bruk i tilstandsvurderinger og forskning, samt organisering og kostnader ved oppstart og i løpende drift. Vi gir forslag til omtrentlig lokalisering av overvåkingslokaliteter og beskriver generelle hensyn ved plassering av kameraer. Presis plassering av lokaliteter og kameraer krever imidlertid informasjon fra feltbefaring for å sikre at aktuelle krav til miljøforhold, logistikk og kostnader er tilfredsstillt.

Vi vil takke Nigel G. Yoccoz for gode faglige innspill som virkelig forbedret rapporten.

Kontaktperson i Miljødirektoratet har vært Hanna Nyborg Støstad.

Trondheim, Tromsø  
14. oktober 2022

Nina E. Eide  
(prosjektleder)

# 1 Innledning

## Bakgrunn

Smågnagerne spiller en nøkkelrolle i fjell- og tundrøkosystem på grunn av deres sterke påvirkning på andre arter (Ims & Fuglei 2005). De er kjent for sine sterke bestandssvingninger hvor man i bunnår nesten ikke ser smågnagere i norske fjell, mens de i toppår tilsynelatende oversvømmer fjellområdene våre. I bestandstoppene kan smågnagerne ha kraftig påvirkning på plantesamfunnet (Olofsson mfl. 2012) og regnes for å medvirke til å opprettholde enkelte vegetasjonstyper (f.eks. i snøleier, Virtanen mfl. 1997) og gi høyere artsdiversitet (Olofsson mfl. 2005). For predatorer i fjellet som bl.a. fjellrev, snøugle og smågnagerspesialistene røyskatt og snømus er smågnagertoppene spesielt viktige for ungeproduksjon (Hagen 1952, Ims & Fuglei 2005). Gnagerne påvirker også alternative byttedyr (f.eks. rype og dverggås) fordi de deler predatorer (Henden mfl. 2020, Marolla mfl. 2019). Dette gjør at god kunnskap om smågnagerbestandene er en forutsetning for å forstå tilstanden til fjelløkosystemet og er et viktig element i forvaltningen av fjellarter som høstes (f.eks. rype og hare) eller er rødlistet (f.eks. fjellrev, snøugle og dverggås).

Data for smågnagerbestandene inngår i en rekke indikatorer for økologisk tilstand (ØT) for fjell og tundra i Norge (Framstad mfl. 2022, Pedersen mfl. 2022). Disse indikatorene er igjen viktige for tolkningen av andre biotiske ØT-indikatorer, der smågnagere har en antatt viktig påvirkningsrolle. En rekke abiotiske ØT-indikatorer (f.eks. snødekke og bakkeis) er også forventet å være klimarelaterte drivere av smågnagerdynamikken. Overvåking av disse påvirkningsfaktorene på samme lokaliteter som smågnagerbestandene vil være sentralt for å kunne vurdere eventuelle endringer i smågnagerindikatorerne og relatert biotiske indikatorer.

Kunnskap om smågnagere i fjell/tundra er helt sentralt i forvaltnings-, bevarings- og overvåkingsprosjekter for fjellrev (NINA, COAT), ryper (hønsefuglportalen, COAT), dverggås (Birdlife Norge), kongeørn (NINA, COAT, Rovfuglgruppa i Vest-Finnmark, Rovdata) og snøugle (COAT, NINA, UIA og BirdLife Norge).

Inntil nylig var klappfellefangst standard overvåkingsmetode for smågnagere i Skandinavia (Ehrich mfl. 2019, Soininen mfl. under arbeid). Klappfellefangst er imidlertid etisk svært problematisk samtidig som dataene har flere begrensninger, spesielt med tanke på tidsmessig oppløsning og lav fangbarhet hos en viktig art som lemen. Dette har ledet til utvikling av nye overvåkingsmetoder. Kamerafeller utviklet av Klima-økologisk Observasjonssystem for Arktisk Tundra (COAT) (jf. kap. 2.3) har vist seg effektive i overvåking av smågnagere. Kamerafellene registrerer kontinuerlig hele det lokale samfunnet av småpattedyr (inkludert spissmus og små mårdyr) året rundt, inkludert under snøen på vinteren (Soininen mfl. 2015, Mölle mfl. 2021). Kamerabasert overvåking gir dermed en unik mulighet til å dokumentere smågnageres påvirkninger på andre arter og artssamfunn i fjelløkosystemet på de mest relevante årstidene. Rovdyr som snøugle og fjellrev er spesielt avhengig av vårtettheten av smågnagere for vellykket reproduksjon, mens plantene påvirkes ulikt av beiting sommer og vinter (Ravolainen mfl. 2014). Vårtetthet av smågnagere har også vist seg å være en viktig prediktor i modeller som nå brukes for å forutsi den jaktbare bestanden av liryper i Finnmark på høsten (Henden mfl. 2020).

Kamerafellene designet av COAT gir også informasjon om flere klimarelaterte faktorer som forventes å påvirke bestandsdynamikken til smågnagerne (Möller mfl. 2021). Timelapsbilder med temperaturmålinger gir informasjon om lokale snøforhold (snødekkets varighet) og snøsmeltingshendelser (vinterregn) i løpet av vinteren. I tillegg er informasjonen kameraene fanger opp om små mårdyr (røyskatt og snømus), spesielt viktig ettersom disse artene antas å være viktige drivere av smågnagersyklusene. I det hele tatt gir kamerafellene data som belyser trender og dynamikk i hele det alpine og Arktiske småpattedyrsamfunnet (smågnagere, små mårdyr og spissmus).

Kameraovervåking av smågnagere har også noen utfordringer. Dyrene har ingen individspesifikke tegn, noe som gjør at man ikke kan vite om det er samme individ som ses på kamerabildene gjentatte ganger eller om det er et nytt individ hver gang. Slike data antas ofte å bare gi informasjon om tilstedeværelse/fravær og analyseres med occupancy-modeller (Mackenzie mfl. 2002). Mange økologiske spørsmål kan besvares ved å analysere romlige mønster i tilstedeværelse eller fravær av arter. Likevel er tilstedeværelse/fravær et mindre informativt mål enn for eksempel et mål for bestandsstørrelse (abundans). Et mål på faktisk bestandsstørrelse og ikke bare romlig utbredelse av en art vil være spesielt viktig når informasjon om smågnagerbestandene skal brukes i vurdering av økologisk tilstand og forvaltning av andre arter.

COATs kamerafeller har bevegelsessensorer som gjør at det tas bilder når småpattedyr passerer gjennom fella. En rimelig antakelse er at antall passeringer er positivt relatert til abundans. Kalibrering av antall kamerafellepasseringer og abundansestimater fra fangst-gjenfangst med levendefeller er nettopp gjennomført for de to viktigste museartene i skandinaviske fjell, gråside-mus og fjellmarkmus (Kleiven mfl. under vurdering). Dette kalibreringsstudiet viser at antall kamerapasseringer har en god sammenheng med abundans for begge disse artene, gitt at data sammenstilles på hensiktsmessig måte for hver enkelt art.

### Formål og tilnærming

I denne rapporten presenterer vi et forslag til et nasjonalt overvåkingsprogram for smågnagere i fjell basert på kamerafeller, der COATs erfaringer med bruk av og datafangst fra slike feller er lagt til grunn. Overordnet målsetting er at overvåkingsprogrammet skal kunne gi informasjon om smågnageres bestandsstørrelse og -utvikling på en slik måte at overvåkingsprogrammet kan bidra til følgende formål:

- Bidra med nasjonale data til smågnagerindikatoren i fagsystemet for økologisk tilstand i fjell.
- Gi informasjon om variasjon i populasjonsstørrelse for de viktigste smågnagerartene i fjellet mellom årstider og år.
- Gi grunnlag for å dokumentere utviklingen av smågnagerbestander over tid og vurdere effekter av påvirkningsfaktorer.
- Dokumentere eventuelle forskjeller i smågnagerbestander mellom geografiske områder, klimagradienter og relevante habitattyper i Norge, både i enkeltår og over tid.
- Gi informasjon om smågnagersyklusens fase på fjellområdenivå, som også kan brukes for å predikere forekomst kommende vinter/vår. Slik informasjon brukes i dag for å optimalisere bevaringstiltak for fjellrev, snøugle og dverggås, og har også relevans for forvaltningen av hønsefugl.

Overvåkingen skal så langt som mulig dekke variasjonen i regionale og lokale klimaforhold, andre naturgitte forhold og menneskelig påvirkning av betydning for smågnagersamfunnets struktur og dynamikk.

Nedenfor gjennomgår vi hvordan lokale overvåkingslokaliteter kan plasseres innen de enkelte fjellregionene for å dekke variasjon i regionale miljøforhold og eventuell samlokalisering med overvåking av andre forvaltningsprioriterte arter. Vi beskriver videre hvordan kamerafeller kan plasseres innen hver overvåkingslokalitet for å dekke egnete smågnagerhabitater og lokale klimagradienter. Den konkrete plassering av hver overvåkingslokalitet og av kamerafeller innen hver lokalitet krever imidlertid feltbefaringer for å sikre ønsket dekning av lokale miljøforhold og tilpasset logistikk for plassering av kamerafeller. Slike feltbefaringer faller utenfor rammen av dette prosjektet. Vi gir derfor en omtrentlig anbefalt plasseringen av overvåkingslokaliteter og angir hvilke forhold som særlig bør vektlegges ved konkret plassering av kamerafeller i terrenget.

I utgangspunktet foreslår vi et overvåkingsopplegg som tilfredsstillende de ulike behovene som Miljødirektoratet har beskrevet at overvåkingen skal dekke. I tillegg foreslår vi et nedskalert opplegg der dekningen av ulike miljø- og påvirkningsgradier er redusert, men slik at opplegget fremdeles kan gi dekkende data for de enkelte geografiske regionene brukt i vurderingen av økologisk

tilstand. Endelig foreslås et minimumsopplegg, som f.eks. kan tenkes lagt til grunn ved oppstart av overvåkingsprogrammet. Minimumsopplegget skal fremdeles kunne gi meningsfulle data på regionnivå, men vil være heftet med større usikkerhet på grunn av vesentlig lavere geografisk dekning.

I tillegg til å foreslå et opplegg for selve overvåkingen, foreslår vi også hvordan annen informasjon om smånagerbestander kan systematiseres og integreres i en samlet vurdering av smånageres bestandsdynamikk i fjellområdene.

Som del av overvåkingsopplegget foreslår vi hvordan de store datamengdene fra kamerafellene kan organiseres i en rasjonell produksjonsprosess fra automatisert analyse av bilder, via sammenstilling av data fra bildene til mål for smånagerens bestandsstørrelse, til kvalitetssikring, lagring og tilgjengeliggjøring av grunndata og avledete variabler.

## 2 Tilnærming og metoder

### 2.1 Smågnagersamfunnet i fjell

#### Hvem og hvor?

Smågnagersamfunnet i norske fjell består av flere arter i våndfamilien med ulik diet, habitatpreferanse og mønstre i områdebruk. Lemen er kanskje den mest kjente arten på grunn av sine store bestandstopper og synlighet. Lemen finnes i hovedsak på den alpine og arktiske tundraen. I den alpine sonen finnes lemen i både lavalpin og mellomalpin sone, da mose kan utgjøre en vesentlig del av dietten deres om vinteren. Lite er kjent om deres habitatpreferanser, men man tror at de foretrekker frodige snøleier med innslag av starr og urter med et tykt snølag gjennom vinteren som beskytter mot lave temperaturer og rovdyr (Kalela mfl. 1971, Henttonen & Kailulaso 1993). På sommeren er det antatt at lemen foretrekker områder med frodig tuemark, igjen med store innslag av starr og urter. I de store toppårene trekker lemen ut av sine foretrukne habitater og sprer seg inn i så å si alle habitater, også langt ned i den boreale sonen. I tillegg til lemen (slekten *Lemmus*) finnes også slektene *Myodes* (gråsidemus, rød mus og klatremus) og *Microtus* (markmus og fjellmarkmus) i utstrakt grad i norske fjell. I *Myodes*-slekten er gråsidemus den dominerende arten i fjellet, men med størst bestand og utbredelse i Nord-Norge. Gråsidemusas foretrukne habitat i fjell er lynchhei, gjerne dominert av blåbær (Hämbeck mfl. 1998, Soinen mfl. 2018). Dette gjør at den stor sett bare finnes i den lavalpine sonen i fjellet. I *Microtus*-slekten er artene markmus og fjellmarkmus økologisk veldig like og konkurrerer om egnet habitat der de forekommer sammen. De er kanskje de mest habitatspesifikke artene i smågnagersamfunnet i norske fjell. De foretrekker frodig eng og myr med store innslag av starr og urter. Markmusa kan finnes også i noe fattigere, mer lynchrike habitater der den utkonkurreres av fjellmarkmusa fra frodigere habitater (Tast 1968).

#### Synkrone svingninger

Smågnagere er kjent for å ha synkrone bestandssvingninger med sammenfall av år med store bestander over store områder. Noen studier har antydnet at smågnagersvingningene kan være synkronisert i områder opp mot 1200 km fra hverandre (Henden mfl. 2009). I artsspesifikke analyser er det funnet at klatremus kan ha synkrone svingninger over avstander på opptil 40 km (Steen mfl. 1996), mens lemenbestandene kan svinge synkront over mye større områder (Angerbjörn mfl. 2001). Skalaen for synkronitet kan endres over tid (Henden mfl. 2009), noe som kan skyldes endringer i klima (Nicolau mfl. 2022). Skalaen for synkronitet kan ha betydning for rovdyrarter med metapopulasjonsdynamikk – slik som fjellrev – og vil også være relevant for den romlige fordelingen av overvåkingslokaliteter i et nasjonalt overvåkingsprogram for smågnagere.

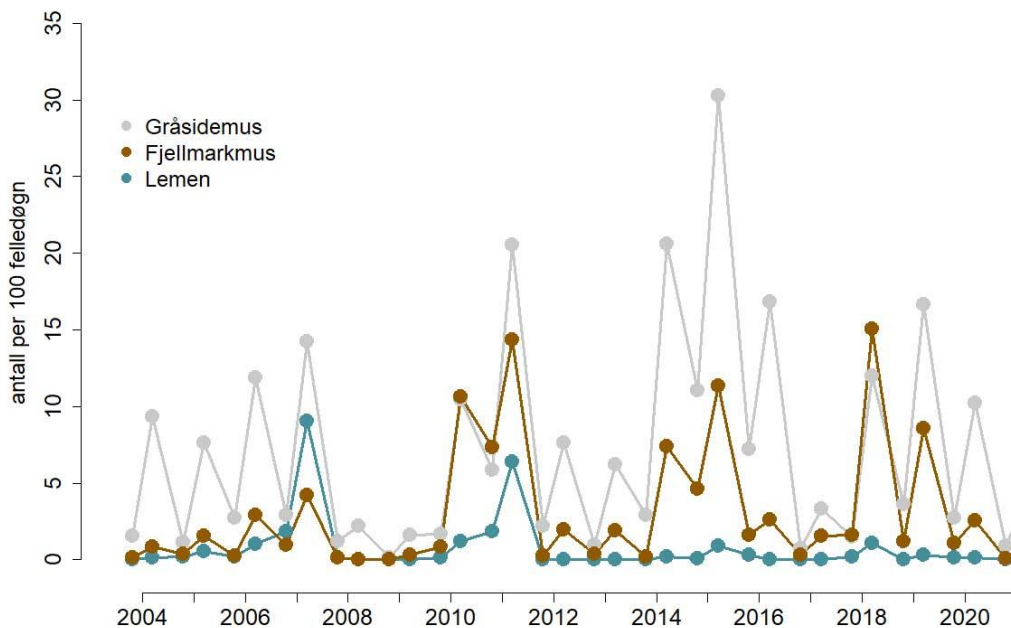
Selv om smågnagersamfunnet i norske fjell består av flere arter med ulikheter både i diet, sosiale strukturer og foretrukne habitater, er hele samfunnet innen et lokalt område kjent for å ha synkrone bestandssvingninger (**figur 2.1**). Imidlertid er det stor variasjon i den relative mengden av de forskjellige artene i ulike bestandstopper (**figur 2.1**). Flere har pekt på at lemen muligens kan være mer sårbar for milde vintre enn de andre smågnagerartene (Ims mfl. 2011). Lemen har lenge vært kjent for ofte å ha lave bestander selv når andre smågnagerarter har store bestandstopper (Ims mfl. 2008). Slike forskjeller mellom artene er viktige å fange opp ettersom flere interaksjoner i næringsnett, både mellom smågnagere og rovdyr og smågnagere og planter, er artsspesifikke.

#### Relasjon til rovdyr

Lemen spiller en særlig viktig rolle for smågnagerspesialistene blant fjellets rovdyr. Fjellrev synes å respondere sterkest på gode lemenår, sammenliknet med år med store forekomster av *Myodes* og/eller *Microtus* uten lemen (Ims mfl. 2017). Det samme synes å gjelde for snøugle, som i liten grad går til hekking i norske fjell uten store mengder med lemen. Dette er noe annerledes for de mindre spesialiserte rovdyrene i fjellet, der for eksempel rødrev, fjellvåk og fjelljo responderer sterkt også på store forekomster av *Myodes* og/eller *Microtus* (Henden mfl. 2009, Hellström mfl.



2014, Ims mfl. 2017). Det er usikkert hva disse forskjellene skyldes, men det kan ha sammenheng med artsspesifikke jaktmetoder eller habitatforskjeller.



**Figur 2.1** Bestands-utvikling hos lemen, gråsidemus og fjellmarkmus på Varangerhalvøya, målt med klappfellefangst to ganger i året (vår og høst). Kilde: COAT.no.

## 2.2 Utvalg av fjellregioner for overvåking

### Avgrensning av fjellarealene

Målsettingen for den foreslåtte overvåkingen av smågnagere er å skaffe data for smågnagernes bestandsendringer i fjellet. Med 'fjell' forstår vi vanligvis de åpne områdene over skoggrensa. Disse områdene omfatter både fastmark, våtmark, ferskvann og varig snø og is, men for smågnagere er det i hovedsak fastmark og dels våtmark som har betydning som habitat.

Skoggrensa utgjør skillet mellom fjellet og lavereliggende områder med skog, myr og annen åpen mark. Selve skoggrensa kan defineres på forskjellig vis, dels som en empirisk skoggrens basert på dagens sammenhengende skogdekke, og dels ut fra bioklimatiske forhold som begrenser trærnes vekst. Menneskers utnyttelse av høyereliggende skogstrakter og lavalpine fjellområder til reindrift, husdyrbeite og førsanking over flere hundre år har mange steder ført til at dagens faktiske skoggrens ligger en god del lavere enn den bioklimatiske skoggrensa (Bryn mfl. 2013). De åpne områdene under den bioklimatiske skoggrensa har mange økologiske fellestrekk med lavalpine områder. Dette gjør at smågnagersamfunn som er typiske for fjellområdene, også kan finnes i høyereliggende åpne områder under den bioklimatiske skoggrensa. Ut fra dette foreslår vi her å legge til grunn samme definisjon og avgrensning av fjell som ble brukt i den nasjonale vurderingen av økologisk tilstand for fjell (Framstad mfl. 2022). Der er fjell definert som åpent areal (arealtype 50) i kartgrunnlaget for AR5/AR50 (Ahlstrøm mfl. 2019, Heggem mfl. 2019) over en modellert empirisk skoggrens basert på sammenhengende skog i kartgrunnlaget for AR5/AR50 (se detaljer i Blumentrath & Hanssen 2010). Merk at denne definisjon også inkluderer lavarktisk sone som omfatter halvøyene i Øst-Finnmark. Siden den lavarktiske tundraen i Finnmark har det samme smågnagersamfunnet som fjellområdene i Nord-Norge, skiller vi i denne sammenhengen ikke mellom fjell og tundra. Fjellområdene etter denne definisjonen er vist i **figur 2.2**.



**Figur 2.2** Kart over fjellområdene slik disse er definert her, med inndeling i geografiske regioner som i den nasjonale vurderingen av økologisk tilstand for fjell (Framstad mfl. 2022).

### Fjellregioner og regionale miljøgradienter

Overvåkingen av smågnagere skal gi et dekkende bilde av smågnagerbestandene i fjellet, både på nasjonalt nivå og for de enkelte geografiske regionene brukt i Framstad mfl. (2022). Dette innebærer dels at overvåkingslokalitetene bør dekke alle eller de viktigste fjellområdene i Norge, slik disse tradisjonelt er identifisert. Dessuten kan fjellområdene deles i 'fjellregioner' ved kriterier knyttet til hovedtrekk i topografi og grad av menneskelig påvirkning. Her velger vi en pragmatisk tilnærming med en oppdeling i forholdsvis grove fjellregioner, dvs. større geografiske enheter. I tillegg henviser vi til tradisjonelle fjellområder som Hardangervidda eller Jotunheimen. Merk at begrepet *fjellregion* slik vi bruker det her, avviker fra de geografiske regionene brukt i nasjonale vurderinger av økologisk tilstand i skog og fjell (jf. Framstad mfl. 2021, 2022). Vårt forslag til overvåkingsopplegg for smågnagere vil være dekkende for både de geografiske regionene og fjellregionene.

I tillegg til en inndeling i fjellregioner vurderer vi regionale miljøgradienter som kan ha betydning for hvordan et sett av overvåkingsområder bør plasseres innen hver fjellregion:

- *Alpine soner* (lav-, mellom- og høyalpin), modellert ut fra klimakriterier for de enkelte sonegrensene (Blumentrath & Hanssen 2010)
- *Bioklimatiske soner og seksjoner* som dekker gradienter i henholdsvis varmesum og oseanitet, basert på en tilpasset digital versjon av Moens (1998) soner og seksjoner (Bakkestuen mfl. 2008).
- *Snødekkets dybde*. Mål for snødekkets gjennomsnittsdybde i april eller maksimal snødybde i løpet av sesongen. Vi har vurdert gjennomsnitt for april over siste 10 år og maksimal snødybde i siste normalperiode. Data er interpolert pr. km<sup>2</sup> og hentet fra senorge.no.
- *Terrengvariasjon* i form av Terrain Ruggedness Index (Riley mfl. 1999). Her har vi valgt et vindu på 122,5 daa, for beregningene med utgangspunkt i Kartverkets digitale terrengmodell med 10 m oppløsning.
- *Primærproduksjon* i form av indeksen NDVI. Denne beregnes som gjennomsnittlig NDVI i vekstsesongen juni–september for årene 2000–2019, basert på NDVI-verdier med romlig oppløsning på 250 x 250 m.

- *Vegetasjonsdekket* for fjellområdene kan representeres ved markdekkeklassene for snaumark i kartseriene AR50/AR250 ([Kilden - Arealinformasjon \(nibio.no\)](#)). Her er det særlig interessant å vurdere den geografiske fordelingen av klassene henholdsvis 'ikke vegetasjonsdekt mark' + 'flekvis og skrin vegetasjon', 'lavdekt mark', samt 'sammenhengende tørr – middels frisk vegetasjon' + 'frisk vegetasjon' (merk også 'ikke kartlagt').
- *Menneskelig påvirkning i form av infrastruktur* som grad av nedbygging av arealer og teknisk infrastruktur som bygninger, veier, kraftlinjer etc. representeres ved infrastrukturindeksen til Erikstad mfl. (2013). Indeksen er beregnet innenfor flytende sirkler med 500 m radius med data for ruter på 100 x 100 m.
- *Påvirkning fra beitedyr*. For husdyr som sau, geit og storfe kan årlige tall for organisert beitebruk ([Beitestatistikk - talgrunnlag - Nibio](#)) gi et bilde på total beiteaktivitet over større områder, selv om disse tallene ikke skiller mellom beite i fjellet og i annen utmark. Vi har valgt ut et sett med 'fjellkommuner' basert på Arnesen mfl. (2010), med tillegg av noen kommuner som ligger i tilknytning til sentrale fjellområder og med betydelig andel snaumark i AR50. Vi antar at det i hovedsak er sau og lam som dominerer beitet i fjellet. Tall for perioden 2013–2021 er sammenstilt for disse kommunene som gjennomsnittlig tetthet pr. km<sup>2</sup> landareal for år med data. Mens hardt sauebeite synes å ha en viss effekt på mengden av smågnagere (Steen mfl. 2005), synes reinbeite ikke å ha noen nevneverdig effekt (Ims mfl. 2007). Derfor er ikke tetthet av rein tatt med i vurderingene av utvalget av lokaliteter

Miljøgradientene er framstilt på kart (noen av dem gjengitt i **vedlegg 2**) for en kvalitativ vurdering av geografiske mønstre i miljøforholdene og i hvilken grad dette skulle tilsi at plassering av overvåkingslokalitetene bør avvike fra en mer eller mindre regulær fordeling. Data for tetthet av beitedyr er oppgitt pr. kommune. Merk at dekning av mer lokale miljøgradienter som høyde over havet og ulike vegetasjonsforhold av betydning for smågnageres habitat vil fanges opp ved det romlige designet for utplassering av kamerafeller i hver overvåkingslokalitet (jf. kap. 2.3).

### **Fjellområder med betydning for fjellrev og andre arter**

Fjellrev og flere andre rovdyr og fugler er direkte eller indirekte påvirket av smågnagere i viktige deler av sin livssyklus, ikke minst i reproduksjonssesongen, men har også stor innvirkning på overlevelse hos valper/unger. Flere av disse artene er også gjenstand for en aktiv forvaltning og/eller er truet. Det er særlig interessant å belyse i hvilken grad bestandsvariasjoner hos smågnagere viser en sammenheng med reproduksjonssuksess og bestandsutvikling hos disse artene. Følgelig bør plassering av lokaliteter for smågnagerovervåking også vurderes i forhold til forekomsten av viktige reproduksjonsområder for fjellrev, snøugle, dverggås og ev. andre arter som påvirkes sterkt av smågnagere. Datagrunnlaget er basert på kartlegging og overvåking av de aktuelle artene i deres reproduksjonsperioder de siste ca. 20 årene (Ulvund mfl. 2021, Marolla mfl. 2019, Jacobsen mfl. 2021).

### **Fjellområder med eksisterende dataserier for smågnagere**

Selv om kriteriene for plassering av overvåkingslokaliteter ikke eksplisitt forutsetter tilknytning til eksisterende dataserier for smågnagere i fjellet, vil det være nyttig å kunne se nye data fra overvåkingen i sammenheng med tidligere data, som nyttiggjør og bygger opp lengre tidsserier. Der øvrige lokaliseringskriterier også er tilfredsstillende for områder med tidligere smågnagerovervåking eller langtidsstudier med smågnagere, bør det vurderes å legge lokaliteter i den landsdekkende smågnagerovervåkingen hit. Vi har følgelig sammenstilt en del informasjon om områder med slike eksisterende dataserier for smågnagerbestander (**tabell 2.1**). Noen av disse områdene har dataserier over mer enn 20 år, noe som er særlig verdifullt for å dokumentere bestandsdynamikken hos smågnagerne i disse områdene. Som også bemerket i andre sammenhenger (f.eks. Ehrich mfl. 2020), ligger de fleste områdene i nordboreal og/eller lavalpin klimasone. Vi mangler i stor grad eksisterende smågnagerdata for høyere liggende fjellområder.

**Tabell 2.1** Eksisterende tidsserier for smågnagerbestander med potensiell relevans for lokalisering av områder for ny smågnagerovervåking i fjell. Påviste arter er angitt med koder: LI lemen, Ms skoglemen, Ma markmus, Mo fjellmarkmus, Mg klatremus, Mruf gråsidemus, Mrut rødmsus.

Område	Program	Metode	Varighet	Miljøforhold	Arter	Merknad
Møsvatn (Te)	TOV	Klappfeller Kamerafeller	1993–2021 2021–2022	Nordboreal bjørkeskog, dels lavalpin	LI, Ma, Mo, Mg, Mruf	Ikke optimalt for fjell, bedre lenger nord
Skinnarbu (Te)	NMBU feltkurs med smågnagerfangst	Kamerafeller	2016–2022	Nordboreal bjørkeskog, dels lavalpin	Ma/Mo, Mg	Pågående
Haukeliseter (Te)	Overvåking lemen	Sportegn i snøleier	2011–2021	Lavalpin-mellomalpin		
Finse (Ho)	Langtidsstudier av smågnagere Overvåking lemen	Klappfeller Kamerafeller Sportegn i snøleier	1970–2021 2021–2022 2011–2021	Lavalpin, mellomalpin	LI, Ma, Mo, Mg, Mruf	Kan utvides i høyden
Øvre Heimdalsvatn (Op)	NMBU feltkurs med smågnagerfangst	Klappfeller	2002–2020	Nordboreal bjørkeskog, lav- alpin	(LI), Ma, Mo, Mg, Mruf	
Snøheim/Hjerkinn (Op)	Høyfjellsøkologi Overvåking lemen	Sportegn i høydegradi- enter Sportegn i snøleier Kamerafeller	2007–2020  2011–2021 2021–2022	Lavalpin, mellomalpin	LI, Ma, Mo, Mg, Mruf	Høydegradient 2 lok.
Åmotsdalen (ST)	TOV	Klappfeller Kamerafeller	1991–2021 2021–2022	Nordboreal bjørkeskog, dels lavalpin	LI, Ma, Mo, Mg, Mruf	Ikke optimalt for fjell, bedre lenger mot SV
Aursjøen (MR)	Overvåking lemen	Sportegn i snøleier Kamerafeller	2011–2021 2021–2022	Lavalpin, mellomalpin	ukjent	Kan trolig sees i sam- menheng.
Grøsdalen (MR)	Høyfjellsøkologi/	Sportegn i høydegradi- enter	2007–2020	Lavalpin, (mellomalpin)	ukjent	Høydegradient 2 lok.
Hessdalen (ST)		Levende fangst Sportegn i høydegradi- enter	2001-2010 2007–2020	Lavalpin	LI, Ma, Mo, Mg, Mruf	Høydegradient 2 lok.
Gutulia (He)	TOV	Klappfeller	1993–2020	Nordboreal bjørkeskog, dels lavalpin	LI, Ms, Ma, Mo, Mg, Mruf	Ikke optimalt for fjell, bedre lenger nord
Børgefjell/Viermadalen (NT)	TOV	Klappfeller Kamerafeller	1990–2021 2021–2022	Nordboreal barskog, bjør- keskog, dels lavalpin	LI, Ma, Mg, Mruf	Ikke optimalt for fjell, bedre lenger nord
Børgefjell/Reinfjella (No)	Økosystem Børgefjell/ Høyfjellsøkologi	Klappfeller Sportegn i snøleier Høydegradienter	2006–2020 2010–2020 2010–2020	Lavalpin, mellomalpin	LI, Ma, Mruf	Langt fra vei, høyst re- levant for fjellrev Høydegradient 3 lok.
Virvassdalen (No)	Statskog Fjelltjenesten	Klappfeller	1990–2020	Nordboreal bjørkeskog, dels lavalpin	L, Ma, Mg, Mruf	Ikke optimalt for fjell, bedre i nærheten
Saltfjellstua (No)	Fjellrevovervåking	Sportegn i snøleier	2010–2020	Nordboreal bjørkeskog, lavalpin, mellomalpin	ukjent	Langt fra vei, høyst re- levant for fjellrev

Område	Program	Metode	Varighet	Miljøforhold	Arter	Merknad
Ballvatn (No)	Statskog Fjelltjenesten	Klappfeller	1990–2020	Nordboreal bjørkeskog, dels lavalpin	LI, Ma, Mg, Mruf	Ikke optimalt for fjell, bedre i nærheten
Dividalen (Tr)	TOV	Klappfeller	1993–2020	Nordboreal bjørkeskog, dels lavalpin	LI, Ma, Mo, Mrut, Mruf	Kan utvides med høyden
Joatka (Fi)		Klappfeller Kamerafeller	1977–2022 2020–2022	Lavalpin	LI, Ma, Mo, Mruf, Mrut	Høydegradient
Nordkinnhalvøya (Fi)	COAT	Klappfeller	2004–2022	Lavalpin	LI, Mo, Mruf	Høydegradient, 2 lok.
Ifjordfjellet (Fi)	COAT	Klappfeller	2004–2022	Lavalpin	LI, Mo, Mruf	Høydegradient
Varangerhalvøya, (Fi)	COAT	Klappfeller Sportegn i snøleier Kamerafeller	2004–2022 2010–2022 2015–2022	Lavalpin, mellomalpin	LI, Mo, Mruf	Høydegradient, 3 lok. Høydegradient, 2 lok.

### Antall og plassering av overvåkingslokaliteter

Smågnagerovervåkingen skal så godt som mulig gi et dekkende bilde av variasjonen i smånagerbestandene innen og mellom de enkelte fjellregionene. Det innebærer at plasseringen av lokale overvåkingslokaliteter på den ene siden må representere den geografiske utstrekningen av fjellregionene og på den andre siden ta hensyn til eventuelle mønstre i viktige miljøforhold som kan ha betydning for smånageres bestandsdynamikk innen hver fjellregion (jf. over). Det er i utgangspunktet ikke gitt hvor tett slike overvåkingslokaliteter bør legges ut for å gi tilfredsstillende dekning av geografi og miljøforhold. Skala for synkronitet i smånageres bestandsdynamikk kan variere over tid (Henden mfl. 2009), men stort sett over en større skala enn 50 km. Lokale toppår som er i fase, kan imidlertid ha markant forskjellig bestandsnivå over kortere avstander, spesielt knyttet til miljøgradienter (Ims mfl. 2011). Vi foreslår derfor følgende framgangsmåte:

- Vi tar utgangspunkt i et regulært rutenett på 50 x 50 km og antar at plassering av én overvåkingslokalitet pr. 50 x 50 km-rute vil gi en tilstrekkelig geografisk dekning av fjellområdene. Hver slik rute representerer et areal på 2500 km<sup>2</sup>. Det totale fjellarealet, slik det er vist i **figur 2.2**, utgjør 124 537 km<sup>2</sup>. En regulær fordeling av overvåkingslokaliteter med en tetthet på 1 pr. 2500 km<sup>2</sup> innebærer dermed totalt ca. 50 slike lokaliteter i fjellet.
- Med en slik regulær fordeling av 50 overvåkingslokaliteter som utgangspunkt gjør vi en mer konkret vurdering av lokal plassering basert på:
  - Dekning av sentrale deler av fjellområdene versus mer perifere deler. Vi prioriterer her god dekning av sentrale deler framfor mer isolerte perifere fjellforekomster mot vest, øst eller på kysten.
  - Eventuell heterogenitet i ulike miljøforhold (jf. over) innen hver fjellregion. Her vil vi vurdere om plasseringen bør avvike fra en regulær fordeling for å dekke viktige forskjeller i miljøforhold av potensiell betydning for smånagersamfunnets struktur og dynamikk.
  - Muligheten for å dekke lokale gradienter i viktige smånagerhabitater, høydeforhold (mulighet for dekning opp til og med mellomalpin) og annet innen overvåkingslokaliteten. Vi anser det som viktig at de enkelte overvåkingslokalitetene kan fange opp slike lokale miljøforhold best mulig (jf. kap. 2.3).
  - Nærhet til områder med spesiell relevans for forvaltning og overvåking av spesielt gnageravhengige arter.
  - Nærhet til områder med eksisterende dataserier for smånagerbestander.
  - Avstand fra vei. Lett atkomst fra vei gir mer effektiv ressursbruk, men kan samtidig medføre manglende dekning av sentrale fjellområder langt fra vei.

### Kriterier for nedskalering fra optimal dekning av fjellområdene

I henhold til oppdraget har vi vurdert opplegg for smånagerovervåking på tre nivåer: en full versjon, en nedskalert versjon og en minimumsversion (jf. kap. 1). Vi har tatt utgangspunkt i den fulle versjonen og vurdert reduksjon i antall og fordeling av overvåkingslokaliteter basert på følgende:

- Redusert dekning innen hver fjellregion. Det er imidlertid viktig at overvåkingen dekker alle sentrale fjellregioner i hele landet på grov skala.
- Redusert dekning av mer perifere fjellområder vest og øst for de sentrale sammenhengende fjellområdene i hver fjellregion.
- Redusert dekning knyttet til regional miljøvariasjon. Her prioriterer vi naturgitte miljøforhold som klima og vegetasjon framfor variasjon i menneskeskapt infrastruktur. Det foreligger ikke informasjon som tilsier at infrastruktur/menneskelig aktivitet har noen direkte effekt på smånagerbestander i fjellet.
- Sammenfall med viktige områder for fjellrev, dverggås og snøugle.
- Forekomst av eksisterende dataserier for smånagere nær foreslått lokalitet.
- Avstand til vei kan være viktig for effektiv logistikk, men er ikke gitt avgjørende vekt.

Hvis vi tar som utgangspunkt at et fullt dekkende opplegg for smågnagerovervåkingen krever ca. 50 overvåkingslokaliteter, kan vi forsøksvis antyde at en nedskalert versjon vil kunne dreie seg om ca. 25 lokaliteter, mens en minimumsversjon trolig vil trenge minst 10 lokaliteter. Dette vil imidlertid bli nærmere belyst ved den konkrete gjennomgangen av regionale og lokale miljøforhold, samt av designet for de lokale overvåkingsområdene.

## 2.3 COATs overvåkingsdesign som modell for overvåking innen fjellregioner

### Kamerafeller

COATs smågnagerovervåking er basert på kamerafeller etter modell fra Soininen mfl. (2015). Her brukes metalltuneller med en inngang på hver side og et kamera plassert i taket (**figur 2.3**). COAT bruker et spesialtilpasset Hyperfire II-kamera fra Reconyx (se spesifikasjon i **tabell 2.2**). Dette har en passiv infrarød bevegelsessensor som utløses hver gang et dyr beveger seg inn i deteksjonsfeltet til kameraet. Når det registreres bevegelse, tar kameraet to bilder raskt etter hverandre. For optimal disponering av batterikapasitet kan bevegelsessensoren bare løses ut én gang pr. minutt. Kameraet har plass til 12 AA litium batterier, som, med nevnte innstillinger, kan drifte kameraet i et helt år. De viktigste tilpasningene Reconyx har gjort sammenliknet med standardmodellen, er å sette inn en vidvinkel linse fokusert til den korte avstanden fra tak til gulv i kamerafella. Det er også satt inn en vidvinkel linse foran bevegelsessensoren for å kunne fange opp bevegelse i hele metalltunellens lengde.

### Romlig overvåkingsdesign

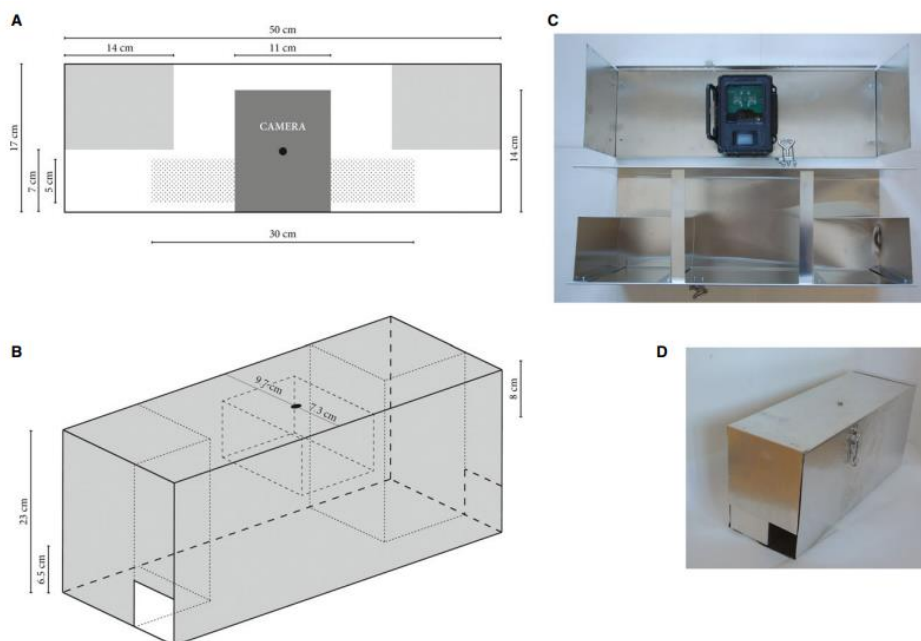
COAT etablerte kamerabasert smågnagerovervåking på den lavarktiske tundraen på Varangerhalvøya med særlig fokus på lemen i 2014. Overvåkingen har en romlig hierarkisk struktur med tre nivåer (**figur 2.4**), for henholdsvis kameraer, blokker (klynger av kameraer) og regioner (Komagdalen og Vestre Jakobselv). Alle kameraer står minst 300 m fra hverandre for å sikre uavhengige observasjoner av smågnagere, dvs. alle kamerafellene er plassert med en avstand som overstiger et typisk leveområde til en smågnager. Et kamera antas å observere smågnagere fra et område på ca. 1000 m<sup>2</sup>, noe som tilsvarer typisk leveområdestørrelse for lemen (Stenseth & Ims 1993). En blokk ligger minst 3 km fra andre blokker. Denne avstanden er i hovedsak valgt for å sikre at forskjellige blokker ikke overlapper hjemmeområdet til det samme individet av små mårdyr (Hellstedt & Henttonen 2006). En blokk dekker et område på ca. 5 km<sup>2</sup>. Innen en blokk dekkes habitatene snøleier og tuemark som antas å være de to viktigste habitatene for lemen (Virtanen mfl. 1997). Innen hvert habitat er det 6 kameraer, som sikrer god romlig replikasjon. I hver region, som dekker ca. 100 km<sup>2</sup>, er det 4 blokker som dekker en høydegradient fra den lavest liggende og frodigste delen av tundraen (lavalpin) til øvre grense for karplanter (mellom-alpin). Et slikt design sikrer robuste mål på smågnagerbestandene innen forskjellige habitater og høydenivåer, slik at man kan undersøke habitat- og klimaeffekter. Samtidig vil de to regionene fange opp regionale forskjeller i bestandsdynamikken til smågnagere (Soininen mfl. 2018). Fra og med 2020 har dette designet blitt komplementert med to nye habitater i tillegg til snøleier og tuemark; henholdsvis lyngheier som utgjør den vanligste vegetasjonstypen i fjellet og er et viktig habitat for gråsidemus, samt produktive enger langs elver/bekker som er et viktig habitat for fjellmarkmus.

**Tabell 2.2** Tekniske spesifikasjoner for småpattedyrkamera fra Reconyx brukt i COAT.

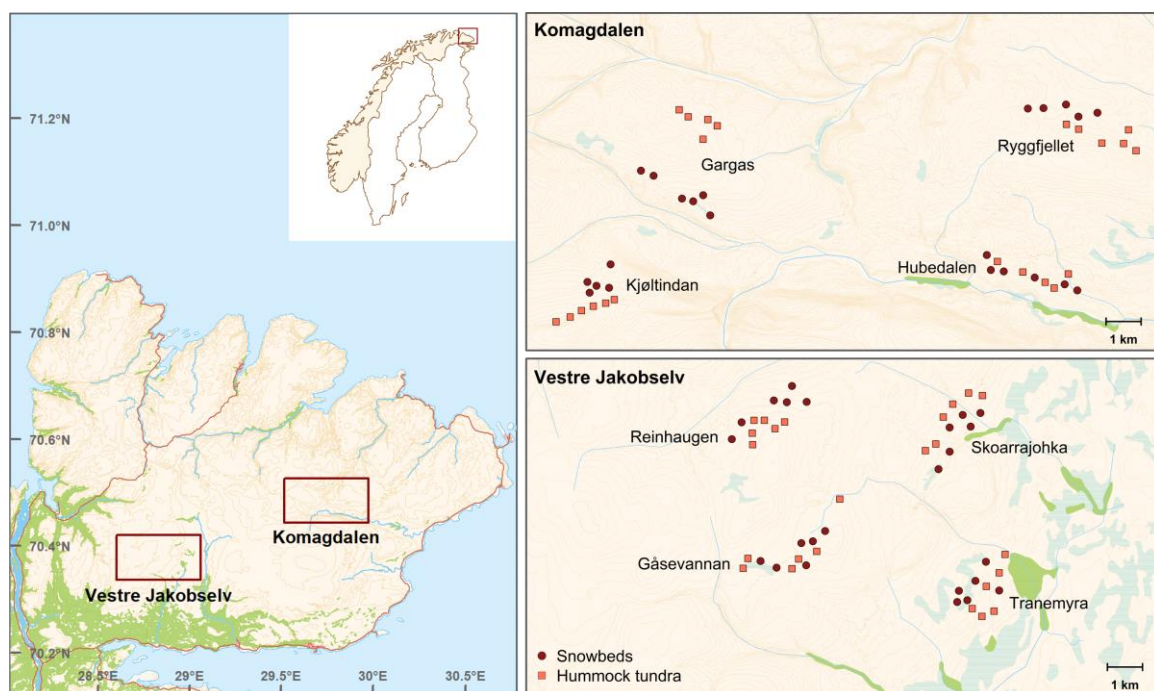
Egenskap	Spesifikasjon	Spesialtilpasset
Utløsningshastighet	1/5 sek	Nei
Batterikapasitet	12AA	Nei
Batterilevetid	2år eller 50000 bilder	Nei
Blitz	Infrarød	Ja
Objektiv	Vidvinkel	Ja
Bevegelsessensor	Passiv infrarød	Ja
Fresnell-linse	Vidvinkel	Ja



Høydegradienten representerer romlig variasjon i temperatur og snøforhold. Samtidig er tilgjengeligheten av de enkelte habitatklassene forskjellig langs høydegradienten. Snøleier er mest utbredt i de høyereliggende områdene, mens de produktive vierengene langs elver/bekker bare finnes i de lavereliggende områdene.



**Figur 2.3** COATs kamerafelle. Del A og B viser målene til kamerafella. Del C viser hvordan kameraet er festet inne i metalltunnelen. Del D viser åpningen inn i kamerafella. Figuren er reproduisert fra Soininen mfl. (2015) med tillatelse fra forfatterne.



**Figur 2.4** Kart over den delen av COATs kamerabaserte smågnagerovervåking på Varangerhalvøya som har fokus på lemen. Hvert punkt i figurene til høyre representerer ett kamera, hver navngitt klynge av kameraer representerer en blokk, og de to panelene viser hver sin region.

## 2.4 Generaliserbart romlig design for nasjonal overvåking

Som spesifisert i kapittel 1, skal et nasjonalt overvåkingsprogram for smågnagere gi robuste mål for bestandsnivåene av smågnagere i fjell i alle de fem geografiske regionene (kap. 2.2). Dette krever tilsvarende robuste mål for bestandsnivåene til smågnagere innen de viktigste gnagerhabitatene ved forskjellige miljøforhold.

For bioklimatiske høydesoner kan fjell deles inn i lavalpin, mellomalpin og høyalpin sone. Lavalpin sone defineres ofte som området fra tregrensa til sammenhengende buskvegetasjon (som blåbær og blålyng) slutter. Der overtar mellomalpin sone som strekker seg så langt opp et sammenhengende vegetasjonsdekke går. Høyalpin sone består av spredt mosedekke, stein og is. Innen disse sonene finnes ulike habitater som er viktige for smågnagersamfunnet. Det er ønskelig at overvåkingen innen hver region og helst også innen hver lokalitet dekker flere av de alpine sonene ettersom disse vil representere variasjon i klimatiske forhold og sammensetning av smågnagersamfunnet. Dagens overvåking er i stor grad sentrert i tregrensa og nedre del av lavalpin sone, og har vist seg lite effektiv med tanke på å overvåke lemen som antas å ha en viktig del av sitt leveområde i mellomalpin sone. Ved å dekke en bredere klimagradient vil overvåkingen også kunne dokumentere en forventet forskyving av utbredelsesområdet til artene etter hvert som klimaet varmes opp.

For å kunne fange opp relativ mengde av de ulike artene bør et nasjonalt overvåkingsprogram for smågnagere i fjell dekke alle de viktigste smågnagerhabitatene og høydesonene innen hver lokalitet. COAT oppnår dette ved bruk av det romlig hierarkiske overvåkingsdesignet med replikasjon på hvert nivå, noe som gir robuste bestandsmål for hvert habitat og høydenivå. I planleggingen av de to nedskalerte løsningene vil vi vurdere i hvilken grad vi kan redusere deknningen av de alpine sonene og ulike habitater uten at det går vesentlig på bekostning av de sentrale målene for overvåkingsprogrammet. I kapittel 4 gir vi en mer detaljert vurdering av behov for replikasjon, bl.a. basert på kalibreringsstudiene gjort av Kleiven mfl. (under vurdering).

## 2.5 Lokal plassering av kamerafeller

Det er to forhold som er spesielt viktige for valg av lokal plassering av kamerafellene innen et habitat. Det første aspektet handler om at smågnagere ikke beveger seg tilfeldig rundt i sitt habitat, men er nært tilknyttet løpeganger eller andre strukturer som gir skjul eller beskyttelse. Følgelig bør kameraer settes på slike steder for å øke sannsynligheten for at smågnagere som er i området, går i kamerafeller (øke fangbarheten). Dette aspektet er enda viktigere for kamerafeller enn konvensjonelle feller (f.eks. klappfeller) siden antallet kamerafeller er mindre og ikke inneholder noen form for åte eller tiltrekningsmiddel.

Det andre aspektet er at kamerafeller i fjell kan være sårbare for teknisk svikt som følge av vann og snø dersom de ikke plasseres best mulig. Kraftig snødrift kan gjøre at snø trenger inn i kamerafella og fyller opp hele kameraboksen som til slutt vil blokkerer kameranlinsen. I tillegg samler det seg opp betydelige mengder vann i mange områder på fjellet, spesielt under snøsmeltinga på våren. Kamerafeller som blir stående under vann, kan få vesentlige vannskader og i verste fall bli totalskadet. For å unngå å miste data og få kameraer ødelagt er det viktig at plasseringen tar hensyn til dette. Det har vist seg at bygging av enkle steinkonstruksjoner ved inngangen til kamerafellene kan filtrere ut snøen slik at den ikke trenger inn og blokkerer linsa (Mölle mfl. 2021). For å unngå problemer med smeltevann er det viktig at kamerafellene ikke settes i forsenkninger hvor vann vil bli stående, eller i smeltevannskanaler hvor det renner store mengder vann i vårløsninga (Mölle mfl. 2021).

Røkting av kamerafeller vil være mest effektiv nær infrastruktur som vei. I forslaget til et nasjonalt overvåkingsprogram har vi vurdert hvordan vi best mulig kan balansere nærhet til vei og overvåking i de viktigste områdene for smågnagere. Vi har også vurdert i hvilken grad vi kan

samløkalisere overvåking av smågnagere med andre forvaltningstiltak eller overvåkningsprogrammer for å effektivisere den årlige driften av overvåkningsprogrammet.

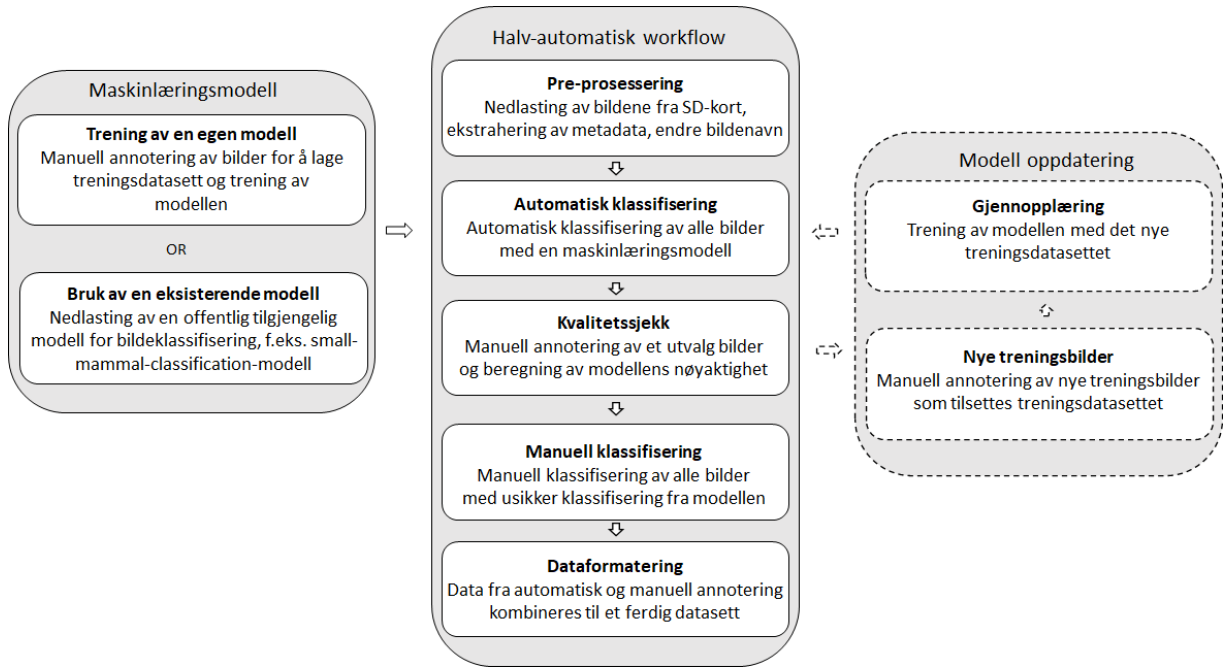
## 2.6 Innhenting og systematisering av annen informasjon om smågnagere

Her vurderer vi i hovedsak to kilder til informasjon om smågnagerbestander i ulike deler av landet, dels systematiske observasjoner fra ulike overvåkingstakseringsprogrammer eller forskningsprosjekter og dels mer usystematiske observasjoner fra publikum, slik disse kan gjenfinnes i bl.a. Artsdatabankens Artsportal/Artskart eller i lokalaviser. De ulike utfordringene ved å bruke slike data må vurderes nærmere. I kapittel 6 gjør vi en kort vurdering av hvordan de ulike typene av slike data best kan vurderes i sammenheng med resultatene fra overvåkingen. I hovedsak vil dette være begrenset til kvalitative vurderinger knyttet til regional synkronitet av bestandsdynamikken.

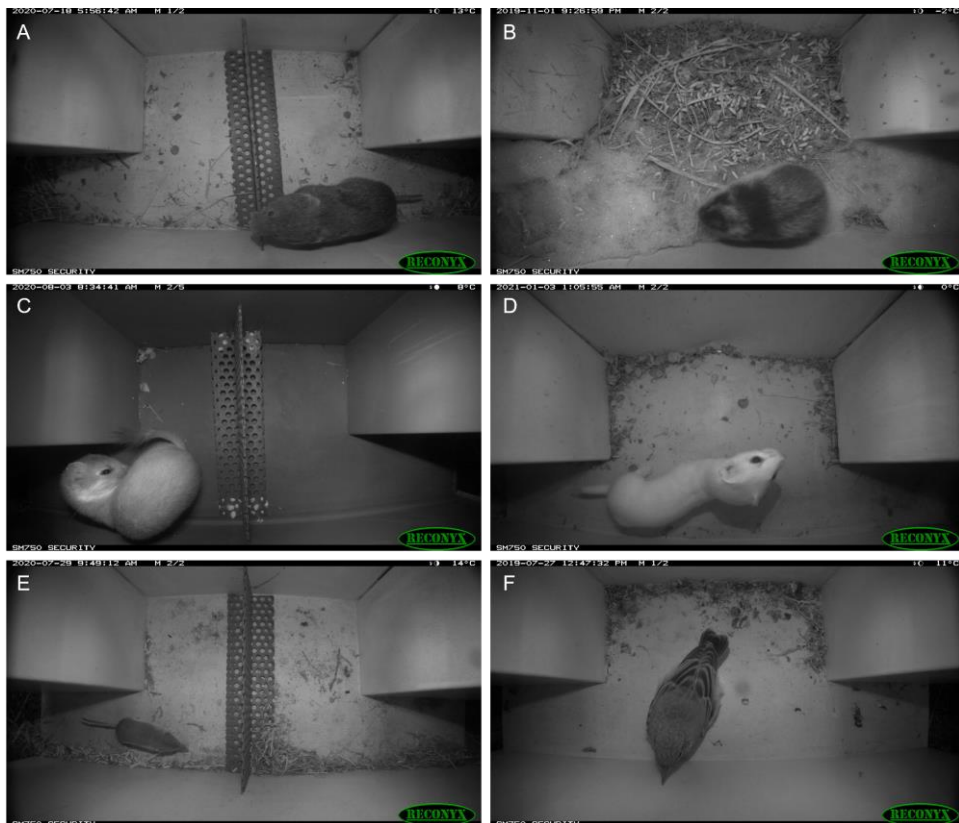
## 2.7 Arbeidsflyt fra kamerabrikker til indikatorer for smågnagere

Kamerafeller genererer vanligvis veldig mange bilder, og både lagring av bildene og ekstrahering av økologisk informasjon fra bildene kan være en utfordring. COAT har derfor utviklet en halv-automatisk arbeidsflyt for prosessering av bilder fra kamerafeller (Böhner mfl. 2022, **figur 2.5**). Der brukes en maskinlæringsmodell til automatisk klassifisering av bildene. Klassifiseringene fra modellen kvalitetssikres manuelt på et tilfeldig utvalg av bilder, og bilder som ble klassifisert feil, korrigeres. Med det store antall bilder som vil genereres av overvåkningsprogrammet, er det helt nødvendig at bildene klassifiseres automatisk.

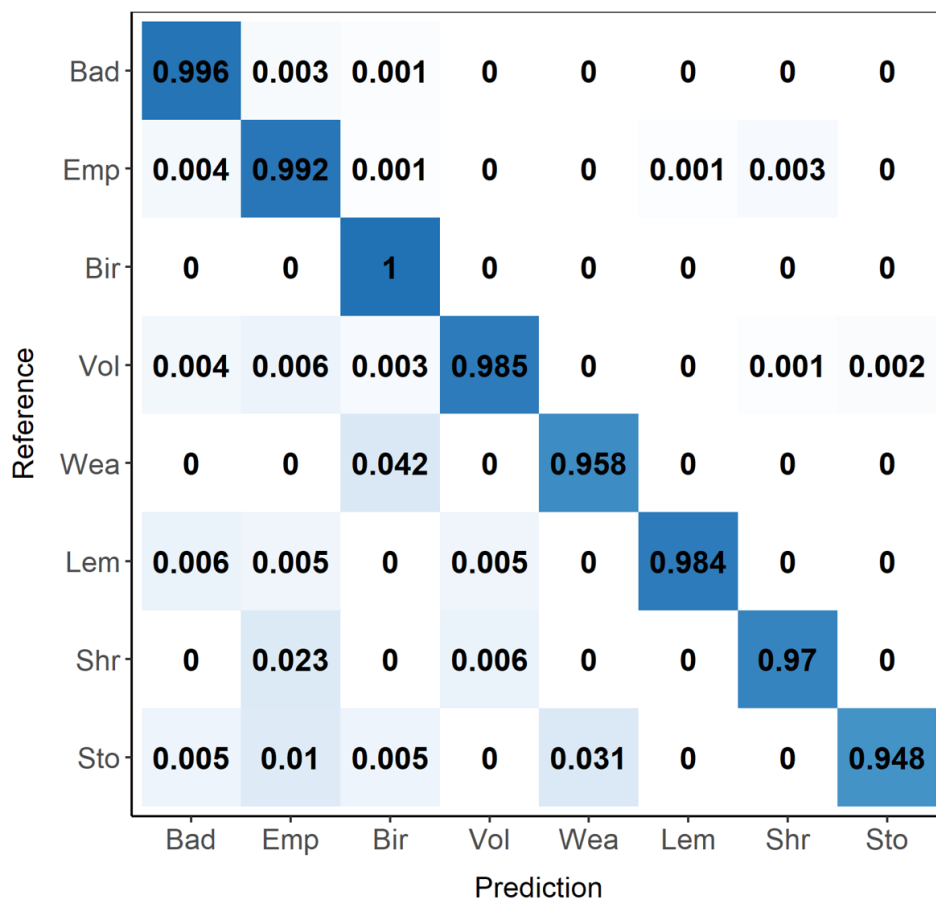
COAT har trent en modell for automatisk klassifisering av kamerafellebilder fra Varangerhalvøya. Modellen klassifiserer bildene i 8 ulike kategorier, tilpasset artssamfunnet på Varangerhalvøya: mus (bestående av fjellmarkmus og gråsidemus), lemen, røyskatt, snømus, spissmus, fugl, tomme bilder og bilder med dårlig kvalitet (for eksempel hvis boksen er full av snø eller vann eller hvis kamera har en feil). **Figur 2.6** viser eksempler på gode bilder av de ulike artene/gruppene. Modellen har en samlet nøyaktighet på 98,5 %, dvs. andelen av alle manuelt klassifiserte bilder som blir riktig klassifisert i modellen. Nøyaktigheten påvirkes mest av de vanligste kategoriene. **Figur 2.7** viser at modellen klassifiserer alle kategoriene med stor nøyaktighet, men har noen vanskeligheter med røyskatt og snømus, selv om disse klassene også klassifiseres riktig over 95% av gangene. Grunnen til at disse kategoriene blir klassifisert litt mindre nøyaktig, er sannsynligvis at vi ikke har veldig mange bilder av disse artene, og de er derfor underrepresentert i treningsdatasettet. Siden vi vet at modellen er dårligere for noen kategorier, korrigerer vi disse bildene manuelt. Vi sjekker rundt 5 % av bildene manuelt. Kombinasjonen av automatisk klassifisering og manuell korreksjon resulterer i et datasett med samme, eller til og med høyre kvalitet, enn med manuell klassifisering. Det viser at maskinlæring er velegnet for klassifisering av bilder fra kamerafeller for smågnagere. Det gjenstår imidlertid et arbeid med å se i hvilken grad maskinlæringsalgoritmen er egnet til å skille museartene (COAT-modellen gjør foreløpig ikke dette). Det bør være en ambisjon for overvåkningsprogrammet at man klarer å skille mellom *Microtus* (fjellmarkmus og markmus; disse har for likt utseende til at de kan skilles fra bilder), gråsidemus og de to andre mer fåtallige *Myodes*-artene i fjellet (rødmus i nord og klatremus i sør). COATs arbeidsflyt kan overføres til den nasjonale overvåkingen, men med noe ekstra arbeid knyttet til å skille museartene og å oppdatere treningsdatasettet. Dette vil bl.a. kreve oppdatering av modellen med bilder fra alle de nye områdene. Videre bør det være en ambisjon å utvide arbeidsflyten til å inkludere beregning av økologiske variabler (f.eks. abundans) til bruk i tilstandsvurderinger, forsknings- og forvaltningsprosjekter. Et slikt arbeid kan ta utgangspunkt i de kalibreringsstudiene for gråsidemus og fjellmarkmus som allerede er gjort i COAT, men vil kreve videreutvikling for andre arter (som for eksempel lemen).



**Figur 2.5** Stegene i en halvautomatisk arbeidsflyt for klassifisering av bilder fra kamerafeller.



**Figur 2.6** Eksempel på bilder av mus (gråsidemus) (A), lemen (B), røyskatt (C) snømus (D), spissmus (E) og fugl (steinskvett) (F).



**Figur 2.7** Confusion matrix (andel riktige modellprediksjoner) for hver kategori av COAT modellen. (Bad = dårlig kvalitet, Emp = tom, Bir = fugl, Vol = mus, Wea = snømus, Lem = lemen, Shr = Spissmus, Sto = røyskatt). De mørkeblå feltene langs diagonalen viser den samlede nøyaktigheten for hver kategori.

## 3 Utvalg av overvåkingslokaliteter for fjellområder i Norge

### 3.1 Geografiske regioner og fjellregioner

For å vurdere hvordan ny smågnagerovervåking kan gi et dekkende bilde av bestandsutviklingen for smågnagere for norske fjellområder, har vi delt disse i henholdsvis geografiske regioner (jf. Framstad mfl. 2022) og *fjellregioner* (jf. **figur 3.1**). Avgrensingen i fjellregioner er basert på større sammenhengende fjellområder skilt ved lavlandsområder, dypere daler, fjorder og større veisystemer. Vi vurderer i tillegg hvordan plasseringen av overvåkingslokaliteter dekker tradisjonelle fjellområder som Hardangervidda eller Jotunheimen.

Avgrensingen av fjellregionene kan beskrives slik:

- A. *Sør-Norge sør*: fjellområdene sør for Sognefjorden, Øvre Årdal, Tyin og sørvest for E16 gjennom Valdresdalføret.
- B. *Sør-Norge nord*: fjellområdene mellom Sognefjorden/Valdres og Trondheimsfjorden samt E14 gjennom Stjørdal.
- C. *Nord-Trøndelag og Nordland, inkl. Lofoten og Vesterålen*: fjellområdene nord for Trondheimsfjorden samt E14 gjennom Stjørdal og sør/vest for Senja, lbestad, fjellene SV i Gratangen og Rombakken i Narvik.
- D. *Troms*: fjellområdene øst/nord for Senja, lbestad, fjellene SV i Gratangen, Rombakken i Narvik og sør/vest for Kvænangsfjorden, Reisafjorden og Reisadalføret.
- E. *Finnmark*: fjellområdene i Finnmark nord/øst for Kvænangsfjorden, Reisafjorden og Reisadalføret.

Fordelingen av fjellareal på de enkelte geografiske regionene og fjellregionene framgår av **tabell 3.1** nedenfor (kap. 3.4).

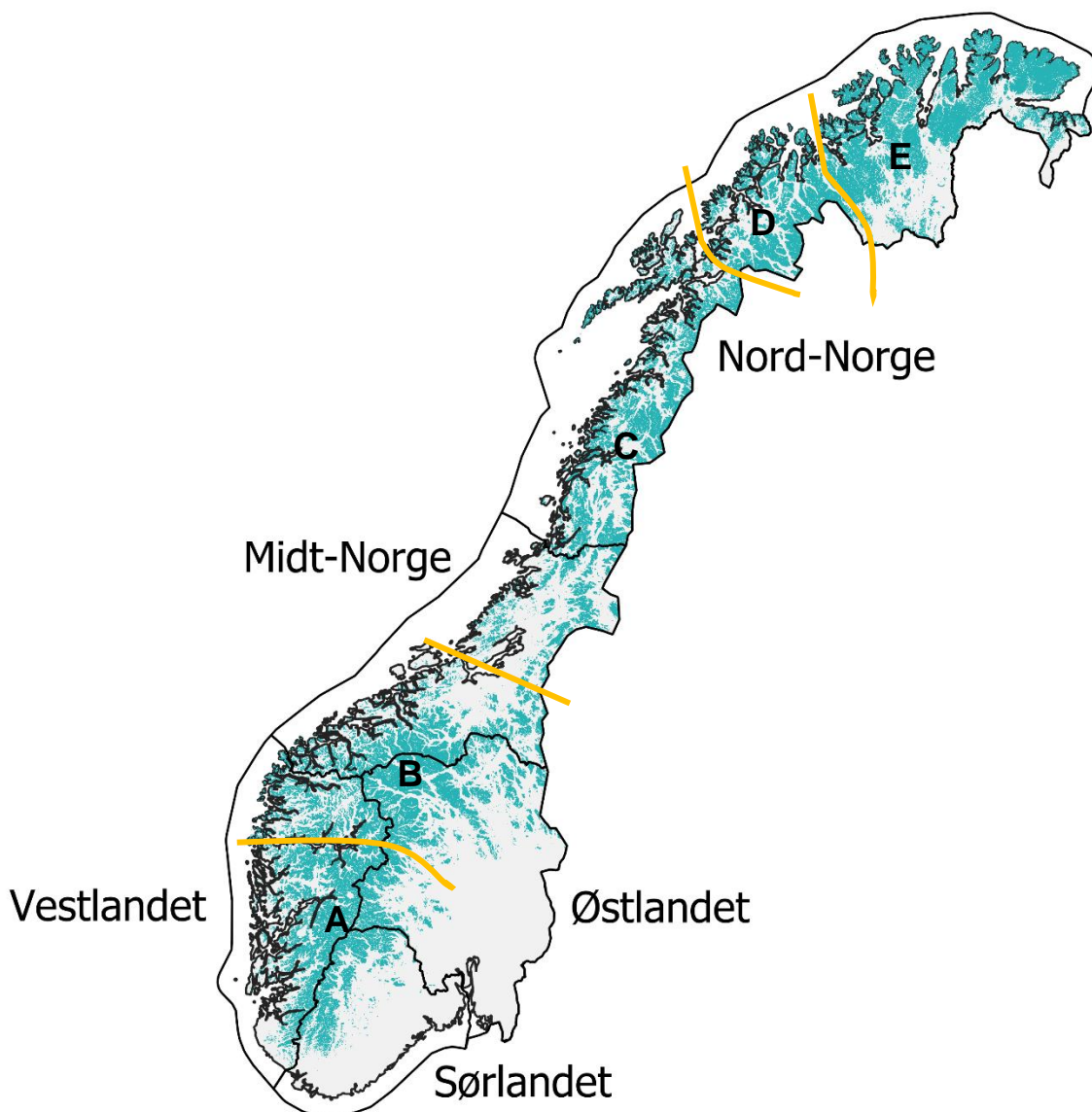
### 3.2 Miljøvariasjon innen de enkelte fjellregionene

Vi har her foretatt en overordnet kvalitativ vurdering av miljøvariasjonen innen de enkelte fjellregionene basert på kart over klimaforhold, terreng, NDVI og vegetasjon, samt infrastruktur (jf. **vedlegg 2**). I tillegg har vi vurdert informasjon om tettheten av sauer og lam på utmarksbeite pr. kommune. Vurderingene er oppsummert i **vedlegg 1**, og hovedtrekkene er gjennomgått nedenfor.

#### Terrengvariasjon

Overordnet terrengvariasjon (målt ved Terrain Ruggedness Index) indikerer stor variasjon i høyde over korte avstander på den ene siden (høyere verdier) og større sammenhengende områder med mer likeartete høydeforhold på den andre (lavere verdier). Det første indikerer også mulighet for stor lokal variasjon i tilgang på potensielt smågnagerhabitat, mens det andre kan tyde på mer ensartete habitatforhold over større avstander. I Sør-Norge er terrengvariasjonen særlig stor i vestlige fjelltrakter, spesielt i dalsidene der fjorder og daler skjærer seg inn i fjellandskapet. Dette er også i noen grad tilfellet for daler i østlige fjelltrakter. Stor terrengvariasjon kjennetegner også fjellområdene med typiske alpine former, som Jotunheimen, Breheimen og fjellene i Møre og Romsdal med Trollheimen. I kontrast til dette står det roligere terrenget på særlig Hardangervidda, deler av Setesdalsheiene, toppen av Hallingskarvet, i Reinheimen og de fleste fjelltraktene fra Dovre og østover. I fjellene i Nord-Trøndelag er terrengvariasjonen begrenset, mens den er betydelig større i Nordland, Troms og dels Vest-Finnmark, spesielt ut mot kysten, med roligere terreng i en del områder langs svenskegrensa. Ellers i Finnmark er terrengvariasjonen mer begrenset, men den øker fra indre til ytre strøk.





**Figur 3.1** Fjellareal og inndelinger i geografiske regioner (svart strek) og fjellregioner (gulbrun strek). Avgrensingen av fjellregioner er omtrentlige. Merk at de markerte geografiske regionene er brukt i rapporteringen om økologisk tilstand for fjell.

### Klima og snøforhold

Klimaet, spesielt sommertemperaturen, er en avgjørende faktor for etablering av skog og dermed definerende for utbredelsen av fjellet. Den alpine bioklimatiske sonen varierer følgelig lite innen fjellregionene, men forekommer som større sammenhengende områder i sentrale fjellområder og som fragmenterte mindre områder i ytterkanten i øst, vest og mot kysten. Innen de fleste fjellregionene er det betydelig variasjon i klimaforhold knyttet til nedbør og snødekke. I Sør-Norge er det en svært klar gradient fra oseaniske forhold og mye snø i vestlige (og dels nordvestlige) fjellstrøk, til mer kontinentale forhold og mindre snø i østlige fjellstrøk, spesielt i nordlig del av Sør-Norge. I Nord-Trøndelag og Nordland er det mindre regional variasjon i klimaforholdene, med gjennomgående oseanisk klima, men noen større sammenhengende områder i alpin sone i sørlig og midtre del av Nordland og inn mot svenskegrensa, der det også er mest snø. Troms har størst innslag av alpin sone i indre strøk, mens denne er størst i midtre og dels ytre strøk i Finnmark. Begge regionene er preget av mest oseanisk klima i ytre og vestlige fjellstrøk, med klar kontinental påvirkning i indre strøk. Snømengdene følger langt på vei graden av oseanitet,



men er gjennomgående mindre i Troms og Finnmark enn i øvrige regioner, unntatt i østlige fjellstrøk i nordlig del av Sør-Norge.

### **NDVI og vegetasjonsdekke**

NDVI er en indeks som reflekterer mengden av markas aktive (grønne) vegetasjonsbiomasse. Den har en nær sammenheng med temperatursummen i vekstsesongen (Growing Degree Days), men avhenger også av mengden jordsmonn og dets produktivitet. Innen de enkelte fjellregionene har høyereliggende og dels vestlige områder (med svakere jordsmonn) lave NDVI-verdier. I Nord-Norge, spesielt Troms og Finnmark, har store fjellarealer lavere NDVI-verdier enn temperatursummen i vekstsesongen skulle tyde på, noen som trolig skyldes svakt utviklet jordsmonn i ytre og midtre fjellstrøk.

NIBIOs arealressurskart AR50 og AR250 har karakterisert fjellvegetasjonen (dvs. områder kalt 'snaumark') basert på tolking av satellittbilder og annen informasjon. Vi har her gruppert NIBIOs inndeling av snaumark i tre klasser: (1) 'ikke vegetasjonsdekt mark' og 'flekvis og skrinn vegetasjon', (2) 'lavdekt mark', og (3) 'sammenhengende tørr – middels frisk vegetasjon' og 'frisk vegetasjon'. I Sør-Norge er vestlige fjelltrakter dominert av manglende eller skrinn vegetasjon, mens særlig sørlig del av Setesdalsheiene, sentral og østlig del av Hardangervidda og deler av østlige lavereliggende fjelltrakter har mer velutviklet sammenhengende vegetasjon. Lavdominert vegetasjon dekker særlig nordlige fjelltrakter i Hedmark. Vestlige og nordlige fjelltrakter i Nord-Trøndelag og Nordland er dominert av manglende eller skrinn vegetasjon, mens mer velutviklet vegetasjon finnes i sørlige og midtre fjelltrakter langs svenskegrensa. Troms og Finnmark har kystnære og høyereliggende fjellområder med manglende eller skrinn vegetasjon, som dekker større områder i Nordreisa/Kåfjord, Porsanger, Lebesby, Gamvik og på Varangerhalvøya. Mer velutviklet vegetasjon finnes særlig i lavereliggende fjelltrakter i indre strøk og lokalt på halvøyene i Finnmark.

### **Påvirkninger: infrastruktur og husdyrtetthet**

Infrastrukturindeksen viser at menneskeskapt infrastruktur dominerer mye av fjellområdene i Sør-Norge. Litt større områder med noe lavere forekomst av infrastruktur omfatter Hardangervidda, deler av Jotunheimen, Breheimen, Reinheimen, Dovrefjell, Trollheimen og Rondane. I Nord-Norge er forekomsten av infrastruktur generelt mindre, med større relativt urørte områder i Blåfjella-Skjækerfjella, Børgefjell, Lomsdal-Visten, Okstindane, Svartisen, dels i indre Troms og mye av fjelltraktene i Finnmark. Generelt er omfanget av infrastruktur størst i lavereliggende fjellstrøk der veier i dalfører ofte også er knyttet til annen infrastruktur og innebærer større grad av menneskelig aktivitet.

Tettheten av sau og lam på utmarksbeite i regi av organisert beitebruk i 'fjellkommuner' på Østlandet er forholdsvis høy (> 10 sau og lam pr. km<sup>2</sup> landareal) i Alvdal/Folldal, sørlig del av Gudbrandsdalen (Øyer – Nord-Fron), enkelte kommuner i Valdres og Hallingdal (Nord-Aurdal, Nesbyen, Ål). Enkelte kommuner i Agder og Rogaland (Åseral, Sirdal, Bjerkreim, Sauda), sentral del av Hordaland (Voss, Kvam, Samnanger, Vaksdal), samt Vik i Sogn, Sogndal, Sunnfjord, Stad og Gloppen har også forholdsvis høy tetthet. Lengre nordover er det bare Oppdal og Rennebu som har forholdsvis høy tetthet av sau og lam på utmarksbeite. Med unntak for Hattfjelldal og Hemnes ligger tetthetene i Nordland og Troms under 5 sau og lam pr. km<sup>2</sup>. For Finnmark er det ikke angitt husdyr på utmarksbeite innenfor ordningen med organisert beitebruk.

### **Mønstre i samlet miljøvariasjon innen fjellregionene**

Mønstret i de ulike typene av miljøvariasjon som er beskrevet over, kan sammenfattes som følger for de enkelte fjellregionene:

- *A Sør-Norge sør:* Hovedskillet er her gitt av klimagradianten fra oseanitet og store snømengder i vest til mer kontinentale forhold og mindre snø i øst. Grensa sammenfaller stort sett med regiongrensa for Østlandet/Sørlandet mot Vestlandet, bortsett fra at vestlig del av Agder er moderat oseanisk med mye snø, og indre Sogn er mindre oseanisk og har noe mindre snø enn andre deler av Vestlandet. Klimagradianten sammenfaller delvis med terrengforholdene, der terrenget generelt er mer kupert i vest. Hardangervidda og enkelte

andre mindre kupert områder finnes imidlertid også i vest, mens enkelte dalfører i øst skaper områder med mer kupert terreng. Planteproduktiviteten (NDVI) følger også i hovedsak en øst–vest-gradient, med noe lavere produktivitet i vest enn høyde og klima skulle tilsi. Forekomst av menneskelig infrastruktur er minst for Hardangervidda og enkelte andre mindre områder (Folgefonna, Hallingskarvet, Nordfjella) enn i øvrige fjellområder. Omfang av husdyrbeite varierer lokalt, knyttet til tradisjonell beitebruk i enkelte kommuner.

- *B Sør-Norge nord:* Hovedskillet er også her gitt av klimagradianten fra vest til øst, men denne dreier mer i retning nordvest–sørøst i nordlig del. I midtre og østlige deler er klimaet særlig kontinentalt. Terrengvariasjonen sammenfaller i stor grad med klimagradianten, men Jotunheimen har både kupert terreng og mindre oseanisk klima. Reinheimen og fjellområdene fra Dovrefjell og østover har mindre kupert terreng, med unntak av enkelte bratte dalsider. Planteproduksjonen er høyest i de østlige og lavereliggende fjellområdene. Forekomst av menneskelig infrastruktur er minst i de typiske høvfjellsområdene Jotunheimen, Breheimen, Reinheim, Dovrefjell, Trollheimen og Rondane. Omfang av husdyrbeite varierer lokalt, knyttet til tradisjonell beitebruk i enkelte kommuner.
- *C Nord-Trøndelag og Nordland:* Det er også her en viss klimagradiant fra vest til øst, men gradienten er kort (i klimavariasjon og geografisk avstand). Snømengdene er størst i sentrale deler av Nordland (Okstindan/Junkerfjellet, Svartisen, Saltfjellet, Blåmannsisen). Terrenget er generelt betydelig kupert i Nordland, noe mindre i Nord-Trøndelag. Planteproduksjonen er høyest i fjellområdene i Nord-Trøndelag og generelt lav i fjellene i Nordland. Forekomst av menneskelig infrastruktur er minst i de større sammenhengende fjellområdene Børgefjell, Lomsdal-Visten, Svartisen/Saltfjellet og fjellområdene i Narvik. Det er generelt lite husdyrbeite i utmark.
- *D Troms:* Det er en tydelig klimagradiant fra oseanisk klima i vest/ytre strøk til mer kontinentalt klima i øst/indre strøk (dvs. grenseområdene mot Sverige/Finland). Dette reflekteres i noen grad i snømengdene, men de er generelt mindre enn i sørlige fjellregioner. Terrenget varierer fra kupert i ytre strøk til roligere former i indre strøk. Planteproduktiviteten er generelt lav for fjellområdene. Større områder med lite menneskelig infrastruktur finnes i hovedsak i indre strøk. Det er generelt lite husdyrbeite i utmark.
- *E Finnmark:* Det er en tydelig klimagradiant fra oseanisk klima i vest/ytre strøk til mer kontinentalt klima i øst/indre strøk. Snømengdene er mindre enn i øvrige fjellregioner, men viser også her en tilsvarende gradient som for klimaet ellers. Terrenget er kupert i ytre strøk, med roligere former i indre strøk og dels på Varangerhalvøya. Planteproduktiviteten er lav i de typiske fjellområdene i ytre og midtre strøk. Det er generelt lite menneskelig infrastruktur. Vi har ikke funnet data for husdyrbeite i utmark.

Generelt er det en tydelig klimagradiant fra oseanisk i vest til mer kontinentalt i øst, ev. tilsvarende fra ytre til indre strøk i Troms og Finnmark. Denne klimagradianten sammenfaller i stor grad med variasjon i terreng fra kuperte til roligere former. Den sammenfaller også i noen grad med variasjon i planteproduksjonen, som har en tendens til å være lavere i vest enn høyde over havet og klima skulle tilsi, noe som trolig henger sammen med mer kupert terreng og svakere utviklet jordsmonn. Disse miljøforholdene gir grunnlag for å vurdere plassering av overvåkingslokaliteter langs gradienter fra vest til øst, ev. fra ytre til indre strøk. Grad av menneskelig påvirkning er særlig knyttet til veier og annen infrastruktur i lavereliggende fjellstrøk. Forekomst av infrastruktur er lite egnet som grunnlag for overordnet geografisk plassering av overvåkingslokaliteter, men kan ha betydning for hvordan kamerafeller bør plasseres innen hver overvåkingslokalitet. Vi vet generelt lite om smånageres sensitivitet for menneskelig påvirkning/forstyrrelse, og det er grunn til å anta at effektene framfor alt er indirekte gjennom økt forekomst av generalistpredatorer som forekommer i høyere tetthet langs veier, tekniske inngrep og hyttebebyggelse (Knight & Kawashima 1993, Rød-Eriksen mfl. 2020), som kan medføre høyere predasjonspress på byttedyrene nær infrastruktur..

### 3.3 Fjellområder med betydning for fjellrev og andre forvaltningsrelevante arter

**Fjellrev** hadde tidligere vid utbredelse i norske fjell. Etter den sterke tilbakegangen etter ca. 1900 har imidlertid utbredelsen blitt mer spredt, med reproduksjon begrenset til noen få områder (se kart over dagens utbredelse i Ulvund mfl. 2021). Gjennom ulike tiltak for reetablering og styrking av fjellrevbestanden omfatter de viktigste reproduksjonsområdene nå Hardangervidda, Reinheimen, Dovrefjell, Forollhogna og Sylane i Sør-Norge (og Helgas i Sverige). I Nord-Trøndelag, Nordland og Troms er reproduksjonsområdene felles for Norge og Sverige: Blåfjell/Hestkjølen, Børgefjell/Borgafjäll, Saltfjellet/Vindelfjellene, et par i hovedsak svenske områder vis-à-vis Fauske og Narvik, samt indre Troms (også felles med Finland). I Finnmark ligger de tidligere reproduksjonsområdene dels i tilknytning til fjellområdene i midtre deler (Nordreisa/Alta, Porsanger, Lfjordfjellet, med finske områder sør for Tana) og på Varangerhalvøya.

**Snøugle** hekker i dag sporadisk i Nordland og i Troms og Finnmark. Hekkende snøuglepar kartlegges årlig av nasjonalt snøugleprosjektet (NINA, UIA og BirdLife Norge) og av COAT på Varangerhalvøya. Vi har i samarbeid med snøugleprosjektet sikret at foreslått overvåkingsprogram for smågnagere i fjell er av relevans for det nasjonale arbeidet med snøugle.

**Dverggås** hadde i likhet med snøugle og fjellrev tidligere vid utbredelse i norske fjell og har hatt en kraftig nedgang siden starten av 1900-tallet. I dag har den status som kritisk truet på rødlista. Arten overvåkes av Birdlife Norge. I dag er det kun kjent at dverggås hekker i områdene rundt lešjávri på Finnmarksvidda, mens et fåtall individer observeres ennå nesten årlig i artens klassiske hekkeområder på Varangerhalvøya. Her gjøres det ekstraordinære tiltak, som utskyting av rødrev, i et forsøk på å bedre livsvilkårene for dverggåsa. En ny studie har imidlertid vist at hekkesuksessen til dverggås i størst grad er avhengig av de lokale smågnagerbestandenes bestandsnivå (Marolla mfl. 2019).

### 3.4 Plassering av overvåkingslokaliteter pr. region

Plassering av overvåkingslokaliteter innebærer vurderinger av både regional fordeling av overvåkingslokaliteter og designet for datainnsamling for hver overvåkingslokalitet (jf. kap. 2). Her vurderer vi hvordan overvåkingslokaliteter bør plasseres for best mulig å dekke de enkelte fjellregionene og geografiske regionene i en full versjon av overvåkingsprogrammet.

#### Fordeling av overvåkningslokaliteter etter andel fjellareal

I utgangspunktet vil plasseringen av overvåkningslokaliteter kunne gjøres ved en tilfeldig, regelmessig eller modellbasert tilnærming. En proporsjonal fordeling etter andel fjellareal i hver region vil sikre god geografisk dekning. Regioner med liten andel av totalt fjellareal eller med stor intern variasjon i miljøforhold kan ev. tilordnes relativt større andel av totalt antall overvåkingsområder for å sikre mer presise bestandsestimater for disse regionene.

Hvor mange overvåkingslokaliteter det bør være totalt, er ikke gitt. I kapittel 2.2 har vi antydnet at en veiledende avstand på 50 km mellom overvåkingslokaliteter kan være tett nok til å fange opp regionale mønstre i miljøforhold og i smågnagernes bestandsdynamikk (jf. kap. 2.1). Dette innebærer totalt ca. 50 overvåkingslokaliteter, som enkeltvis helst skal dekke viktig lokal miljøvariasjon (jf. kap. 2.3). Ved en rent proporsjonal fordeling etter andel fjellareal vil dette gi et antall overvåkingslokaliteter pr. region som vist i **tabell 3.1**. For de geografiske regionene medfører dette kun 3 lokaliteter for Sørlandet, men hele 24 for Nord-Norge. Antall overvåkingslokaliteter er noe jevnere fordelt mellom fjellregionene. En slik proporsjonal fordeling av 50 overvåkingslokaliteter er som nevnt bare et utgangspunkt. Nedenfor vurderer vi fordelingen i lys av både miljøvariasjon innen hver region, dekning av ulike fjellområder, dekning av viktige områder for bl.a. fjellrev og tilstrekkelig antall lokaliteter pr. region.

**Tabell 3.1** Fordeling av fjellarealet på geografiske regioner og fjellregioner. Antall overvåkingslokaliteter er basert på ca. proporsjonal fordeling av totalt 50 potensielle overvåkingslokaliteter etter andel fjellareal.

	Fjellareal (km <sup>2</sup> )	Andel (%)	Antall lokaliteter
<b>Geografiske regioner</b>			
Østlandet	19 004	15,3	8
Sørlandet	7 086	5,7	3
Vestlandet	20 330	16,3	8
Midt-Norge	18 295	14,7	7
Nord-Norge	59 823	48,0	24
<b>Fjellregioner</b>			
A Sør-Norge sør	25 530	20,5	10
B Sør-Norge nord	31 881	25,6	13
C N-Trøndelag, Nordland	24 746	19,4	10
D Troms	11 691	9,4	5
E Finnmark	30 966	23,2	12

### Forslag til regional fordeling av overvåkingslokaliteter

Ut fra gjennomgangen av mønstre i miljøvariasjonen innen de enkelte fjellregionene i kapittel 3.2 er det tydelig at fjellområdene i Sør-Norge er preget av en tydelig miljøgradient fra vest til øst, med et forholdsvis skarpt skille omtrent langs grensa mellom Vestlandet og Østlandet, til dels også mellom Østlandet og Midt-Norge i nord. Denne gradienten går fra mer oseanisk klima, mer kupert terreng og noe lavere planteproduksjon i vest til mer kontinentalt klima, roligere terrengformer og noe høyere planteproduksjon i øst. Dette innebærer at plassering av overvåkingslokaliteter i fjellet i Sør-Norge må fange opp de regionale forskjellene vest–øst og at det for øvrig er viktig å dekke de ulike delene av fjellområdene forholdsvis proporsjonalt med arealet.

For Nord-Trøndelag og Nordland er den regionale miljøvariasjonen mindre tydelig. Det er til en viss grad en tilsvarende klimagradient vest–øst, men miljøvariasjonen er mindre systematisk. De enkelte fjellområdene i regionen bør derfor vurderes enkeltvis. I Troms og Finnmark er det en tydelig klimagradient fra relativt oseanisk klima i ytre til mer kontinentalt i indre strøk, ev. forsterket fra sørvest mot nordøst. Dette sammenfaller med mønstre i terrengvariasjon.

Overvåkingslokalitetene bør også dekke viktige områder for forvaltningsrelevante arter som er sterkt påvirket av smånagers bestandsdynamikk (jf. kap. 3.3). For fjellrev omfatter det en rekke viktige områder langs fjellkjeden i Sør-Norge. I Midt-Norge, Nordland og Troms er det i hovedsak en rekke områder langs svenskegrensa. I Finnmark er det de sentrale fjellområdene i midtre deler av fylket samt Varangerhalvøya som har tettest forekomst av fjellrev. Fjellrevområdene i Finnmark og Troms overlapper for en stor del hekkeområder for snøugle og dverggås.

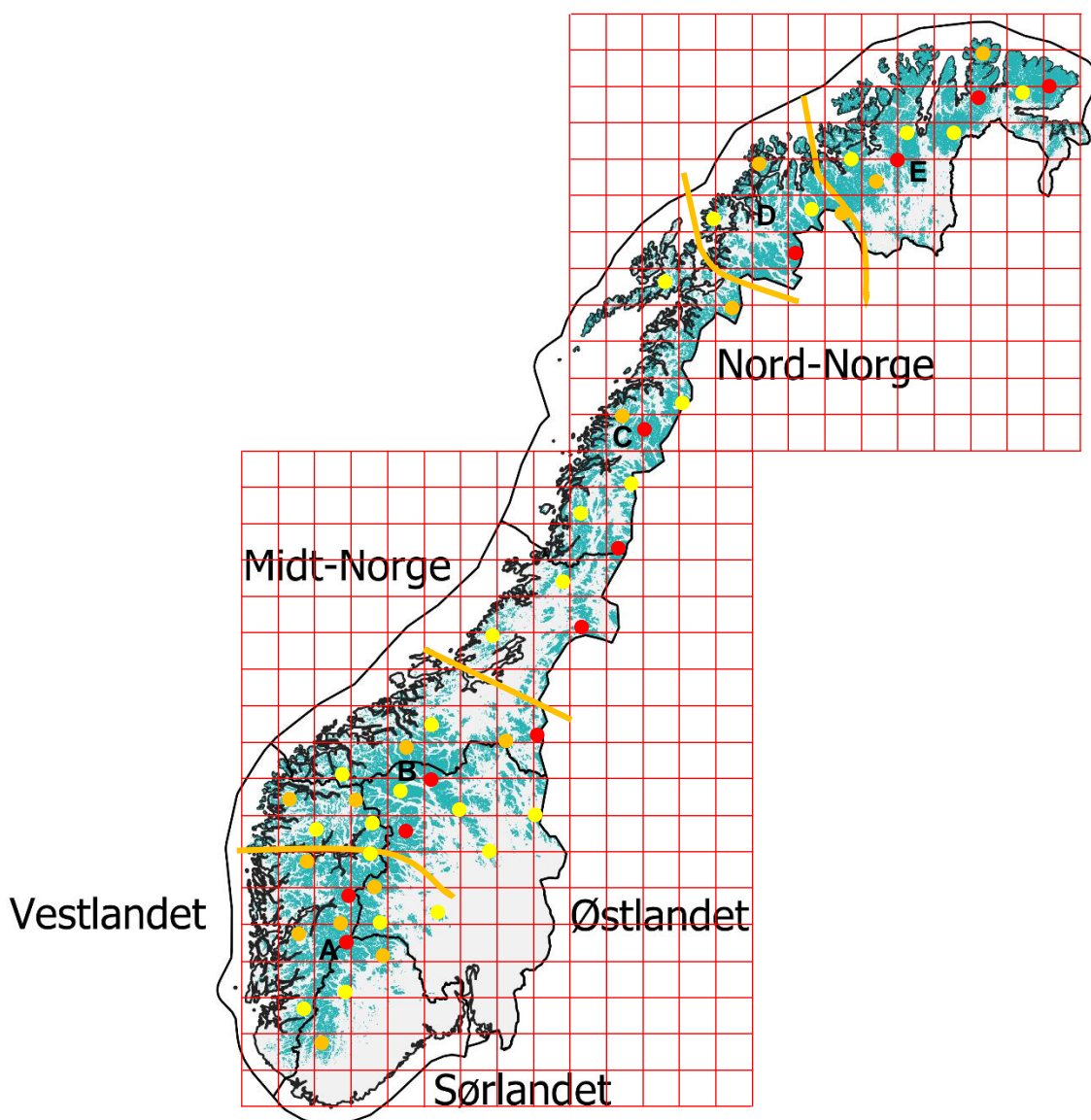
Ut fra andel fjellareal i hver region, de ulike fjellområdene, mønstre i miljøvariasjon og fordeling av områder som er viktige for utpekte forvaltningsrelevante arter, kan vi foreslå omtrentlig plassering av overvåkingslokalitetene innen hver fjellregion (jf. **tabell 3.2** og **figur 3.2**). En mer detaljert og konkret vurdering som bl.a. tar hensyn til dekning av lokale høydegradienter, variasjon i ulikt smånagerhabitat og atkomst og logistikk, må baseres på en feltbefaring av hver lokalitet. Det kan da være aktuelt å flytte lokalitetene noe for å ivareta slike hensyn (jf. kap. 4). Dekningen av bioklimatiske soner og seksjoner, samt avstand til vei kan da bli noe endret sammenliknet med det som er angitt i **tabell 3.2** og gjennomgått nedenfor.

**Tabell 3.2** Forslag til overvåkingslokaliteter innen hver fjellregion og geografiske region, angitt ved nærliggende stedsnavn, kommune (i parentes) og fjellområde. Koordinater er ca. posisjon angitt i desimalgrader. Posisjonen må justeres ved endelig plassering etter feltbefaring. Klima er angitt som dekning av bioklimatiske soner og seksjoner (Moen 1998) innenfor ca. 100 km<sup>2</sup>, hhv. NB nordboreal, LA lavalpin, MA mellomalpin, HA høyalpin, O3 sterkt oseanisk, O2 klart oseanisk, O1 svakt oseanisk, OC overgangsseksjon, C1 svakt kontinentalt. År med data angir lengde på dataserier for smågnagerbestander i eller nær de foreslåtte lokalitetene, kombinert for ev. ulike registreringsmetoder (jf. **tabell 2.1**). Relevans for andre arter er basert på informasjon om nærliggende hi/hekke-lokaliteter for fjellrev, snøugle og dverggås. Avstand (km) til vei er anslag for minste avstand i luftlinje til offentlig eller privat vei avmerket på Norgeskart.no.

Region/Lokalitet	Fjellområde	Koordinater	Klima	År m/data	Andre arter	Avstand til vei
<b>A Sør-Norge sør</b>						
<i>Østlandet</i>						
Blåbergi (Hol)	Nordfjella	60,7N 7,8E	NB, LA, MA; OC		Fjellrev	2
Solheimstulen (Nore-Uvdal)	Hardangervidda	60,3N 8,3E	NB, LA; OC		Fjellrev	0
Nautskardfjellet (Flå)	Vassfaret	60,5N 9,7E	NB, LA; O1			3
<i>Sørlandet</i>						
Møsvatn/Hjerdalen (Tinn)	Hardangervidda	59,9N 8,3E	NB, LA; O1	30	Fjellrev	2
Haukelifjell (Vinje)	Hardangervidda	59,9N 7,2E	LA, MA, HA; O1	11	Fjellrev	4
Holfjell (Valle)	Setesdal austhei	59,4N 7,6E	NB, LA, MA; O1			2
Knaben (Kvinesdal)	Setesdal vesthei	58,7N 7,1E	LA; O2			4
<i>Vestlandet</i>						
Urafjellet (Forsand)	Ryfylkeheiene	59,1N 6,6E	NB, LA, MA; O2/O3			1
Skeidsfjellet (Kvinherad)	Folgefonna NP	60,0N 6,1E	NB, LA, MA; O3			2
Tinnhølen (Eidfjord)	Hardangervidda	60,3N 7,6E	LA, MA; OC		Fjellrev	2
Finse (Ulvik),	Hardangervidda/ Nordfjella	60,6N 7,5E	LA, MA, HA; O1	53	Fjellrev	1
Snjodalen (Vik)	Vikafjellet	60,9N 6,4E	LA; O2			1
Valdresdalen (Lærdal)		61,2N 7,9E	LA, MA, HA; OC			1
<b>B Sør-Norge nord</b>						
<i>Østlandet</i>						
Gjende (Vågå)	Jotunheimen	61,5N 8,8E	NB, LA, MA, HA; OC	19*		1
Nysætri (Lesja)	Reinheimen	62,1N 8,4E	NB, LA, MA, HA; O1		Fjellrev	0
Snøheim (Dovre)	Dovre-Sunndalsfjella NP	62,3N 9,4E	LA, MA; O1/OC	16 (32**)	Fjellrev	0
Bjørnhollia (Sel)	Rondane	61,9N 10,0E	NB, LA, MA; OC			0
Eldådalen (Storeldal)	Hedmarksvidda	61,4N 10,8E	NB, LA; OC			0
Gutulia (Engerdal)	Utpost	62,0N 12,2E	NB; OC	28		2
<i>Vestlandet</i>						
Styggedalen (Luster)	Hurrungane	61,5N 7,9E	LA, MA, HA; O1			2
Tystigen (Stryn)	Strynefjell	62,0N 7,4E	LA, MA, HA; O2			0
Huldrenova (Sunnfjord)	V for Gaularfjell	61,3N 6,2E	NB, LA, MA; O2			1
Ålftobreen N (Bremanger)	Utpost	61,8N 5,6E	NB, LA, MA; O3			2
<i>Midt-Norge</i>						
Bygdastølen (Stranda)	Sunnmørsalpene	62,1N 6,8E	NB, LA, MA; O2			0
Aursjøen (Sunndal)	Sunndalsfjella	62,4N 8,6E	NB, LA, MA; O1	12	Fjellrev	0

Region/Lokalitet	Fjellområde	Koordinater	Klima	År m/data	Andre arter	Avstand til vei
Gravbekken (Oppdal)	Trollheimen	62,7N 9,3E	NB, LA, MA; O1			3
Hessjøen (Holtålen)	Forollhogna NP	62,7N 11,2E	NB, LA; O1	20	(Fjellrev)	1
Nedalshytta (Tydal)	Sylane	63,0N 12,1E	LA, MA; O1		Fjellrev	0
<b>C Nord-Trøndelag, Nordland</b>						
<i>Midt-Norge</i>						
Blåfjellet/Gressåmoen (Lierne)	Blåfjella-Skjækerfjella NP	64,2N 13,5E	NB, LA; O1		Fjellrev	2
Haukfjellet (Namskogan)		64,8N 12,6E	NB, LA, MA; O2			2
Midtiheia (Åfjord)	Fosen/utpost	64,1N 10,7E	NB, LA; O2			4
<i>Nord-Norge</i>						
Reinfjella (Hattfjell-dal)	Børgefjell	65,2N 14,2E	LA, MA; O1	15 (33 <sup>***</sup> )	Fjellrev	17
Vistfjellan (Vefsn)	Lomsdal-Visten NP	65,7N 13,0E	NB, LA, MA; O1			7
Raudlia (Hemnes)	Artfjellet	65,9N 14,5E	NB, LA; O1		Fjellrev	3
Urdfjellet, Lahko NP (Meløy)	Svartisen-Saltfjellet	66,9N 14,2E	NB, LA, MA; O2			4
Saltfjellstua (Rana)	Svartisen-Saltfjellet	66,7N 15,0E	NB, LA, MA; O1	11	Fjellrev	18
Ballvatn (Saltdal)	Junkerdal NP	67,0N 16,0E	NB, LA; O1/OC	31	Fjellrev	1
Storsteinhytta (Narvik)		68,2N 18,0E	LA, MA, HA; O2		Fjellrev, snøugle/	3
Forkledalen (Lødingen)	Møysalen NP	68,5N 15,5E	NB, LA, MA; O2			3
<b>D Troms</b>						
<i>Nord-Norge</i>						
Jøvikfjellet (Senja)	Ånderdalen NP	69,2N 17,3E	NB, LA; O1			5
Simavikryggen (Tromsø)	Ringvassøya	69,9N 19,1E	NB, LA, MA; O1			4
Dividalen (Målselv)	Øvre Dividal NP	68,7N 19,8E	NB, LA, MA; OC/C1	28	Fjellrev	2
Helligskogen (Storfjord)		69,2N 20,8E	NB, LA, MA; OC			2
Reisa NP (Nordreisa)	Reisa NP	69,4N 21,7E	NB, LA; C1		Fjellrev, snøugle	5
<b>E Finnmark</b>						
<i>Nord-Norge</i>						
Tverrfjellet (Alta)		69,9N 22,5E	LA, MA; OC			5
Ádjajunčohkka (Kautokeino)		69,6N 23,2E	LA; OC/C1			9
Stabbursdalen NP (Porsanger)		70,1N 24,6E	NB, LA; OC		Fjellrev	13
Joatka (Alta)		69,8N 24,0E	LA; OC	44	Dverggås	6
Rasttigaisa (Tana)	Laksefjordvidda	70,0N 26,2E	LA, MA; OC		Fjellrev	10
Ifjordfjellet (Lebesby)	Laksefjordvidda	70,4N 27,4E	LA; OC	19	Fjellrev	3
Nordkinnhalvøya (Gamvik)		70,9N 27,9E	LA; O1	19	Snøugle	4
Komagdalen (Båtsfjord)		70,3N 30,0E	LA, MA; OC	19	Fjellrev, snøugle	20
Vestre Jakobselv (Nesseby)		70,3N 29,0E	LA; OC	19	Fjellrev, snøugle, dverggås	20

\* Data fra Øvre Heimdalsvatn; \*\* Data fra TOV-området i Åmotsdalen; \*\*\* Data fra TOV-området i Børgefjell/Viermadalen



**Figur 3.2** Fjellområdene i Norge med avgrensing av geografiske regioner (svart strek) og fjellregioner (gulbrun strek). Rutenettet med enheter på ca. 50 x 50 km antyder avstand mellom overvåkingslokaliteter, men skal ikke tolkes som at hver rute med fjellareal bør ha en overvåkingslokalitet. Punkter representerer forslag til ca. plassering av slike overvåkingslokaliteter, der faktisk plassering må avklares ut fra de lokale forholdene etter feltbefaring (jf. **tabell 3.2**; se teksten for detaljer). Fargen på punktene viser forslag til prioritering mellom lokalitetene: I rød, II oransje, III gul (jf. kap. 3.5 og **tabell 3.5**).

Til sammen 53 lokaliteter er listet opp i **tabell 3.2**. Disse dekker de fleste større sammenhengende fjellområdene i Norge, samt noen mer perifere utposter i øst og vest. Det er imidlertid ikke mulig å dekke alle slike mindre fjellområder uten en betydelig økning i antall overvåkingslokaliteter. **Tabell 3.3** viser lokalitetenes fordeling på geografiske regioner og fjellregioner. Dekningen av geografiske regioner varierer fra 4 for Sørlandet til 22 for Nord-Norge. Dekningen av fjellregioner varierer tilsvarende fra 5 i region D (Troms) til 15 i region B (Sør-Norge nord). Generelt er det noe større dekning av foreslåtte overvåkingslokaliteter i sør enn i nord, sammenliknet med andelen fjellareal i de respektive regionene. Antall og fordeling av lokalitetene innen hver av de geografiske regionene og fjellregionene bør være tilstrekkelig til å kunne gi relevant informasjon om bestandsdynamikken hos smågnagere i fjellet i hver av disse regionene.



**Tabell 3.4** viser lokalitetenes fordeling på bioklimatiske soner og seksjoner, bedømt ut fra dekingen av slike soner og seksjoner innenfor en sirkel på ca. 100 km<sup>2</sup> omkring den angitte posisjonen for hver lokalitet. En forholdsvis stor andel (62 %) av lokalitetene har potensial for å dekke både lavalpin og mellomalpin sone, mens 38 % trolig bare vil kunne dekke lavalpin sone (i tillegg til nordboreal sone). Alle geografiske regioner har lokaliteter som ikke dekker mellomalpin sone, med størst andel (50 %) for Sørlandet og minst for Vestlandet (10 %). Det er størst andel av lokaliteter som dekker svakt oseanisk seksjon (O1) og overgangsseksjonen (OC), med henholdsvis 40 % og 32 % (med to lokaliteter med O1/OC fordelt mellom O1 og OC). Bare knapt 6 % av lokalitetene dekker i større eller mindre grad den mest oseaniske seksjonen O3, og knapt 18 % dekker klart oseanisk seksjon (O2). Kun lokaliteter på Vestlandet dekker sterkt oseanisk seksjon (O3), mens lokaliteter som dekker klart oseanisk seksjon (O2) finnes i alle regioner unntatt Østlandet. Kun to lokaliteter i Nord-Norge (Dividalen i Målselv, Ádjajunčohkka i Kautokeino) dekker svakt kontinental seksjon. På Østlandet har dette sammenheng med at høyereliggende lokaliteter (dvs. i fjellet) ofte har mer oseanisk klima enn nærliggende lavlandsområder.

Det finnes eksisterende dataserier som i større eller mindre grad dekker smånageres bestandsdynamikk i eller nær 17 av de foreslåtte områdene (jf. **tabell 3.2**). Disse er basert på ulike typer datainnsamling, som klappfellefangst, sporregistrering eller kamerafeller, og de har foregått over perioder fra 11 år til mer enn 50 år (jf. **tabell 2.1**). De lengste tidsseriene er fra Finse, TOV-områdene Møsvatn, Gutulia, Åmotsdalen, Børgefjell og Dividalen, samt fra Øvre Heimdalen, Hessjøen, Ballvatn, Joatka og flere lokaliteter i Øst-Finnmark. De dekker dermed de fleste geografiske regionene og fjellregionene.

Nesten 50 % av de foreslåtte lokalitetene dekker viktige områder for fjellrev, snøugle og/eller dverggås (**tabell 3.2**). De aller fleste av disse gjelder fjellrev og dekker mange viktige delbestander for denne arten (Ulvund mfl. 2021). Flere av områdene for snøugle dekkes i stor grad av tilsvarende områder for fjellrev i Nord-Norge, mens området ved Joatka i Finnmark i hovedsak er relevant for dverggås.

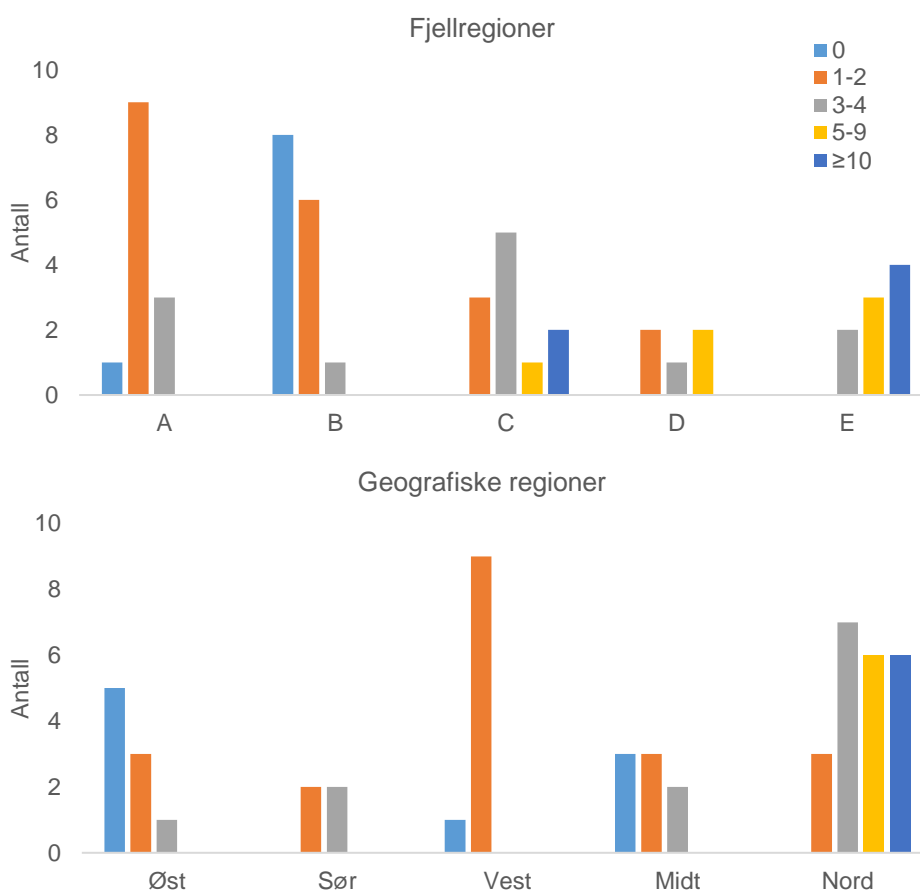
**Tabell 3.3** Fordeling av foreslåtte overvåkingslokaliteter på geografiske regioner og fjellregioner (jf. kap. 2.2). Fjellregionene er A Sør-Norge sør, B Sør-Norge nord, C Nord-Trøndelag og Nordland, D Troms, E Finnmark,

Geografiske regioner	Fjellregioner					Sum
	A	B	C	D	E	
Østlandet	3	6				9
Sørlandet	4					4
Vestlandet	6	4				10
Midt-Norge		5	3			8
Nord-Norge			8	5	9	22
<b>Sum</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>53</b>

**Tabell 3.4** Fordeling av foreslåtte overvåkingslokaliteter på bioklimatiske soner og seksjoner (Moen 1998), Sonene dekker NB nordboreal, LA lavalpin, MA mellomalpin, HA høyalpin, mens seksjonene dekker O3 sterkt oseanisk, O2 klart oseanisk, O1 svakt oseanisk, OC overgangsseksjon, C1 svakt kontinentalt.

Soner	Seksjoner							sum
	O3	O3/O2	O2	O1	O1/OC	OC	OC/C1	
NB						1		1
NB, LA			1	7	1	3		12
LA			2	1		3	1	7
NB, LA, MA	2	1	5	7		3	1	19
LA, MA				1	1	4		6
NB, LA, MA, HA				1		1		2
LA, MA, HA			2	3		1		6
<b>sum</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>2</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>53</b>

Som nevnt over, vil avstand fra vei til de foreslåtte lokalitetene kunne endres ved endelig lokalisering basert på feltbefaring. Avstand fra vei i luftlinje er heller ikke et realistisk mål på hvor lett atkomsten til lokalitetene kan være, men det kan gi en indikasjon. **Figur 3.3** viser hvordan de foreslåtte lokalitetene fordeler seg på ulike avstander fra vei og hvordan dette varierer mellom ulike regioner. Det er åpenbart at tilgang til lokalitetene stort sett er vesentlig lettere i Sør-Norge enn i Nord-Norge. En betydelig andel av lokalitetene i Sør-Norge ligger ved eller i kort avstand fra vei, mens alle lokaliteter som ligger minst 5 km fra vei, ligger i Nord-Norge. Selv om lang avstand fra vei kan medføre en logistisk utfordring for smågnagerovervåkingen, er det verdt å merke seg at flere slike lokaliteter sammenfaller med viktige områder for fjellrev, der SNO allerede drifter en infrastruktur for støtteføring og overvåking av fjellrev, noe som kan gi synergier for smågnagerovervåkingen. Noen av lokalitetene ansees også som så viktige for evaluering knyttet til fjellrevtiltakene, at de er prioritert opp, tross lang avstand fra vei.



**Figur 3.3** Fordeling av antall lokaliteter etter avstand (km) fra vei i luftlinje og henholdsvis fjellregioner og geografiske regioner (jf. regioninndeling i figur 3.1). Fjellregionene er A Sør-Norge sør, B Sør-Norge nord, C Nord-Trøndelag + Nordland, D Troms, E Finnmark.

### 3.5 Prioritering av overvåkingslokaliteter

Foreslått antall og fordeling av overvåkingslokaliteter ovenfor representerer en relativt god dekning av ulike fjellområder, regionale klimagrader og dekning av viktige områder for forvaltningsrelevante, smågnageravhengige arter som fjellrev og snøugle. Det inkluderer også en del lokaliteter der det allerede finnes kortere eller lengre tidsserier med data for smågnagerbestander. Til sammen blir dette imidlertid et betydelig antall (53) lokaliteter. Det vil åpenbart være behov for å prioritere mellom disse lokalitetene, bl.a. når det gjelder hvilke lokaliteter som absolutt bør inngå i en minimumsløsning og i oppstart av overvåkingsprogrammet.

I kapittel 2.2 har vi skissert et sett kriterier for prioritering mellom lokaliteter:

- Lokaliteter i de sentrale fjellområdene fra sør til nord prioriteres framfor lokaliteter i mer perifere fjellområder i ytterkantene mot øst, vest og på kysten. Der det er flere nærliggende lokaliteter innen samme fjellområde, prioriteres én av disse.
- Lokaliteter som dekker viktige områder for fjellrev, snøugle eller dverggås, prioriteres framfor andre.
- Lokaliteter med eksisterende gode dataserier for smånagere bestandsdynamikk (i eller nær lokaliteten) prioriteres.
- Lokaliteter som dekker både lavalpin og mellomalpin sone, dvs. som gir mulighet for å dekke lokale høydegradienter, prioriteres framfor de som bare dekker lavalpin sone.
- Sekundært prioriteres dekning av mer oseaniske (O3, O2) eller kontinentale (C1) lokaliteter.

Vi har ikke rangert eller anvendt disse kriteriene helt systematisk, i det vi har gjort en kvalitativ avveining mellom dem og har forsøkt å sikre en noenlunde jevn fordeling av viktige lokaliteter over fjellområdene.

Vi har sortert lokalitetene i tre grupper som vist i **tabell 3.5** og **figur 3.2**. *Prioritet I* omfatter 12 lokaliteter som vi anser som de viktigste ut fra dekning av sentrale fjellområder, dekning av viktige områder for andre arter, samt at de i stor grad også har eksisterende tidsserier for smånagere. Disse lokalitetene bør inngå i minimumsalternativet og helst også inkluderes i oppstarten av overvåkingsprogrammet. *Prioritet II* omfatter 16 lokaliteter som er valgt for å utfylle dekningen av fjellområdene, spesielt ved bredere dekning av regionale klimagradienter, samt til supplering av viktige områder for fjellrev. De 28 lokalitetene med *prioritet I* eller *II* vil til sammen gi god dekning av de enkelte fjellregionene og geografiske regionene og kan dermed utgjøre grunnlaget for en nedskalering av det fulle overvåkingsprogrammet som foreslås her. De resterende 25 lokalitetene utgjør *prioritet III* og utfyller dekningen av fjellområdene, bl.a. ved å dekke en del mindre fjellområder vest og øst for de sentrale fjellområdene, samt i noen grad fjell i ytre strøk nordpå. Fordelingen av antall lokaliteter med ulik prioritering for de geografiske regionene og fjellregionene er vist i **figur 3.4**.

**Prioritet I** dekker som nevnt de sentrale fjellområdene fra sør til nord (jf. **figur 3.2**). Med unntak av lokaliteten Gjende i Jotunheimen dekker alle også viktige områder for fjellrev, snøugle eller dverggås. Åtte av lokalitetene dekker både lavalpin og mellomalpin sone, mens tre også dekker høyalpin sone. Tre lokaliteter (Blåfjella/ Gressåmoen, Joatka, Ifjordfjellet) dekker imidlertid kun lavalpin (og ev. nordboreal) sone. Med unntak av Dividalen som ligger i overgangen til svakt kontinental seksjon (OC/C1), ligger alle øvrige lokaliteter med *prioritet I* i den midterste delen (O1, OC) av gradienten fra oseanisk til kontinentalt klima. Ni av lokalitetene har også relevante dataserier for smånagere (ev. fra nærliggende områder), hvorav åtte har serier på minst 19 år. Tre av lokalitetene (Reinfjella i Børgefjell, Saltfjellstua, Komagdalen) ligger mer enn 15 km fra vei, men her finnes allerede en infrastruktur og prosedyrer for (minst) årlige besøk knyttet til oppfølgingen av fjellrev eller pågående overvåking av tundraøkosystemet (Komagdalen). Lokalitetene med *prioritet I* tilfredsstiller følgelig viktige føringer for en minimumsversjon av ny nasjonal overvåking av smånagere. Enkelte regioner har imidlertid bare én lokalitet med *prioritet I*, slik at overvåkingen kan gi et skjevt inntrykk av smånagerbestanden for den aktuelle regionen.

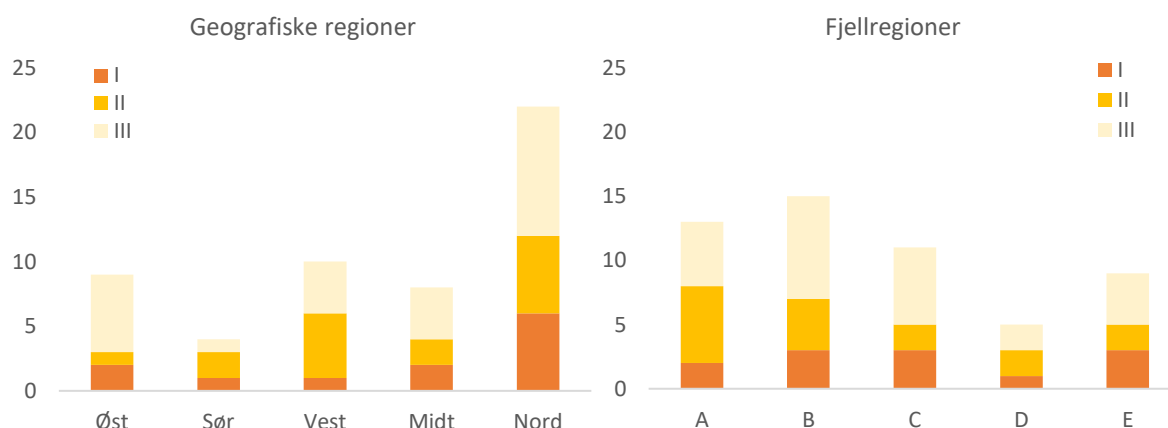
**Prioritet II** utfyller lokalitetene med *prioritet I* ved dels å supplere disse i viktige fjellområder som Hardangervidda og Dovre-Sunndalsfjella, og dels ved å utvide dekningen av regionale klimagradienter til mer oseaniske og i noen grad kontinentale områder. Lokalitetene Skeidsfjellet (Kvinnherad) og Ålfotbreen N (Bremanger) har meget oseanisk klima (seksjon O3), mens ytterligere fem lokaliteter har noe mindre oseanisk klima (O2). Én lokalitet (Ádjajunčohkka) ligger i overgangen til kontinentalt klima (OC/C1). Bare 56 % av lokalitetene med *prioritet II* dekker mellomalpin sone. Halvparten av lokalitetene dekker også mer eller mindre viktige områder for fjellrev og/eller snøugle. Her må særlig Tinnhølen på Hardangervidda og Aursjøen i nordvestre del av

**Tabell 3.5** Foreslåtte lokaliteter for nasjonal overvåking av smånagere sortert etter prioritering: I høyest, II middels, III lavest. Bioklimatiske soner og seksjoner (se koder i **tabell 3.2**), antall år for eksisterende dataserier (kombinert for ulike registreringsmetoder), dekning av andre arter og avstand til vei (km) er vist som grunnlag for prioriteringen.

Geo-reg	Fjell-reg	Lokalitet	Kommune	Soner	Seksjoner	År m/data	Andre arter	Avstand vei
<b>Prioritet I</b>								
Sør	A	Haukelifjell	Vinje	LA, MA, HA	O1	11	Fjellrev	4
Vest	A	Finse	Ulvik	LA, MA, HA	O1	53	Fjellrev	1
Øst	B	Gjende	Vågå	NB, LA, MA, HA	OC	19*		1
Øst	B	Snøheim	Dovre	LA, MA	O1/OC	16 (32**)	Fjellrev	0
Midt	B	Nedalshytta	Tydal	NB, LA, MA	O1		Fjellrev	0
Midt	C	Blåfjellet/Gressåmoen	Lierne	NB, LA	O1		Fjellrev	2
Nord	C	Reinfjella	Hattfjelldal	LA, MA	O1	15 (33***)	Fjellrev	17
Nord	C	Saltfjellstua	Rana	NB, LA, MA	O1	11	Fjellrev	18
Nord	D	Dividalen	Målselv	NB, LA, MA	OC/C1	28	Fjellrev	2
Nord	E	Joatka	Alta	LA	OC	44	Dverggås	6
Nord	E	Ifjordfjellet	Lebesby	LA	OC	19	Fjellrev	3
Nord	E	Komagdalen	Båtsfjord	LA, MA	OC	19	Fjellrev, snøugle	20
<b>Prioritet II</b>								
Øst	A	Blåbergi	Hol	NB, LA, MA	OC		Fjellrev	2
Sør	A	Møsvatn/Hjerdalen	Tinn	NB, LA	O1	30	Fjellrev	2
Sør	A	Knaben	Kvinesdal	LA	O2			4
Vest	A	Skeidsfjellet	Kvinnherad	NB, LA, MA	O3			2
Vest	A	Tinnhølen	Eidfjord	LA, MA	OC		Fjellrev	2
Vest	A	Snjodalen	Vik	LA	O2			1
Vest	B	Tystigen	Stryn	LA, MA, HA	O2			0
Vest	B	Ålfotbreen N	Bremanger	NB, LA, MA	O3			2
Midt	B	Aursjøen	Sunnadal	NB, LA, MA	O1	12	Fjellrev	0
Midt	B	Hessjøen	Holtålen	NB, LA	O1	20	(Fjellrev)	1
Nord	C	Urdfjellet, Lahko NP	Meløy	NB, LA, MA	O2			4
Nord	C	Storsteinhytta	Narvik	LA, MA, HA	O2		Fjellrev, snøugle	3
Nord	D	Simavikryggen	Tromsø	NB, LA, MA	O1			4
Nord	D	Reisa NP	Nordreisa	NB, LA	O1		Fjellrev, snøugle	5
Nord	E	Ádjajunčohkka	Kautokeino	LA	OC/C1			9
Nord	E	Nordkinnhalvøya	Gamvik	LA	O1	19	Snøugle	4
<b>Prioritet III</b>								
Øst	A	Solheimstulen	Nore-Uvdal	NB, LA	OC		Fjellrev	0
Øst	A	Nautskardfjellet	Flå	NB, LA	O1			3
Sør	A	Holfjell	Valle	NB, LA, MA	O1			2
Vest	A	Urafjellet	Forsand	NB, LA, MA	O3/O2			1
Vest	B	Huldrenova	Sunnfjord	NB, LA, MA	O2			1
Vest	A	Valdresdalen	Lærdal	LA, MA, HA	OC			1
Øst	B	Nysætri	Lesja	NB, LA, MA, HA	O1		Fjellrev	0
Øst	B	Bjørnhollia	Sel	NB, LA, MA	OC			0
Øst	B	Eldådalen	Storelvdal	NB, LA	OC			0
Øst	B	Gutulia	Engerdal	NB	OC	28		2
Vest	B	Styggedalen	Luster	LA, MA, HA	O1			2

Geo-reg	Fjell-reg	Lokalitet	Kommune	Soner	Seksjoner	År m/data	Andre arter	Avstand vei
Midt	B	Bygdastølen	Stranda	NB, LA, MA	O2			0
Midt	B	Gravbekken	Oppdal	NB, LA, MA	O1			3
Midt	C	Haukfjellet	Namsko- gan	NB, LA, MA	O2			2
Midt	C	Midtiheia	Åfjord	NB, LA	O2			4
Nord	C	Vistfjellan	Vefsn	NB, LA, MA	O1			7
Nord	C	Raudlia	Hemnes	NB, LA	O1		Fjellrev	3
Nord	C	Ballvatn	Saltdal	NB, LA	O1/OC	31	Fjellrev	1
Nord	C	Forkledalen	Lødingen	NB, LA, MA	O2			3
Nord	D	Jøvikfjellet	Senja	NB, LA	O1			5
Nord	D	Helligskogen	Storfjord	NB, LA, MA	OC			2
Nord	E	Tverrfjellet	Alta	LA, MA	OC			5
Nord	E	Stabbursdalen NP	Porsanger	NB, LA	OC		Fjellrev	13
Nord	E	Rasttigaisa	Tana	LA, MA	OC		Fjellrev	10
Nord	E	Vestre Jakobselv	Nesseby	LA	OC	19	Fjellrev, snøugle, dverggås	20

\* Data fra Øvre Heimdalsvatnet; \*\* Data fra TOV-området i Åmotsdalen; \*\*\* Data fra TOV-området i Børgefjell/Viermadalen



**Figur 3.4** Foreslåtte overvåkingslokaliteter med høy (I), middels (II) og lav prioritet (III), fordelt på henholdsvis geografiske regioner og fjellregioner (jf. figur 3.1). Fjellregionene er A Sør-Norge sør, B Sør-Norge nord, C Nord-Trøndelag + Nordland, D Troms, E Finnmark.

Dovrefjell-Sundalsfjella nasjonalpark trekkes fram som viktige tiltaksområder for fjellrev, der det også er lagt opp til en grundigere evaluering av effekter av tiltakene. Disse burde kanskje ha noe høyere prioritet ved utvidelse av antall lokaliteter, eller finansieres gjennom midler rettet spesifikt mot bevaringstiltakene for fjellrev. Storsteinhytta (Narvik) og Reisa nasjonalpark er viktige for både fjellrev og snøugle. Bare fire av lokalitetene med *prioritet II* har relevante eksisterende dataserier for smågnagere, hvorav Møsvatn/Hjerdalen, Hessjøen og Nordkinnhalvøya har serier på minst 19 år. Lokalitetene med *prioritet II* utfyller utvalget av lokaliteter med *prioritet I*, og til sammen vil disse lokalitetene gi grunnlag for å bedømme bestandsutviklingen for smågnagere i ulike regioner, med minst tre lokaliteter med *prioritet I* eller *II* i hver region (jf. figur 3.2 og 3.5).

**Prioritet III** utfyller ytterligere utvalget av lokaliteter med *prioritet I* eller *II*, dels i sentrale fjellområder og dels ved å dekke noen mindre og mer isolerte fjellområder i øst og vest. En stor andel (40 %) av lokalitetene med *prioritet III* dekker bare lavalpin (og ev. nordboreal) klimasone. Tre lokaliteter dekker spennet fra lavalpin til høyalpin sone. De aller fleste lokalitetene med *prioritet*

*III* ligger i den midlere delen av gradienten fra oseanisk til kontinentalt klima. Bare én lokalitet (Urafjellet i Forsand) har svært oseanisk klima (seksjon O3/O2), mens fem andre lokaliteter har mer moderat oseanisk klima (O2). Ingen lokaliteter med *prioritet III* har særlig kontinentalt klima. Sju av lokalitetene med *prioritet III* ligger nær viktige områder for fjellrev, de fleste av disse i Nord-Norge. Bare tre lokaliteter (Gutulia, Ballvatn, Vestre Jakobselv) har eksisterende dataserier for smånagere, men de er til gjengjeld forholdsvis lange. Nytteverdien av lokalitetene med *prioritet III* i et nytt overvåkingsprogram er i hovedsak knyttet deres supplering av lokalitetene med *prioritet I* eller *II*, ved dekning av både sentrale og perifere fjellområder og noen viktige områder for fjellrev. Med data fra lokaliteter med *prioritet III* vil overvåkingen få bedre statistisk grunnlag for å dra slutninger om bestandsutviklingen for smånagere i de enkelte regionene. Det vil da være minst fire lokaliteter i hver region og en god dekning av ulike fjellområder.

## 4 Lokal overvåkingsdesign og plassering av kamerafeller

### 4.1 Lokal overvåkingsdesign

#### Romlig replikasjon

Bruk av kamerafeller for arter hvor individene ikke kan skilles visuelt, krever som alle andre metoder skikkelige kalibreringsstudier for å undersøke om valgte metode kan gi pålitelig informasjon om bestandsstørrelse. Vellykket kalibrering av kamerafellebaserte indekser for bestandsstørrelse er allerede gjennomført for gråsidemus og fjellmarkmus (Kleiven mfl. under vurdering). De viser at for gråsidemus kunne man oppnå pålitelige indekser for bestandsstørrelse på kamera-nivå dersom man aggregerte observasjonene over tid (en 5-dagersperiode). For fjellmarkmus krevde det imidlertid at man aggregerte observasjonene både over tid (bare 1 dag) og i rom (over 4 kameraer). Kleiven mfl. (under vurdering) fant at fire kamerafeller var tilstrekkelig for en god lokal indeks for bestandsstørrelse for fjellmarkmus.. Dette skyldes sannsynligvis fjellmarkmusas sosiale organisering og hyppige skifter av leveområde (Tast 1966).

En tilsvarende kalibrering av estimater for bestandsstørrelse basert på henholdsvis kamerafeller og levendefeller, er ikke gjennomført for klatremus, markmus eller lemen. Markmus er økologisk nokså lik fjellmarkmus, og vi antar derfor at markmus kan kreve tilsvarende romlig replikasjon. Lemen er økologisk forskjellig fra både fjellmarkmus og gråsidemus. De er kjent for å skifte leveområde mellom sommer og vinter og også innen sommersesongen (Heske & Jensen 1993). Selv om lemen er kjent for spesielt lav fangbarhet i levendefeller, registreres de hyppig i COATs kamerafeller. Vi sammenliknet korrelasjonen mellom kamerafellebaserte indekser for bestandsstørrelse (aggregert over 1 og 7 dager) fra ett kamera med gjennomsnittet fra de 6 kameraene i samme habitat. For denne undersøkelsen brukte vi data fra 2018-2021 for alle 8 blokkene for de to habitatene som dekkes av COAT-overvåkingen på Varangerhalvøya. De tidligste årene i overvåkingen (2015-2017) ble utelatt på grunn av lange perioder med manglende data. Den romlige korrelasjonen er vesentlig bedre (ca. 25 %) for lemen enn for mus (summen av gråsidemus og fjellmarkmus). Dette kan antyde at det vil kreve mindre romlig replikasjon for å oppnå gode indekser for bestandsstørrelse for lemen enn for fjellmarkmus.

Romlig replikasjon er også viktig for å ha et overvåkingsdesign som er robust mot datatap. Selv med forbedringene mot snø- og vannproblematikk gjennomført i COAT, virker noe datatap som følge av dette uunngåelig, spesielt i en oppstartsfasen. Samtidig er fjell et tøft miljø for moderne teknologi, og man må regne med noe teknisk svikt som følge av slitasje på tekniske komponenter. Romlig replikasjon er derfor avgjørende for å sikre tilstrekkelig datamengde fra alle habitater for alle gradientnivåer i hvert år. Basert på dette, foreslår vi å bruke 6 romlige replikater pr. habitat og gradientnivå.

#### Klimagradianter

Innen et fjellområde vil de ulike alpine sonene representere ulike nivåer i en klimagradiant. Vi foreslår derfor at overvåkingsprogrammet representerer de ulike alpine sonene som vil sikre en god dekning av variasjonen i klimaforhold innen et fjellområde. Lavalpin sone er sentral for *Myodes* og *Microtus*-artene, mens lav- og mellomalpin sone er sentrale for lemen. I et klimaendringperspektiv er også en forskyvning av lavalpine arters utbredelsesområde til høyere liggende områder sannsynlig. Høyalpin sone, som bare sporadisk inneholder vegetasjonsdekke, er i mindre grad viktig for smånagerne. Derfor foreslår vi at overvåkingsprogrammet innrettes mot å dekke lav- og mellomalpin sone der dette er mulig.

#### Habitater

For å sikre at et nasjonalt overvåkingsprogram fanger opp bestandsutviklingen til alle de viktige smånagerartene i fjell, må programmet dekke de foretrukne habitatene for fjellets mest sentrale smånagerarter; dvs. lemen, gråsidemus og fjellmarkmus/markmus. Det er også viktig at

habitater som finnes både i lav- og mellomalpin sone, dekkes i en slik høydegradient for å kunne skille effekten av habitat fra klima- og regionforskjeller.

Lynghei, som er viktig for gråsidemus bør dekkes. Lynghei er ofte en dominerende vegetasjonstype i fjellet. Lyngheilokaliteter bør inneholde blåbær, som regnes som en viktig matplante for smågnagere, spesielt for gråsidemus. Samtidig bør lokalitetene inneholde tilstrekkelig mikrotopografi som kan gi skjul for dyrene. Lokaliteter med et sammenhengende dekke av lynghei vil det bare være mulig å finne i lavalpin sone. Lynghei dekker imidlertid hele klimaspennet i lavalpin sone, fra tregrense til overgangen til mellomalpin sone. Derfor vil det sannsynligvis være mulig å dekke lynghei i to ulike klimanivåer (dvs. nedre og øvre grense for lavalpin sone).

For å favne markmusartene bør frodige habitater med gras, halvgras (starr) eller urter dekkes; dvs. enten myrlendt terreng med mye starr eller frodige enger ofte tilknyttet bekker/elver. Områder som er svært våte eller kan oversvømmes under snøsmeltingen, bør ikke velges for å unngå at kameraene "drukner". Forskjellige fjellområder kan ha ulik forekomst av denne habitattypen; særlig enger kan forventes å være uvanlige eller mangle i enkelte lokaliteter.

For lemen bør overvåkingsprogrammet dekke hva som er antatt å være henholdsvis vinter- og sommerhabitater. Vinterhabitaterne er antatt å være lesider eller konkave landskap med høy snøakkumulasjon på vinteren, dvs. snøleier i moderat grad. Ekstreme moesnøleier bør unngås på grunn av sen avsmelting og ensidig/lite produktiv vegetasjon. Egnete (moderate) snøleier har relativt rik vegetasjon med innslag av gras, starr, urter og lave busker (typisk musøre). Samtidig bør snøleiene også ha en viss mikrotopografi og nærhet til ur som gir god dekning for både smågnagere og kamerafeller når det ikke er snø på bakken. Sommerhabitaterne er typisk fuktig mark med innslag av starr, torvull og tuer. Slik tuemark kan grense mot myr, men bør ikke være så våt at den oversvømmes og domineres av *Sphagnum* (torvmose)-arter. Erfaringen fra COAT viser at disse habitatene også kan ha høye bestander av gråsidemus og fjellmarkmus. Frodig tuemark, særlig i den lavalpine sonen, kan regnes å være såpass godt habitat for markmusartene at oppsett av kamera her gir tilstrekkelig dekning av disse artene. Begge habitater, særlig snøleier, vil kunne finnes både i den lavalpine og den mellomalpine sonen.

### Samlet vurdering

Romlig replikasjon er viktig for å oppnå pålitelige bestandsestimater for smågnagere basert på kamerafelldata. Tilstrekkelig med kamerafeller vil også sikre mot datatap som følge av tekniske feil. Dette er viktig for ikke å forspille mulighetene til robust utsagnskraft om smågnagerbestandene for hvert habitat og gradientnivå.

Det er avgjørende at overvåkingsprogrammet dekker de viktigste habitatene for lemen, gråsidemus og markmus/fjellmarkmus langs en høydegradient. Vi foreslår at overvåkingsprogrammet for smågnagere bør dekke **lav- og mellomalpin sone** (lokal klimagradient) og habitatene **frodig tuemark, lynghei** og **snøleier**. Innen hvert habitat og gradientnivå foreslår vi 6 romlige replikater i fullskala opplegg for overvåkingsprogrammet. Dette vil utgjøre 36 kamerafeller pr. overvåkingslokalitet med mulighet til å skille habitat- og klimaeffekter.

## 4.2 Plassering av kamerafeller i terrenget

Ved plassering av kamerafeller i terrenget vil det først være nødvendig å lokalisere de sentrale smågnagerhabitatene (se kap. 4.1). Klassifisering av relativ tetthet av ulike plantearter/grupper og mikrotopografi kan ikke gjøres tilstrekkelig presist ved hjelp av fjernmåling og vil derfor kreve feltbefaring.

Når områder med god dekning av alle tre habitat er lokalisert, må man leite opp steder for god plassering av kamerafella. Dette bør gjøres basert på følgende kriterier:



- Kamerafella bør stå i en naturlig løpegang for smågnagere.

Smågnagere følger ofte forsenkninger i terrenget eller beveger seg inntil andre strukturer som gir skjul. En tue, stor stein eller bergkant er eksempler på slik strukturer.

- Kamerafella bør ikke stå i forsenkninger eller smeltevannsrenner hvor den er i fare for å drukne i snøsmelting om våren.

Fjellområdene akkumulerer mye snø i løpet av vinteren. Ved snøsmelting vil det stå vann i de fleste forsinkingene, og mange smeltevannsrenner som er relativt tørre resten av året fylles med vann. I områder med fattig vegetasjon, vil de frodigste områdene nesten alltid være nær tilknyttet fuktige områder. Det er også viktig å vurdere nøye i hvor stor grad det bygger seg opp snø som vil renne forbi kamerafellene i løpet av vinteren, og hvor høyt vannet vil bli stående i snøsmeltingsperioden. Selv etter feltbefaring vil det være vanskelig å trekke sikre konklusjoner rundt dette, slik at noe prøving og feiling må påregnes i oppstartsperioden.

- Kamerafella bør stå skjermet og skjermes så godt det lar seg gjøre for snødrift slik at tunnelen ikke fylles med snø på vinteren.

Kombinasjonen av det første snøfallet og sterk vind fører ofte til stor snødrift langs bakken. Dette kan fylle opp kamerafellene med snø slik at linsa og bevegelsessensoren blir blokkert. Dette problemet er størst i høyreliggende områder med lav bakkevegetasjon. For å unngå datatap på grunn av snødrift er det viktig at inngangene til kamerafella beskyttes mot inntrenging av snø. I COAT gjøres dette ved å bygge en steinstruktur med skarpe svinger foran inngangene. Der det er tilgjengelig, kan man også bruke greiner eller busker.



**Figur 4.1** Eksempelbilder av kamerafeller fra COATs overvåking på Varangerhalvøya. Bildet til venstre viser en kameratunell i snøleie, mens bildet til høyre viser en kamerafelle i frodig tuemark. I begge tilfeller er kamerafella dekket godt med stein for å gi den god forankring og hindre inntrenging av snø.

## 5 Nedskalering fra fullt overvåkingsdesign

### 5.1 Redusert antall overvåkingslokaliteter

Kriterier for prioritering av overvåkingslokaliteter er gjennomgått i kapittel 2.2 og 3.5. Disse omfatter prioritering av dekning av sentrale fjellområder fra sør til nord, på eventuell bekostning av mer perifere fjellområder i øst, vest og i ytre strøk nordpå. Lokaliteter som kan dekke viktige områder for forvaltningsrelevante, smågangeravhengige arter, er også prioritert, samt lokaliteter med eksisterende relevante dataserier for smågnagerbestander. I kapittel 3.5 er disse kriteriene lagt til grunn for å gruppere de foreslåtte lokalitetene etter antatt nytteverdi i overvåkingsprogrammet:

- **Prioritet I** omfatter 12 lokaliteter som dekker de sentrale fjellområdene fra sør til nord, som i stor grad dekker både lavalpin og mellomalpin klimasone, viktige områder for fjellrev og andre relevante arter, samt har eksisterende relevante dataserier for smågnagere. Lokalitetene med *prioritet I* tilfredsstillende godt kravene til overvåkingslokaliteter i en minimumsløsning og vil kunne gi rimelig dekkende data for smågnagerbestander i sentrale fjellområder for hele landet. Det vil imidlertid være for få lokaliteter pr. region til å dekke mulig variasjon i smågnagerdynamikken innen de enkelte regionene (unntatt for Nord-Norge).
- **Prioritet II** omfatter 16 lokaliteter som supplerer lokalitetene med *prioritet I*, spesielt med en bedre dekning av regionale klimagrader, særlig for oseanisk klima. I tillegg dekker flere av disse lokalitetene også viktige områder for fjellrev, og en del av dem har eksisterende dataserier for smågnagere. Følgelig kan det være grunnlag for å vurdere om noen særlig relevante lokaliteter med *prioritet II* (f.eks. Tinnhølen og Aursjøen) bør inngå i minimumsalternativet (med *prioritet I*). Til sammen vil lokalitetene med *prioritet I* eller *II* kunne utgjøre et sett med lokaliteter som tilfredsstillende kravene til et nedskalert overvåkingsprogram. Disse lokalitetene vil til sammen kunne gi rimelig dekkende data for smågnagerbestandene for de enkelte regionene, selv om antall lokaliteter for noen regioner vil være i minste laget til å dekke all viktig miljøvariasjon.
- **Prioritet III** omfatter de resterende 25 lokalitetene som supplerer lokalitetene gitt *prioritet I* eller *II*, spesielt ved at de gir bedre dekning av så vel sentrale som mer perifere fjellområder. Dette vil bidra til data med bedre dekning av fjellarealene og gi grunnlag for større statistisk sikkerhet for bestandsestimatene.

Vi foreslår følgelig at minimumsalternativet baseres på de 12 lokalitetene med *prioritet I*, ev. supplert med noen viktige lokaliteter med *prioritet II*. Det nedskalerte alternativet fra fullt overvåkingsprogram bør da omfatte lokalitetene med *prioritet I* eller *II*, mens det fulle overvåkingsprogrammet også bør omfatte de aller fleste lokalitetene med *prioritet III*.

### 5.2 Redusert innsats pr. overvåkingslokalitet

Innsatsen innen en overvåkingslokalitet kan reduseres ved å redusere antall kamerafeller. Dette vil redusere kostnadene til innkjøp og vedlikehold av utstyr, men vil bare i liten grad effektivisere den årlige driften. Forslaget til et fullt overvåkingsopplegg dekker to klimagrader og tre habitater. Med seks romlige replikater innen hver gruppe blir det til sammen 36 kamerafeller pr. lokalitet.

Overvåkingsprogrammet i full skala legger opp til å dekke både lavalpin og mellomalpin sone. Ved å redusere antall alpine soner fra to til én, vil man drastisk redusere muligheten til å undersøke hvordan klimatiske forskjeller spiller inn på smågnagerbestandene. Samtidig vil man vanskelig kunne si at overvåkingsprogrammet er representativt for norske fjell dersom en viktig bioklimatisk sone (mellomalpin) utelukkes.

Det er foreslått at overvåkingsprogrammet bør dekke de tre habitatene snøleier, frodig tuemark/starrmyr og lynchhei. Det er helt nødvendig å dekke snøleier og tuemark/starrmyr, siden disse habitatene er spesielt viktige for smågnagere i fjell. Overvåkingen i COAT (arktisk tundra) viser at de tre viktigste artene (lemen, fjellmarkmus og gråsidemus) fanges opp ved å dekke bare disse to habitatene. Samtidig er lynchhei den klart mest utbredte vegetasjonstypen, i norske fjell og det viktigste habitatet for *Myodes*-artene. Hvis dette habitatet utelukkes, vil det kraftig redusere arealrepresentativiteten til overvåkingsprogrammet.

Når det gjelder antall romlige replikater, vil 6 replikater, som brukt i COAT, sikre statistisk robuste estimater selv med noe tap av data. Kleiven mfl. (under vurdering) fant likevel at 4 romlige replikater var tilstrekkelig for å oppnå en god indeks for bestandsstørrelse. Det samme studiet viste også at gråsidemus bare krevde ett kamera for å gi en god indeks for bestandsstørrelse. Dette viser at kamerafeller har stort potensial for å gi pålitelige indekser for bestandsstørrelse for ulike smågnagerarter, gitt tilstrekkelig romlig replikasjon. Dette studiet er imidlertid gjennomført i fjellbjørkeskog i Troms og Finnmark. Vi påpeker derfor at det kan være arts- og/eller geografisk variasjon i egenskaper som gjør at en god indeks for bestandsstørrelse krever noe mer romlig replikasjon for andre arter (f.eks. lemen) eller andre steder i Norge.

### Konklusjon

Med dette som utgangspunkt vil vi ikke anbefale noen reduksjon i overvåkingsdesignet innen en lokalitet. Vi har relativt svak kunnskap om smågnagersamfunnene i fjell i Norge og eventuelle lokale variasjoner i disse. Tidsseriene vi beskriver i **tabell 2.1**, er, med unntak av COAT-dataene og Økosystem Børgefjell, gjennomført med svært få replikasjoner med begrenset dekning av lokale klimagrader og i stor grad under skoggrensa. Det vil derfor være viktig å starte ut med et tilstrekkelig robust overvåkingsdesign, som dekker relevante klimagrader og alle tre habitater og som har tilstrekkelig romlig replikasjon, for å unngå at reelle mønstre forsvinner i tilfeldig variasjon. Vi foreslår i kapittel 8.3 en revidering av overvåkingsprogrammet etter omtrent en smågnagersyklus (3-4 år). Da vil man ha vesentlig mer kunnskap om lokale variasjoner i smågnagerbestandene og observasjonsprosessen knyttet til kameraovervåking. Vi anbefaler at man da vurderer i hvilken grad det er mulig å nedskalere det lokale overvåkingsdesignet, ved å redusere romlig replikasjon og/eller antall habitater og klimasoner, uten at det går vesentlig ut over kvaliteten på resultatene. Dette vil eventuelt frigjøre kamerafeller for etablering av flere lokaliteter.

## 6 Innhenting og systematisering av annen informasjon om smågnagere

Innkjøp og drift av kamerabasert overvåking er kostnadskreven, noe som kan begrense den geografiske dekingen av overvåkingsprogrammet. Vi vurderer her om annen innsamlet informasjon om smågnagere i eller i nærheten av de norske fjellområdene kan supplere et kamerabasert overvåkingsprogram, spesielt for å få bedre informasjon om den geografiske variasjonen i smågnagerbestandene. Vi beskriver kort hvilken informasjon som finnes (1), foreslår hvordan man kan utvide den opportunistiske datainnsamlingen (2) og vurderer til slutt hvilken relevans slike data kan ha i et nasjonalt overvåkingsprogram på smågnagere (3).

### 6.1 Pågående registreringer og smågnagerobservasjoner

Smågnagerne har innvirkning på mange komponenter av økosystemene i fjell og boreal skog, både plantedekke (Nystuen mfl. 2014, Olofsson mfl. 2012), reproduksjon og overlevelse hos predatorer (Ims mfl. 2017, Landa mfl. in press) og på forekomstene av bakkehekkende fugler. År med høye tettheter av f.eks. hønsefugler sammenfaller gjerne med gode smågnagerår (Henden mfl. 2020), noe som er antatt å henge sammen med at predatorne går over på smågnagere når det er høy tettheter av disse (Angelstam mfl. 1984). Flere overvåkingsprogrammer registrerer derfor informasjon om smågnagere i fjell eller nærliggende boreal skog enten av interesse for smågnagerne i seg selv eller i tilknytning til overvåking av andre arter. Nedenfor er en kort beskrivelse av smågnagerovervåking som gjennomføres i nærheten av norske fjellområder og de to overvåkingsprogrammene i norske fjell fokusert mot andre arter som synes mest relevante å se i sammenheng med en nasjonal overvåking av smågnagere.

#### Smågnagerovervåking med nærhet til norske fjell

Det finnes pågående klappfellebasert overvåking av smågnagere i fjell i Sverige og Finland med nærhet til norske fjell (se f.eks. dataserier presentert i Ehrich mfl. 2020 og Soininen mfl. under arbeid), som kan ha relevans for det nasjonale overvåkingsprogrammet på smågnagere i Norge. Det finnes også overvåking av smågnagere i boreal skog med nærhet til fjell (se f.eks. Selås mfl. 2011, Andreassen mfl. 2020, Nicolau mfl. 2022), delvis pågående, noe avsluttet. Selv om smågnagersamfunnet i skog har noe ulik artssammensetning enn i fjell, svinger bestandene i skog ofte i takt med bestandene i nærliggende fjell. Vi vet imidlertid at artssammensetning og relativ bestandsstørrelse kan variere mye over korte avstander (Ims mfl. 2011) og mellom bestandstopper (Kleiven mfl. 2018). Data fra andre områder kan derfor ikke direkte gi informasjon om bestandsstatus i norske fjell, men kan bidra til å dokumentere den geografiske utbredelsen av bestandstopper. Men selv med samme type overvåkningsmetodikk (klappfellefangst) i fjell har det vist seg at det kan være mye variasjon i data som kommer av variasjoner i design og utførelse mellom ulike lokaliteter og prosjekter (metodiske støy), og som kan utgjøre en betydelig hemsko for tolkningen av dataene særlig med hensyn på relativ forekomst (Soininen mfl. under arbeid).

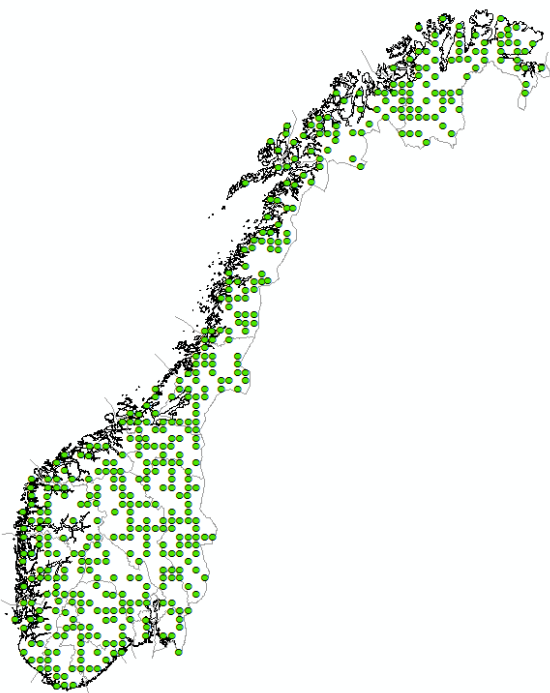
#### Hekkefuglovervåkingen (TOV-E)

Hekkefuglovervåkingen (TOV-E) er et pågående overvåkingsprogram for terrestriske hekkefugler, etablert i 2006 (<https://tov-e.nina.no>, Kålås mfl. 2021). TOV-E består av 492 telleruter fordelt over hele landet (**figur 6.1**). De besøkes av faste taksører hver forsommer (20. mai – 10. juli, tilpasset vårens framdrift). Hver tellerute har i utgangpunktet 20 tellepunkter. Når taksørene går mellom tellepunktene, registrerer de alle observasjoner av levende pattedyr. For småpattedyr skilles det mellom lemen, vånd, rotte, ubest. smågnager og ubest. spissmus, snømus og røyskatt. Observasjonene knyttes til tilbakelagt linjelengde i tellerutene (gjennomsnittlig ca. 5500 m). Tellingene av fugler gjøres på våren, når tettheten av levende smågnagere vanligvis er lav, så det rapporteres inn relativt få observasjoner av slike arter (John Atle Kålås pers. med.). Ulike smågnagerarter i fjellet har såpass ulik atferd, faseavhengige aktivitetsmønstre og habitatvalg

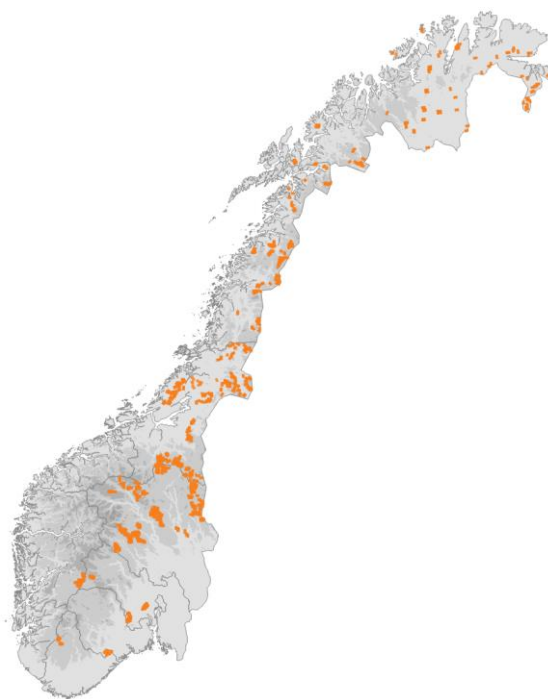
(dekningsgrad av vegetasjon) og at det kan medføre betydelige skjevheter i denne type observasjoner.

### Hønefuglportalen

Hønefuglportalen er en webportal for registrering og presentasjon av data fra taksering av ryer og skogsfugl i Norge (<https://honsefugl.nina.no/>), opprettet i 2013. For noen områder finnes takseringsdata tilbake i tid. Takseringene danner i mange områder grunnlaget for jaktforvaltningen, og de vurderes å være viktige for å dokumentere endring og belyse trender i rypebestandene. Takseringene foregår ved hjelp av stående fuglehunder hvor man registrerer fugler langs faste takseringslinjer. **Figur 6.2** viser den geografiske fordelingen av takseringslinjene. Takseringene gjennomføres i all hovedsak i første halvdel av august. Knyttet til takseringene ble det fram til 2020 registrert forekomst av ubestemt smågnager (observert/ikke-observert pr. takseringslinje), men nå skilles det mellom ubestemt mus, lemen, ubestemt smågnager, hare og rødvov (observert/ikke-observert). Også i denne sammenheng vil ulike smågnagerarter i fjellet har ulik synlighet som kan medføre betydelige skjevheter i denne type observasjoner. Takseringene av hønefugl i fjellet er knyttet til potensielle (ofte gode) habitater for lirype og inkluderer blant annet ikke mellomalpine sone. Takseringene skjer også i midten av august, noe som ikke gir informasjon om sesongmessige variasjon og særlig ikke informasjon om smågnagerens bestandsnivå i den sesongen (vår og forsommer) som er viktigst for arter som fjellrev, snøugle og dverggås.



**Figur 6.1** Plassering av telleruter i TOV-E.



**Figur 6.2** Plassering av takseringslinjer for ryer rapportert til Hønefuglportalen.

## 6.2 Andre aktuelle observasjonsdata for smågnagere

Det er flere aktører og overvåkingsprogrammer som kunne samlet systematiske observasjonsdata for smågnagere, knyttet til at de regelmessig ferdes over mye av fjellet. Vi har også gjort en vurdering av muligheten for folkeforskning og systematiske medieanalyser som kilde til kunnskap om forekomst av smågnagere.



## Statens naturoppsyn

Noen av overvåkingsprogrammene som driftes gjennom Statens naturoppsyn (SNO), kan være særlig egnet for å registrere smånagere systematisk, f.eks. knyttet til den nasjonale overvåkingen av jerv og fjellrev. Her jobber oppsynet etter en fastsatt protokoll og prioritering, med tidsvinduer for feltarbeid både vinter og sommer (i enkelte fjellområder også månedlig tilsyn med fôrautomater for fjellrev). Knyttet til dette arbeidet, burde det være mulig å få til en enkel metodikk/protokoll for registrering av smånagere. Omfanget av arbeidet med disse artene kan dokumenteres gjennom GPS-tracklogger, noe som gjøre det mulig å stedfeste observasjoner av smånagere og knytte dem til en målenhet (kilometer eller minutter), noe som er helt avgjørende for å kunne nyttiggjøre dataene. Data kunne da rapporteres direkte i Rovbase, som er Miljødirektoratet rapporteringsportal for overvåkingsprogrammene på store rovdyr og fjellrev. SNOs mannskap har et stort geografisk nedslagsfelt utover de sentrale fjellområdene, særlig i verneområdene. Dette kunne gi dekning i flere av lokalitetene vi har prioritert lavere (II, III) i den kamerabaserte overvåkingen. Hvis alle ansatte involveres i slik kartlegging, bør det trolig bygges ut en mulighet for rapportering i 'feltapp'. Disse feltregistreringene vil være beheftet med de samme problemene i tolkning og anvendelse av data som angitt over for TOV-E og Hønsefuglportalen.

## ANO

Arealrepresentativ naturovervåking (ANO) ble etablert som nasjonal overvåking i 2020 og foregår i 1000 tilfeldig valgte overvåkingsflater i hele Norge. Av disse blir ca. 200 flater fordelt over hele landet og alle økosystemer undersøkt hvert år. Hvilke flater som sjekkes årlig roteres, slik at hver flate besøkes hvert femte år (Tingstad mfl. 2019). Flatene er valgt fra SSBs rutenettverk med flater på 500 x 500 meter. Feltarbeidet er organisert regionvis slik at overvåkingen foregår på noenlunde samme tidspunkt i hver region. Kartleggingen i fjellflatene foregår imidlertid fra slutten av april til midten av oktober (Joachim Paul Töpper pers. med). Dette er en lang periode med forventet betydelig variasjon i smånagerbestandenes størrelse. De lokalitetene som undersøkes tidlig i sesongen, vil ikke være sammenliknbare med de som undersøkes seint. Det er trolig også en del geografisk samvariasjon mellom lokaliteter som undersøkes hhv tidlig og seint.

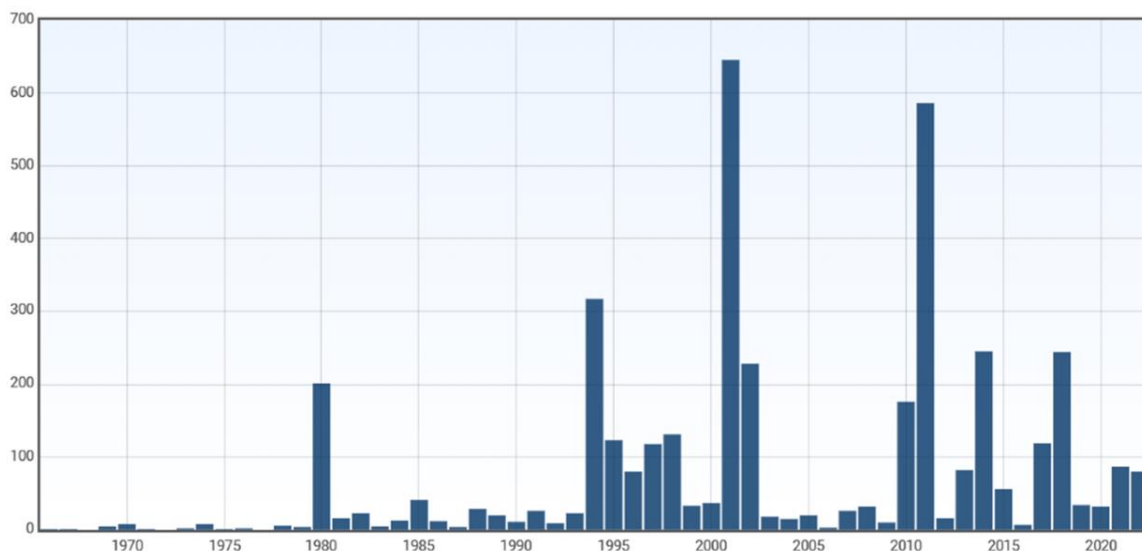
ANO kunne vært en kilde til mer systematisk registrering av observasjoner av smånagere. Gitt den påvirkningen smånagere har på vegetasjonen, så burde kanskje metodikk for registrering av smånageraktivitet vært etablert i ANO. Det er imidlertid en klar ulempe at programmet driftes med 5-års omdrev, som er en altfor grov tidsskala til å gi meningsfylt informasjon om bestandsdynamikk og –utvikling hos smånagere.

## Folkeforskning

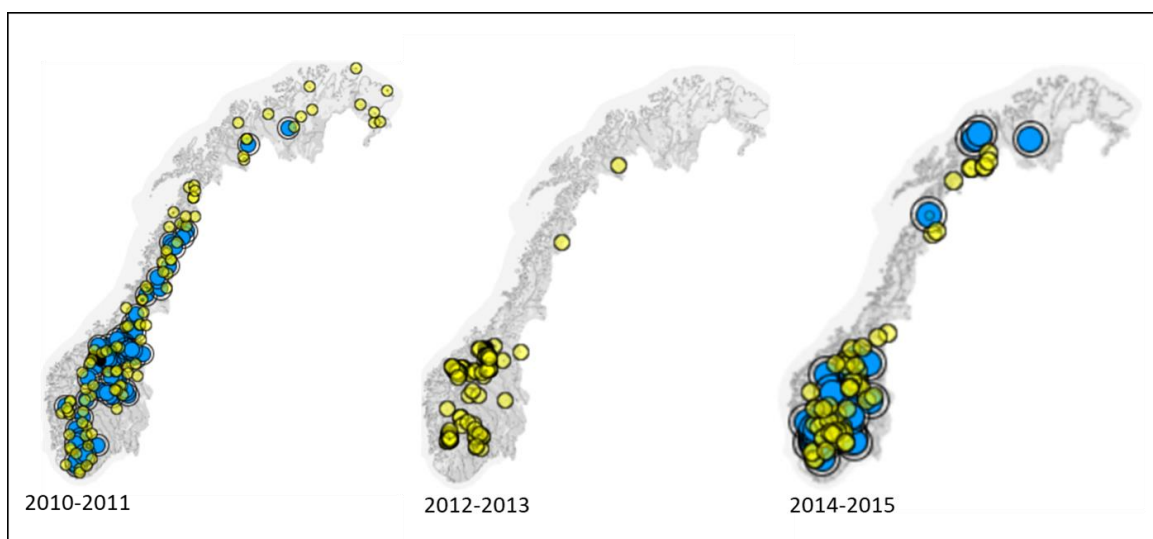
Artsdatabankens rapportsystem for rapportering av arter, Artsobservasjoner.no, er allerede en etablert rapporteringsportal for folk flest, der alle kan etablere en bruker og starte registrering av arter i Norge. Portalen ble etablert i 2008, men det finnes spredte data tilbake i tid. Antall observatører er i stadig vekst, så også antall registreringer. Portalen har utgangspunkt i ornitologiske miljøer, men fra 2015 rapporteres det flere og flere artsgrupper her. Det er opprettet en mobil- og nettbrettvennlig versjon, som skal gjøre det enkelt å bruke også utendørs. Data kartfestes med data, tid og UTM-koordinater, enten eksakt eller til etablerte punkter definert av registrator. Dette gjør at data kan sorteres/aggregeres på fylke og kommune og løses opp på tid (år, måned, dag, tidspunkt). Kvalitetssikring av data i Artsobservasjoner utføres av rundt 140 eksperter fra forskjellige biologiske foreninger, f.eks. Norsk Ornitologisk Forening (NOF) og Norsk Botanisk Forening (NBF). Det er også noen eksperter fra norske vitenskapelige institusjoner som er involvert i validering. Hvilke observasjoner som valideres, avhenger av hvor viktige/verdifulle observasjonene er.

Vi har ikke gjort en detaljert analyse av selve dataene, da det ligger utenfor oppdraget, men vi har gjort et uttrekk for å illustrere hvordan dataene ser ut. **Figur 6.3** sammenstiller antall observasjoner av lemen i denne portalen over tid. Her framkommer blant annet noen av de største toppårene, med 2011 som et av de mest markante. Antall registreringer har økt over tid, noe som etter all sannsynlighet skyldes økning i antall brukere og ikke reelle endringer i

lemensyklusen. Det er først i senere tid at folkeforskning har tatt fart, knyttet til bruk av smarttelefoner og lett tilgjengelige portaler for rapportering. **Figur 6.4** viser geografisk fordeling av observasjoner av lemen i toppåret 2010-2011, mellomårene, og 2014-toppen. Det er tydelig at observasjoner fra de nordligste delene av landet er underrepresentert i et slik folkeforskningsdatasett sammenliknet med resultater fra systematisk fangst av smågnagere relativt til mer sørlige områder. Antallet observasjoner er generelt heller ikke veldig høyt.



**Figur 6.3** Antall observasjoner av lemen i Norge i perioden 1969–2022. Kilde: Artsportalen.no



**Figur 6.4** Observasjoner av lemen i Norge, 2010–2011, 2012–2013, 2014–2015. Gule prikker er enkeltobservasjoner, blå prikker utgjør flere observasjoner (grønne prikker er overlapp mellom gule og blå prikker). Totalt var det 1161 observasjoner for tidsperioden 2010-2015. Kilde: Artsportalen.no

### Medieanalyser

Mediene skriver gjerne også om forekomst av smågnagere i smågnagerår, da gjerne knyttet til masseforekomster av lemen eller mus, invasjon/skadeomfang i hus eller på skog. Innsamling av slike data helt tilbake til slutten av 1800-tallet har gjentatte ganger vært innsamlet og brukt til

kvalitative analyser av grad av syklisitet på en grov romlig skala (fylkes eller regionvis) og stor-skala synkronitet (f.eks. Stenseth & Ims 1993, Angerbjörn mfl. 2001). Det er nå mulig å gjøre relativt enkle automatiserte søk i Retriever, noe som igjen kan være input for en rutine som genererer data samlet for visse tidsperioder (årstider, år, flere år) og geografiske områder. Slike data har klare begrensninger ved at det kan være ganske tilfeldig hva som påkaller publikums og redaktørens interesse. Imidlertid har slike data blitt nyttiggjort i enkelte sammenhenger for å belyse variasjon i mengde av ulike naturfenomener i tid eller over geografiske områder der overvåkingsdata mangler, se f.eks. Selås (2019, 2020) for mengden av blåbær og smågnagere.

### 6.3 Vurdering av egnethet og relevans av observasjons data

Systematisk registrering av opportunistiske observasjoner av ubestemt smågnager og lemen som kan knyttes til faste tellepunkt og takseringslinjer til utvalgte tider på året, kan generere interessante frekvensdata, som over tid kan gi kunnskap om geografisk utbredelse av de ulike fasene av smågnagernes bestandssyklus (f.eks. hvor og når toppårene inntreffer), forskjeller mellom regioner og år, og detektere markante endring i utbredelse av f.eks. lemen. Dette er betinget av at datainnsamlingen har tilstrekkelig geografisk dekning, høy nok frekvens over tid og god informasjon om observasjonsinnsatsen, samt at man har en god nok forståelse av observasjonsprosessen (metode og feilkilder).

Observasjonsdataene i Hønsefuglportalen ser ut til å følge dynamikken i tidsseriene basert på klappfellefangster f.eks. i TOV områdene (Framstad & Eide 2021), noe som kan tyde på at slike observasjoner evner å fange opp de grove mønstrene i forekomst. Det finnes imidlertid ikke noen formell kalibrering av opportunistiske observasjonsdata mot estimerte bestandsstørrelser for norske smågnagere. Smågnagersamfunnet i fjell består som beskrevet i denne rapporten av arter med ulike habitatpreferanser og oppførsel, noe som har betydning for hvor lett de observeres. Det er lite sannsynlig at slike data fanger opp smågnagertopper dominert av arter som er lite synlige, f.eks. fordi de habitatvalg og atferd som gjør de lite synlige. I tillegg vil observasjons-sannsynligheten for de ulike artene endre seg gjennom syklusen og/eller avhengig av tettheten de opptre i. Lemen regnes som en svært synlig art under toppårene hvor de beveger seg mye og sprer seg inn i de fleste tilgjengelige habitater. Ved bare litt lavere tettheter ser man dem knapt (Taitt 1993). Observasjonsdata fra hønsefuglportalen er innsamlet med formål å ha romlig representativitet for den hønsefuglarten dette overvåkingsprogrammet er innrettet mot (dvs. liryte) og dermed bare et begrenset utsnitt av fjellets bioklimatiske soner og habitater. Videre har disse dataene dårlig sesongmessig representasjon med hensyn til smågnagernes økologiske funksjon i fjellet. Med såpass store skjevheter i observasjonsprosessen er det derfor er det svært tvilsomt om opportunistiske observasjoner registrert gjennom for eksempel Hønsefuglportalen vil derfor i de fleste tilfeller sannsynligvis ikke kunne gjenspeile relativ forekomst av smågnagere godt nok til å bidra til å dokumentere den lokale tilstanden i fjellets smågnagerbestander. Samtidig vil slike data, når store forekomster av smågnagere faktisk registreres, ha et visst potensial for å gi et mer utfyllende kvalitativt bilde av forekomsten og den romlige utbredelsen av smågnagertopper.

Av de eksisterende kildene til observasjonsdata er det bare TOV-E som kan sies å dekke de miljøgradientene og i noen grad de viktigste smågnager habitatene vi foreslår å dekke i det nasjonale overvåkingsprogrammet, hvor i underkant av 200 ruter ligger i fjell. Antall smågangerobservasjoner er imidlertid lavt, trolig knyttet til at fugletakseringen gjøres tidlig på sommeren og at arealet som dekkes er relativt lite. Hønsefuglportalens dekningsgrad har sitt tyngdepunkt i østlige deler av Sør-Norge, Trøndelag og dernest mer spredt dekning i indre deler av Nordland, Troms og Finnmark, i stor grad avgrenset til lavereliggende fjellområder og bjørkeskogsbeltet. Disse to initiativene har imidlertid begrenset nytte som supplement til nasjonal smågnagerovervåking, dels fordi observasjonsinnsatsen for smågnagere er begrenset og dels fordi deknningen av fjellarealet er skjevt (Hønsefuglportalen). Vi har vurdert to andre muligheter for systematiske registreringer av smågnagere i fjellet (ANO, SNO), som sammen kunne økt observasjonsinnsatsen over større deler av fjellet. ANO som kilde til observasjonsdata for smågnagere har imidlertid



betydelige begrensninger, da de gjennomføres med 5 års omdrev. Dette er ikke hensiktsmessig når målet er å fange opp endringer i smågnagerdynamikken som har en 3-5 årlig syklus. Dette krever i det minste et datapunkt per lokalitet per år. Publikums mer tilfeldige observasjoner, rapportert via Artsobservasjoner eller medier, har ytterligere utfordringer knyttet til dekning av fjella-realene, særlig i nord, og den svært variable og vanskelig definerbare observasjonsprosessen.

Opportunistiske observasjonsdata som dette har sine klare begrensninger. Som beskrevet ovenfor har de ulike smågnagerarene i fjellet unike funksjoner i økosystemet ved at de beiter på forskjellige planter og har ulike verdi for fjellets predatorer. Strengt tatt er det bare lemen som kan skiller ut fra de andre smågnagerne og som under toppår har god synlighet for visuelle observasjoner i fjellet. Det er vanskelig å kontrollere for observasjonsprosessen (innsats og metode), noe som gjør at variasjoner i antall observasjoner kan skyldes helt andre ting enn faktiske endringer i smågnagerbestandene. Ulikheter i design og forutsetninger (tidspunkt for registreringer, dekning av ulike habitater etc.) gjør det også vanskelig å bruke slike data i kvantitative analyser. Utvikling av systemer for registrering, harmonisering av metoder og kvalitetssikring av slike data, vil potensielt kunne gjøre slike data mer pålitelige og gi anledning til å samkjøre observasjonsdata fra ulike kilder. Men slikt utviklingsarbeid vil kreve både spesiell kompetanse og en god del ressurser. Det endelige resultat av et slikt utviklingsarbeid med hensyn på anvendelse er usikkert.

Tidligere bruk av opportunistiske observasjonsdata har stort sett vist seg å ha verdi for å etablere lengst mulige tidsserier (historiske data) for langsiktige og geografisk omfattende kvalitative analyser av grad av syklisitet og storskala synkronitet og dette mest med grunnforskningsmål for øye. Tatt i betraktning av hovedformålet med den nye nasjonale overvåkingen av smågnagere skal gi et godt datagrunnlag for vurderinger av de ulike økosystemegenskapene for fjell fagsystemene for økologisk tilstand. I denne sammenheng er det først og fremst pålitelige artsspesifikke data for bestandsstørrelse som kan brukes til å vurdere endringer i smågnagernes funksjon i fjelløkosystemene. Også anvendelse av data fra smågnagerovervåking med hensyn på arbeidet med rødlistearter som fjellrev, snøugle og dverggås er avhengig av gode data for bestandsstørrelse (f. eks. Ims mfl. 2017, Marolla mfl. 2019).

Tross begrensningene nevnt over kan opportunistisk innsamlet informasjon, og data fra andre overvåkingsinitiativer i skog og i fjell, trolig kunne gi informasjon om den geografiske utbredelsen av smågnagertopper. Dette vil kunne gi et visst kvalitativt supplement til den nye kamerafellebaserte overvåkingen som er utredet i denne rapporten – dette ved å gi et grunnlag for å vurdere grad av geografisk synkronitet og utbredelse av toppår for fjellområder som ikke vil dekkes i de her foreslåtte nedskalerte versjonene av kamerafellebasert overvåking. Hvordan dette eventuelt skal gjøres må imidlertid evalueres nærmere for å vurdere om opportunistiske observasjonsdata kan bli et nyttig supplement til kamerafellebasert overvåking av smågnagere.

## 7 Plan for datahåndtering – fra kamera til bestandsindekser

### 7.1 Halvautomatisert arbeidsflyt

Vi foreslår en halvautomatisk arbeidsflyt som vi har utviklet i COAT, og som enkelt kan tilpasses til den nasjonale overvåkingen for automatisert bildeprosessering (Böhner mfl. 2022). Arbeidsflyten inneholder alle nødvendige skritt fra innhenting av minnekortene med bildene til et kvalitetssikret datasett med informasjon om bildemetadata, tilstedeværelse av dyr og bildekvalitet. I tillegg inkluderer arbeidsflyten trening og oppdatering av en maskinlæringsmodell for automatisk klassifisering av bildene (dvs. Identifisering av hvilken art som ses på bildene).

Hele arbeidsflyten er basert på R, et programmeringsspråk som er mye brukt i økologi. Det betyr at arbeidsflyten enkelt kan brukes av personell med R-kunnskap, selv om maskinlæring er involvert. Vi tilbyr alle skriptene som trengs for prosessering av bildene samt et forslag til hvordan dataene bør organiseres. Vi gir også informasjon om hvordan en ny maskinlæringsmodell for den nasjonale overvåkingen kan trenes, og hvordan og hvor bildene bør lagres og prosesseres.

Vi beskriver hvert steg av arbeidsflyten inklusive modelltrening og oppdatering nærmere i avsnittene under. Alle R-skriptene som trengs til å kjøre arbeidsflyten og en beskrivelse av hvordan skriptene brukes og dataene skal organiseres er tilgjengelig på GitHub ([https://github.com/hannaboe/camera\\_trap\\_workflow](https://github.com/hannaboe/camera_trap_workflow)). COAT-modellen for å klassifisere smågangere og treningdatasett til COAT-modellen er tilgjengelig på <https://doi.org/10.5281/zenodo.7142734>. Vi gir også informasjon om plattformer for bildeprosessering og datalagring.

#### 7.1.1 Modelltrening

Før arbeidsflyten kan brukes for prosessering av bildene trenger man en maskinlæringsmodell for automatisk klassifisering av bildene. Hvordan treningsprosessen ser ut, er avhengig av bilde-datasettet. Vi beskriver tre mulige scenarier:

##### 1. Oppdatering av COAT modellen

Hvis artssammensetningen er den samme som på Varangerhalvøya, kan COATs modell brukes for automatisk klassifisering. COAT-modellen inkluderer mus (fjellmarkmus, gråsidemus, rød-mus), lemen, røyskatt, snømus, spissmus og uspesifisert fugl. I tillegg finnes det kategorier for tomme bilder og bilder med dårlig kvalitet (for eksempel hvis boksen er full av snø eller vann eller hvis kamera har en feil). Arbeidsflyten kjøres altså med COAT-modellen, og etter kvalitets-sjekk bestemmer man om COAT-modellen gir et tilfredsstillende resultat, dvs. om modellen har høy nøyaktighet og F1-score (jf. **boks 1** i kap. 7.1.2), eller om modellen skal oppdateres.

Maskinlæringsmodeller er ofte dårlige hvis de blir brukt for datadomener utenfor det de er trent med (Norouzzadeh mfl. 2018), derfor er det sannsynlig at COAT-modellen må oppdateres med bilder fra den nasjonale overvåkingen. For oppdatering av modellen tilsetter man nye bilder til det eksisterende treningsdatasettet og trener modellen på nytt. Vi anbefaler at bilder fra alle kameraer og alle arter (samt tomme bilder og bilder med dårlig kvalitet) blir valgt ut som nye treningsbilder. Ofte er det nok med 400–500 nye bilder pr. kategori for å få en stor forbedring av modellen. Klassifiseringer fra COAT-modellen gjør det enkelt å finne bilder fra de ulike kategoriene. Skript '11\_select\_training\_images.R' kan brukes for å velge ut nye treningsbilder og skript '13\_train\_small\_mammal\_classification\_model.R' kan brukes for å oppdatere COAT-modellen.

##### 2. Trening av en ny modell basert på COAT-modellen (Transfer learning)

Hvis artssammensetningen er annerledes enn på Varangerhalvøya eller hvis oppdatering av modellen ikke fører til en høyere nøyaktighet og F1-score, er det mulig å trene en ny modell

basert på COAT-modellen, noe som kalles *transfer learning*. Det har fordelen at man trenger langt færre treningsbilder enn hvis man trener en ny modell fra begynnelsen (Weiss mfl. 2016). Transfer learning kan også brukes for å trene en ny modell som skiller musartene (markmus/fjellmarkmus, gråsidemus og klatremus). Vi anbefaler å kjøre steg 1 av arbeidsflyten før treningsbildene blir valgt ut for å unngå forvirring med bildenavn. Deretter setter man sammen et nytt treningsdatasett. Det anbefales at bilder fra alle kameraene er inkludert i datasettet og at datasettet er balansert, det betyr samme antall bilder pr. kategori som er inkludert i datasettet. Hvis bildene tidligere har blitt klassifisert med COAT-modellen, kan skript '11\_select\_training\_images.R' brukes for å velge ut treningsbildene. Etter at bildene er valgt ut, deles datasettet i trenings-, validerings- og testdatasett, og skriptene '21\_transfer\_learning\_step\_1.R' og '21\_transfer\_learning\_step\_2.R' kan brukes for å trene modellen. Vi anbefaler å begynne med noen få hundre bilder pr. kategori og å tilsette flere treningsbilder hvis resultatet ikke er bra nok.

### **3. Trening av en ny modell**

Et alternativ til transfer learning i de tilfellene man ønsker å gjøre store endringer i modellen er å trene en helt ny modell, men det krever flere treningsbilder. For COAT-modellen brukte vi nesten 60 000 bilder og mellom 2 000 og 10 000 bilder pr. kategori. Det finnes teknikker for å ta høyde for ubalanse mellom kategoriene i treningsdatasettet, men dette var ikke nødvendig i COAT-modellen. Treningsdatasettet blir satt sammen som beskrevet i forrige avsnitt (Trening av en ny modell basert på COAT-modellen). Skript '13\_train\_small\_mammal\_classification\_model.R' kan brukes for å trene modellen med samme struktur som COAT-modellen. Denne strukturen fungerte bra for COAT-bildene, men det finnes også mange andre alternativer for å trene en maskinlæringsmodell som kunne prøves. Siden erfaringene med COAT-modellen er gode, går vi ikke inn på de alternative modellene her.

For et nasjonalt overvåkningsprogram med mål om å produsere artsspesifikke bestandsindekser anbefaler vi at en ny modell for automatisk klassifisering trenes basert på COAT-modellen (alternativ 2). Nye klasser for museartene som tidligere ikke ble skilt, kan da legges til. Ved å basere seg på COAT-modellen (såkalt transfer learning) vil man sannsynligvis redusere kraftig antall treningsbilder som må tilsettes for de ulike klassene for å oppnå et tilfredsstillende resultat.

## **7.1.2 Arbeidsflyten for bildeklassifisering**

### **1. Innhøsting av data**

Minnekortene med bildene hentes inn en gang i året samtidig med at batterier skiftes, og bildene må lastes opp på en egnet lagringsplass (se kap. 7.3 Datalagring og tilgjengeliggjøring). Vi anbefaler at bildene organiseres etter område/lokalitet, posisjon/kamera og år som beskrevet i 'processing\_camera\_trap\_images\_step\_by\_step'.

### **2. Ekstrahering av metadata og bytting av bildenavn**

Bilder fra kamerafeller får vanligvis et automatisk navn som '0001.JPG', og derfor har bilder fra ulike kameraer og ulike år samme navn. Det blir forvirrende hvis man har mange kameraer som er brukt over mange år. Vi anbefaler at bildenavn byttes til et unikt navn som inneholder informasjon om hvilket kamera bildet er fra, og når bildet ble tatt. I tillegg blir en del informasjon om bildet lagret i en bildefil (metadata) som for eksempel temperatur i boksen og dato og klokkeslett når bildet ble tatt. Denne informasjonen kan ekstraheres og lagres i en separat fil. Skript '01\_extract\_metadata\_rename\_images.R' kan brukes for ekstrahering av metadata og bytte av bildenavn.

### **3. Automatisk klassifisering**

Alle bilder blir klassifisert automatisk med en maskinlæringsmodell (se 7.1.1 Modelltrening). Modellen gir informasjon om hvilken kategori bildet tilhører og en konfidens-verdi for at bildet tilhører denne kategorien. Skript '02\_classify\_images\_automatically.R' kan brukes for automatisk klassifisering av bildene.

#### 4. Kvalitetssjekk

Maskinlæringsmodeller er ofte dårlige hvis de blir brukt for klassifisering av nye bilder. Derfor er det viktig at data fra modellen kvalitetssikres før videre bruk. For en kvalitetssjekk klassifiserer man en del av bildene manuelt og beregner forskjellige aspekter ved nøyaktighet av modellen, for eksempel nøyaktighet, presisjon, sensitivitet (recall) og F1 score (jf. **boks 1**). Vi anbefaler en kvalitetssjekk på tre nivåer. Først klassifiseres 500 tilfeldige bilder pr. lokalitet manuelt for beregning av 'sammenlagt nøyaktighet'. Deretter klassifiseres 100 tilfeldige bilder pr. lokalitet og konfidensklasse for beregning av nøyaktighet pr. konfidensklasse. Til slutt klassifiseres 100 tilfeldige bilder pr. lokalitet og kategori manuelt for beregning av nøyaktighet pr kategori. Skript '03\_quality\_check.R' kan brukes for manuell klassifisering og skript '04\_model\_evaluation.R' kan brukes for beregning av nøyaktighet, presisjon, sensitivitet og F1-score.

Basert på kvalitetssjekk bestemmer man om man er fornøyd med resultatet fra modellen, om man vil oppdatere modellen med nye treningsbilder, eller om man vil korrigere data for noen bilder.

<b>Boks 1 Forklaring av termer for kvalitetssjekk av modellen</b>	
<b>Nøyaktighet (<i>Prediction accuracy</i>)</b> er andelen bilder som er klassifisert korrekt.	$\frac{\text{Antall riktig klassifiserte bilder}}{\text{Totalt antall klassifiserte bilder}}$
<b>Presisjon</b> Gir informasjon om hvor presist modellen klassifiserer en bestemt kategori. Hvis mange bilder blir klassifisert som lemen, men bare halvparten av dem i virkeligheten er lemen, vil modellen ha lav presisjon	$\frac{\text{Sann positiv}}{\text{Sann positiv} + \text{Falsk positiv}}$
<b>Sensitivitet (<i>Recall</i>)</b> gir informasjon om hvor godt modellen finne bilder innen en gitt kategori. Hvis alle bildene av lemen blir klassifisert som lemen, har modellen en høy sensitivitet for lemen.	$\frac{\text{Sann positiv}}{\text{Sann positiv} + \text{Falsk negativ}}$
<b>F1 score</b> kombinerer presisjon og sensitivitet.	$2 \times \frac{\text{Presisjon} \times \text{Sensitivitet}}{\text{Presisjon} + \text{Sensitivitet}}$

#### 5. Oppdatering av modell

Hvis bilder fra et nytt år eller en ny lokalitet blir klassifisert, kan modellen ofte forbedres hvis noen av de nye bildene blir inkludert i treningsdatasettet og modellen blir oppdatert som beskrevet i forrige avsnittet (Oppdatering av COAT-modellen).

#### 6. Korrigerende av data fra modellen

Ofte har en maskinlæringsmodell vanskeligheter med noen kategorier, for eksempel hvis det finnes få treningsbilder. COAT-modellen har for eksempel vanskeligheter med røyskatt og snømus, og derfor sjekker vi alle bilder som modellen klassifiserte som røyskatt eller snømus og korrigerer data om nødvendig. I tillegg har data med lav konfidens ofte lav nøyaktighet. Med COAT-modellen har bilder med konfidens mellom 0,9 og 1,0 en nøyaktighet over 98 %, mens bilder med en konfidens mellom 0,6 og 0,8 har en nøyaktighet på rundt 70 %. Derfor sjekker vi også alle bilder med en konfidens under 0,9 og korrigerer data om nødvendig. Skript '05\_correct\_model\_labels.R' kan brukes for korrigerende av data.

#### 7. Formatering av (rå)datasettet

Til slutt blir data fra modellen, data fra kvalitetssjekk og korrigerende data kombinert og formatert slik at de kan brukes for beregning av økologiske tilstandsvariabler. Bildemetadata blir formatert på samme måte og lagret som en separat fil. Skript '06\_format\_final\_data\_file.R' kan brukes for dataformatering.

#### 8. Fra rådata til bestandsindekser

Etter at bildene er automatisk klassifisert og kvalitetssikret, må observasjonene fra kamerafelene brukes til å utvikle robuste mål for artsspesifikk bestandsstørrelse. For noen av *Microtus*-

og *Myodes*-artene er bestandsestimater fra kamerafeller allerede kalibrert mot fangst-gjenfangst-baserte bestandsestimater. For andre arter, som lemen, er ingen kalibrering gjennomført. Her vil det være nødvendig med statistisk modellering, med modeller for estimering av bestandsstørrelse som tar hensyn til observasjonsprosessen, for å sikre pålitelige mål på bestandsstørrelse. En slik oppgave vil kreve noe testing og sannsynligvis tilpassing av statistiske modeller, se videre beskrivelse i 7.2.

## 7.2 Kamerafellebaserte bestandsindekser

### ***Myodes* og *Microtus***

For gråsidemus og fjellmarkmus er det allerede gjort kalibreringsarbeid i forbindelse med COAT (Kleiven mfl. under vurdering). Der vises det at antall kamerafellepasseringer i løpet av en 5-dagersperiode gir en robust indeks for bestandsstørrelse for gråsidemus, mens antall kamerafellepasseringer i løpet av en dag fra 4 nærliggende kameraer, gir et robust mål på bestandsstørrelse for fjellmarkmus.

### **Lemen**

For lemen, hvor kamerafellebaserte mål for bestandsstørrelse ikke er kalibrert mot faktiske bestandsestimater, vil det være ønskelig å forsøke å kontrollere for observasjonsprosessen ved hjelp av statistiske modeller. Det er verdt å merke seg at data fra klappfellefangst av lemen, som nesten alle tidligere vitenskapelige studier av denne arten har basert seg på, er trolig beheftet med flere problemer knyttet til potensielle skjevheter i observasjonsprosessen uten at dette noen gang har vært skikkelig utredet i bruken av disse data. I sammenheng med den nye kamerafelleovervåkingen vil dette kunne gjøres som et analytisk arbeid med modellutvikling uten bruk av feltforsøk. Modeller for å estimere bestandsstørrelse basert på kamerafelledata for umerkede bestander (dvs. bestander hvor individene ikke kan skilles i fra hverandre) er allerede utviklet (jf. Gilbert mfl. 2021, Palencia mfl. 2021). Disse modellene baserer seg imidlertid på sterke antakelser om artenes områdebruk og bestandsendringer, som må vurderes nøye i hvert enkelt tilfelle. I en oppstartsfase av et nasjonalt overvåkingsprogram basert på kamerafeller bør det derfor prioriteres å videreutvikle statistiske modeller for å estimere observasjonsfeil, spesielt med tanke på lemen. Videre bør kjøringen av disse modellene gå inn som en del av den årlige arbeidsflyten med bildeprosesseringen for å sikre pålitelige indekser for bestandsstørrelse for alle de viktige smågnagerartene.

### **Sesongvariasjoner**

Kamerafeller er den eneste metoden som med suksess har greid å overvåke smågnagere gjennom alle årstider i fjellet. Dette gjelder spesielt sen høst, vinter og vår når fjellet er dekket med snø (normalt mer enn halvparten av året). Derfor finnes det ikke andre typer (fangst) data som kan anvendes til kalibrering for denne perioden. Tilstedeværelse av snø og snøens egenskaper (for eksempel hardhet) har påvirkning på smågnagernes evne til å bevege seg (Poirier mfl. 2021). Derfor er det sannsynlig at deteksjonsprosessen vil være ulik mellom den snøfrie (hvor kalibrering er gjort) og snødekte perioden. Et større arbeid vil kreves for fullt ut å forstå hvordan dette påvirker kamerafellebaserte bestandsindekser. Vi foreslår ikke å inkludere et slikt arbeid i utviklingen av det nasjonale overvåkingsprogrammet. Dette er viktig fordi rødlistete smågnagerpredatorer enten er godt i gang med yngling (fjellrev) eller etablering (snøugle) mens fjellet nærmest har 100 % snødekke om våren. Samtidig er det viktig å påpeke at mer informasjon om vinterdynamikken i smågnagerbestandene er avgjørende for å ha mulighet til å undersøke drivere av denne dynamikken. Samtidig har også plante-smågnagerinteraksjoner under snøen sannsynligvis størst betydning for smågnagernes funksjon i forhold til fjellets vegetasjon.

## 7.3 Datalagring og tilgjengeliggjøring

### Prosessering og lagring

Kamerafeller genererer store mengder data, og maskinlæring trenger stor regnekapasitet. Derfor krever et overvåkingsprosjekt med kamerafeller en god og trygg lagringsplass og tilgang til en datamaskin med tilstrekkelig kapasitet, med GPU (grafikkpro세서), for å kjøre komplekse algoritmer. I COATs arbeidsflyt lagres bildene på NIRD, den nasjonale infrastrukturen for forskningsdata (National Infrastructure for Research Data) fra Sigma2. Data som er lagret på NIRD, kan prosesseres med NIRD toolkit, en container-basert plattform med nok kapasitet til å trene og kjøre maskinlæringsmodeller. En kombinasjon av NIRD Storage og NIRD toolkit fungerer godt for lagring og prosessering av bilder fra kamerafeller som vi også bruker i COAT. NIRD Toolkit kan ha begrensninger i lagring og prosesseringskapasitet ved veldig store datamengder. En alternativ løsning kan være tjenesten HPC (High Performance Computing service) fra Uninett Sigma2, med bedre kapasitet for lagring og prosessering.

### Policy for datalagring

NIRD Storage kan brukes til datalagring for kortere eller middels lang tid, for data som skal behandles eller nylig er behandlet. Det er anbefalt å beholde bildene etter at de er ferdig klassifisert for en periode på minst to år, slik at resultatene kan sjekkes i etterkant. Bildene bør også beholdes i en periode i tilfelle framtidig utvikling i maskinlæring muliggjør uthenting av mer detaljert informasjon om for eksempel størrelsen på dyrene for å bestemme når unge dyr rekrutteres inn bestandene (f.eks. vinterreproduksjon hos lemen), aldersklasser eller liknende. For å spare plass kan bilder uten dyr ev. slettes etter at de er klassifisert, mens alle metadata må tas vare på.

### Tilgjengeliggjøring

Etter at dataene er prosessert, kvalitetssikret og økologiske bestandsindekser beregnet, som beskrevet i kapittel 7.1 og 7.2, må de økologiske indeksene bli gjort tilgjengelige. Disse dataene bør tilgjengeliggjøres under Creative Commons Navngivelse 4.0 Internasjonal Offentlige Lisens (CC BY 4.0). Dataportaler egnet for publisering av slike data finnes, driftet av ulike institusjoner (for eksempel har NINA og COAT egne dataportaler) eller nasjonale initiativ (som for eksempel GBIF Norway og Living Norway). I tillegg til de økologiske bestandsindeksene vil også metadata med nødvendig informasjon om datainnsamling og prosessering tilgjengeliggjøres. Det kvalitetssikrede datasettet bør publiseres med eksisterende standarder for metadata som EML og standard notasjon som for eksempel DarwinCore. For å sikre kompatibilitet bør et felles dataformat som for eksempel Camera Trap Data Package (<https://tdwg.github.io/camtrap-dp/>) brukes. For å sikre maksimal nytteverdi av et nasjonalt overvåkingsprogram for smågnagere bør dataene tilgjengeliggjøres uten noen embargoer så snart de er klare og kvalitetssikret.

## 8 Organisering, drift og kostnader for ny smånagerovervåking

### 8.1 Etablering

Oppstarten av et nasjonalt overvåkingsprogram for smånagere vil kreve innkjøp av utstyr og en vesentlig feltinnsats med feltbefaring og oppsett av kamerafeller. Det må settes av god tid til innkjøp og bestilling av kameraer, kameratuneller, minnekort og batterier. En bør påregne minst tre måneders leveringstid på kameraene som produseres i USA. Kameraer bør kjøpes fra en velrenomert leverandør som kan tilfredsstillende spesifikasjoner og kvalitet tilsvarende de som gjelder for smånagerkameraene for COAT.

Mange av overvåkingslokalitetene vi foreslår ligger i verneområder. Oppsett av kameratuneller er å anse som en teknisk installasjon som vanligvis krever dispensasjon fra verneforskriftene, og det må beregnes god tid til å innhente alle nødvendige tillatelser. Siden endelig plassering av selve kameratunellene først kan avklares under selve oppsettet i felt, kan det være aktuelt å be om å komme tilbake til endelig plassering. Det bør også opprettes kontakt med grunneiere.

Overvåkingslokalitetene må befares for å klarlegge deres nøyaktige plassering basert på forekomsten av ulike smånagerhabitater og klimagrader, samt logistikk og atkomst. Når overvåkingslokalitetene er endelig bestemt, må plasseringen av de enkelte kamerafellene velges ut etter prinsippene beskrevet i kapittel 4.2. Deretter må kamerafellene installeres. I budsjettanslaget (**tabell 8.1**) har vi basert oss på erfaringene gjort i forbindelse med innkjøp av utstyr og etableringen av smånagerovervåkingen i COAT. For koordinering og administrasjon er det sannsynlig at etableringer vil effektiviseres når flere lokaliteter etableres samtidig. Merk at administrative kostnader pr. lokalitet her er tenkt fordelt på ca. 10 lokaliteter ved oppstart. Disse vil øke ved færre lokaliteter.

**Tabell 8.1** Budsjett for kostnader knyttet til å etablere én ny overvåkingslokalitet.

	Pris pr. stykk	Antall	Kostnad	Sum
<i>Innkjøp av feller og annet utstyr</i>				
Kameraer	6150	36	221 400	
Metalltuneller	1000	36	36 000	
Batterier, minnekort, etc	500	36	18 000	
Sum utstyr				275 400
<i>Testing og klargjøring av utstyr</i>				
Arbeidskostnader, tekniker*	1100	20	22 000	22 000
<i>Etablering av feltet, lokalitetsbefaring og kameraoppsett</i>				
Arbeidskostnader, forsker*	1585	60	95 100	
Arbeidskostnader, tekniker*	1100	60	66 000	
Driftskostnader, reise	4,03	400	1 612	
Driftskostnader, diett/natt/feltillegg	1903	12	22 836	
Sum				185 548
<i>Koordinering og administrasjon</i>				
Arbeidskostnader, forsker*	1585	30	47 550	
Arbeidskostnader, tekniker*	1100	20	22 000	
Sum				69 550
<b>Totalt, etablering én ny lokalitet</b>				<b>552 498</b>

\* Timepriser er basert på NINAs anslåtte timepriser for hhv tekniker og seniorforsker i 2023; kameraprisen er basert på en dollarkurs på 11 kr.

## 8.2 Årlig drift

Den årlige driften av et nasjonalt overvåkingsprogram for smågnagere kan beskrives som en sesongmessig arbeidsliste. **Tabell 8.2** viser budsjettet for årlige kostnader for drift av én lokalitet. For koordinering og administrasjon er det sannsynlig at driften vil effektiviseres når flere lokaliteter driftes samtidig. Merk at kostnader til koordinering og administrasjon her er tenkt fordelt på ca. 10 lokaliteter. Ved færre lokaliteter vil kostnadene pr. lokalitet øke noe.

### Vinter

På vinteren bør man se over beholdningene av forbruksartikler (batterier mv). Kameraer med tekniske problemer bør sendes til reparasjon. Eventuelle nye kamera, minnekort, batteri og metalltunneller må bestilles. I tillegg bør man organisere logistikk hvis utstyr må fraktes mellom lokaliteter.

### Vår

Planlegge forestående feltlesong. Datoer for besøk for feltarbeid må fastsettes og eventuell koordinering med andre institusjoner må avtales og følges opp. Feltarbeidere må innhentes og læres opp. Protokoller for feltarbeid bør gjennomgås og eventuelt oppdateres basert på erfaringer fra forrige feltlesong. Status på de forskjellige overvåkingslokalitetene og kamerafellene bør sjekkes for å planlegge eventuelt vedlikehold eller andre nødvendige operasjoner i løpet av sommeren. Nytt og/eller reparert utstyr må testes, innstilles, og transporteres til riktig lokalitet.

### Sommer

Årlig besøk til alle overvåkingslokalitetene for skifte av batteri og minnekort og sjekk av kamerafellenes funksjonalitet. Dette arbeidet må gjennomføres i den snøfrie perioden da man ved å grave seg ned til kameraboksene gjennom snøen vil påvirke snøforholdene som smågnagerne er veldig sensitive til. Etter feltarbeid må bildene umiddelbart lastes opp og metadata fylles inn. Eventuelle kommentarer til oppsett, funksjonalitet eller annet må tas videre.

**Tabell 8.2** Årlige kostnader knyttet til driften av én overvåkingslokalitet.

	Pris pr. stykk	Antall	Kostnad	Sum
<i>Supplering og reparasjon av utstyr</i>				
Supplering av kameraer	5400	2	10 800	
Reparasjon av kameraer	500	2	1 000	
Supplering av batterier, minnekort, etc	500	36	18 000	
Arbeidskostnader, tekniker	1100	15	16 500	
Sum				46 300
<i>Kamerarøktning i felt</i>				
Arbeidskostnader, tekniker	1100	60	66 000	
Driftskostnader, reise	4,03	400	1 612	
Driftskostnader, diett/natt/feltillegg	1903	6	11 418	
Sum				79 030
<i>Bilde- og dataforvaltning</i>				
Arbeidskostnader, tekniker	1100	20	22 000	22 000
Driftskostnader*			–	
Koordinering og administrasjon				
Arbeidskostnader, forsker	1585	20	31 700	
Arbeidskostnader, tekniker	1100	20	22 000	
Sum				53 700
<b>Totalt, drift av ett område</b>				<b>201 030</b>

\* Driftskostnader til bilde- og dataforvaltning er avhengig av institusjon og tilgjengelig digital infrastruktur



## Høst

Arbeidsflyten fra kamera til bestandsindekser kjøres. Behov for forbedring av arbeidsflyten, spesielt med tanke på den automatiske bildeklassifiseringen og statiske modelleringen, vurderes og eventuelt gjennomføres. Andre forbedringer av overvåkingsprogrammet gjøres basert på årets feltefaringer. Sammenstilling og videreformidling av årets smågnagerstatus gjøres så snart som mulig. Rapporteringsformat avklares av Miljødirektoratet. Denne rapporten inneholder derfor bare arbeidet fra innhenting av rådata til framstilling av indekser for bestandsstørrelse.

### 8.3 Første gjennomkjøring av arbeidsflyten fra kamera til bestandsindeks

Når data fra det første året med overvåking er innsamlet, er det klart for første gjennomkjøring av arbeidsflyten for bildeklassifisering. Arbeidsflyten vil kreve noe utvidet innsats ved første gangs gjennomkjøring. Bildeprosessering foreslått for dette nasjonale overvåkingsprogrammet, er i stor grad bygget på arbeid gjennomført av COAT. Merk at COATs arbeidsflyt fortsatt ikke har skilt de ulike museartene (gråsidemus og fjellmarkmus på Varangerhalvøya). Den mest sannsynlige grunnen til at dette ikke har vært mulig, er et utilstrekkelig treningsdatasett. Ved opprettelsen av et treningsdatasett for en nasjonal smågnagerovervåking bør det derfor legges spesiell vekt på å lage et treningsdatasett som er tilstrekkelig for å skille alle museartene i overvåkingsprogrammet. Dette vil kreve at bilder av de ulike artene fra de fleste kamerafellene, og sesongen hvor de opptrer, er representert i treningsdatasettet. Opprettelsen av et slikt treningsdatasett vil kreve en vesentlig innsats med manuell bildeklassifisering fra smågnagereksperter trent på artsbestemmelse fra svart-hvitt-bilder.

Et annet viktig aspekt første gang arbeidsflyten kjøres, er å utvikle statistiske modeller egnet til å gi pålitelige indekser for bestandsstørrelse, også for arter hvor kalibrering ikke kan gjennomføres. Dette vil kreve noe videreutviklingsarbeid gjort av eksperter innen bestandsestimering for umerkede arter.

På grunn av den ekstraordinære arbeidsinnsatsen ved første gjennomkjøring av bildeprosesseringspipelinen er dette blitt behandlet som en spesiell arbeidspakke med et eget budsjett (**tabell 8.3**).

**Tabell 8.3** Kostnader knyttet til første gjennomkjøringen av arbeidsflyten fra kamera til bestandsindeks i det nasjonale overvåkingsprogrammet for smågnagere.

	Pris pr. time	Antall timer	Kostnad	Sum
<i>Statistisk modellering</i>				
Arbeidskostnader forsker	1585	150	237 750	
Driftskostnader			0	
<i>Bildeprosessering</i>				
Arbeidskostnader, forsker	1585	100	158 500	
Arbeidskostnader, tekniker	1100	150	165 000	
Driftskostnader*			–	
<b>Totalt</b>				<b>561 250</b>

\* Driftskostnader til bildeprosessering er avhengig av institusjon og tilgjengelig digital infrastruktur

### 8.4 Revisjon av programmet etter fem års drift

En viktig del et langsiktig overvåkingsprogram er gjentakende evaluering (Lindenmayer & Likens 2009). Dette bør gjøres både for å sikre at overvåkingsprogrammet oppnår sine målsetninger og for å ha mulighet til å tilpasse målsetningene, fokuset og metodene til ny kunnskap og

eventuelle nye spørsmål. Målene til dette nasjonale overvåkingsprogrammet for smånagere i fjell er spesifisert i kapitel 1. Lite er pr. i dag kjent om hvordan geografiske ulikheter og artsforskjeller hos smånagere påvirker observasjonsprosessen i kamerafeller (se imidlertid Kleiven mfl. under vurdering) eller annen metodikk (f.eks. klappfellefangst). Samtidig er det også en del usikkerhet knyttet til forskjeller i forekomst og bestandsdynamikk hos smånagere i ulike habitater eller klimatiske soner i norske fjell. Hittil har overvåkingen av smånagere i hovedsak dekket områder under skoggrensa. Erfaringene fra COATs arbeid med kamerafeller på Varangerhalvøya og kalibreringsstudier på fjellmarkmus og gråsidemus i fjellnære økosystemer gir imidlertid grunn til å hevde at disse kamerafellene har – sammenlignet med annen tilgjengelig metodikk - potensiale for å gi den mest arealdekkende, kvalitetssikrede og geografisk harmoniserte informasjonen om smånagernes funksjoner i fjellets økosystem.

Vi har foreslått en relativt god romlig dekning ved oppstarten av overvåkingsprogrammet, både med tanke på romlig replikasjon og med tanke på dekning av de viktigste habitatene. Fordelen med en slik løsning er at vi etter noen få år vil ha bedre kunnskap om arts-, habitat-, klimasone- og region-spesifikke aspekter ved den romlige bestandsdynamikken hos smånagere i fjell, som så kan brukes i en første evaluering av overvåkingsprogrammet. Vi anbefaler at det gjennomføres en evaluering allerede etter 5 år, etter en full smånagersyklus.

En tidlig evaluering vil sikre at programmet kommer godt ut av startgropen på alle fronter, knyttet til driftssikkerhet, datasikkerhet, måloppnåelse mv. Denne evalueringen bør inneholde en grundig vurdering av om den romlige dekningen innen en overvåkingslokalitet er tilstrekkelig for å oppnå målene i overvåkingsprogrammet og om målene kan oppnås med mindre ressurser. Konkret bør en slik evaluering vurdere om det er mulig å redusere antall romlige replikater (for eksempel fra 6 til 4) og/eller antall habitater som dekkes (vurdere om alle arter dekkes like godt av overvåking i bare to habitater). En eventuell reduksjon i innsats pr. overvåkingslokalitet vil potensielt kunne frigi kameraressurser som kan muliggjøre en utvidelse av antall overvåkingslokaliteter. Evalueringen bør også vurdere i hvilken grad antallet og fordelingen av overvåkingslokaliteter er tilstrekkelig til å oppnå målene i overvåkingsprogrammet. Vi har allerede i denne rapporten påpekt mulige svakheter ved minimumsløsningen (lav geografisk dekning av sentrale fjellrevområder som Dovre-Sunndalsfjella og Hardangervidda og få oseaniske lokaliteter) slik at behovet for utvidelse med flere lokaliteter også bør vurderes som en del av en første evalueringsrunde. Merk at det her ikke er gjort noe kostnadsanslag for en slik evaluering.

## 8.5 Organisering

Som det framgår av beskrivelsen over, krever overvåkingsprogrammet både vesentlig koordinering og administrasjon og en betydelig kapasitet for oppfølging i felt, drift av kameraer og datahåndtering. Vi foreslår derfor en organisering av programmet med følgende elementer:

- Programmet koordineres av en faginstusjon med bred kompetanse og kapasitet innen fagfeltene som kreves.
- Det utpekes en koordinator for overvåkingsprogrammet tilknyttet koordinerende institusjon. Koordinatoren har det faglige og administrative ansvaret for programmet.
- For å sikre god faglig forankring utnevnes et faglig råd som bl.a. omfatter representanter for de viktigste deltakende institusjonene og ev. eksterne eksperter. Et slikt råd er tenkt å ha en rådgivende funksjon ved å ha en årlig gjennomgang av overvåkingsprogrammet og dets resultater. I tillegg kan et slikt råd sikre bredere forankring av overvåkingsprogrammet og bidra til at resultatene tas i bruk i ulike forskningsprosjekter. Det antas at deltakerne bidrar ut fra egen interesse og kompetanse og at drift av det faglige rådet ikke medfører andre kostnader enn ev. dekning av reisekostnader som kan dekkes innenfor budsjettammen avsatt til administrasjon etc.
- Koordinerende institusjon sørger for tilgang til teknisk og administrativt personale med relevant kompetanse for å drifte programmet og forvaltning av bilder og data, samt tilgang til nødvendig datakapasitet for å prosessere og lagre bilder og data.

- Investeringer og drift i felt bør så langt mulig forsøke å skape ressursbesparende synergier med logistikk og personell som allerede finnes gjennom andre regionale eller nasjonale overvåkingsprogrammer. I denne sammenheng bør det etableres et nettverk av lokale kontakter (SNO, fjellstyrer, Statskog-Fjelltjenesten) som kan drifte de enkelte overvåkingslokalitetene. Det kan i tillegg være nødvendig å ha kapasitet til oppfølging av noen av lokalitetene hos de sentrale deltakerne i programmet, særlig der oppsynet ikke har etablert aktivitet. Et feltapparat som bygger på et allerede etablert feltapparat betyr betydelig effektivisering og reduserte feltkostnader. En samkjøring mot andre overvåkingsprogrammer vil også kunne gi faglige synergier og merverdier utover de enkelte programmene.
- Det må inngås en flerårig avtale mellom Miljødirektoratet som oppdragsgiver og koordinerende institusjon som står som oppdragstaker for overvåkingsprogrammet.
- Det må inngås tilsvarende flerårige avtaler mellom koordinerende institusjon og øvrige deltakende institusjoner (og ev. enkeltpersoner) i programmet.

## 9 Oppsummering og konklusjoner

I denne rapporten har vi presentert et forslag til et nasjonalt overvåkingsprogram for smågnagere i fjell basert på kamerafeller. Overordnet målsetting for Miljødirektoratet, som bestiller av denne utredningen, var at overvåkingsprogrammet skulle dokumentere utviklingen av smågnagerbestander over tid og at programmet skulle bidra med data til smågnagerindikatoren i fagsystemet for økologisk tilstand i fjell. Programmet skulle også så langt mulig dekke variasjonen i regionale og lokale klimaforhold samt andre naturgitte forhold, for å kunne dokumentere utviklingen av smågnagerbestander over tid og vurdere effekter av påvirkningsfaktorer. Det var videre en målsetning at programmet skal kunne brukes for å optimalisere og evaluere bevaringstiltak for fjellrev, snøugle og dverggås. Overordnede konklusjon er at overvåking av smågnagere med kamerafeller, basert på det flerårige utviklingsarbeidet som er gjennomført i regi av COAT, har et svært godt potensial for å dekke disse målsetningene. Miljødirektoratet ønsket at det skulle utvikles forslag etter tre ambisjonsnivåer, full versjon, nedskalert versjon og en minimumsversjon. Under følger en oppsummering av vårt forslag til nytt nasjonalt overvåkingsprogram for smågnagere.

### Utvalg av overvåkingslokaliteter i full versjon

- Vi foreslår at ny nasjonal smågnagerovervåking baseres på vel 50 overvåkingslokaliteter som beskrevet i **tabell 3.2** og med omtrentlig plassering som vist i **figur 3.2**. De foreslåtte lokalitetene vil dekke så godt som alle sentrale fjellområder og et utvalg av mer perifere fjellområder i øst, vest og langs kysten. Disse lokalitetene vil gi data for smågnagerbestandene som vil tilfredsstille alle formålene med overvåkingsprogrammet, inkludert dekning av viktige områder for fjellrev og andre smågnageravhengige arter.
- Lokalitetene er prioritert ut fra hvor godt de dekker overvåkingsformålene og i hvilken grad det allerede finnes dataserier for lokale smågnagerbestander. Tolv lokaliteter med *prioritet I* dekker særlig sentrale fjellområder fra sør til nord, viktige områder for fjellrev og har eksisterende dataserier for smågnagere. Seksten lokaliteter med *prioritet II* supplerer de foregående, spesielt ved å dekke større deler av klimagradianten fra oseaniske til kontinentale områder. Tjuefem lokaliteter med *prioritet III* utfyller de foregående ved å øke dekningen av ulike fjellområder.
- Endelig plassering av lokalitetene må vurderes etter feltbefaring. Dette kan føre til at skiserte egenskaper ved lokalitetene (jf. **tabell 3.2**) må justeres noe, f.eks. når det gjelder avstand fra vei eller dekning av alpine soner.

### Design for oppsett av kamerafeller pr. lokalitet

- Vi foreslår et romlig hierarkisk overvåkingsdesign innen hver overvåkingslokalitet. På lokalitetsnivå bør overvåkingen dekke de sentrale habitatene for de viktigste smågnagerartene i fjell (lynghei - gråsidemus, tuemark og snøleier - lemen og markmus/fjellmarkmus). Samtidig anbefaler vi at to klimasoner (lav- og mellomalpin sone) dekkes for de tre habitatene så langt det er mulig.
- Innen hvert habitat og klimasone anbefaler vi seks kamerafeller (romlige replikater). Dette vil med stor sannsynlighet være tilstrekkelig til å få en god indeks for bestandsstørrelse for alle de viktige smågnagerartene for hvert habitat og klimasone innen hver overvåkingslokalitet, selv med noe datatap som følge av tekniske feil.

### Nedskalert versjon og minimumsversjon

- Vi anbefaler at den fulle versjonen av overvåkingsprogrammet omfatter de aller fleste av de 53 foreslåtte lokalitetene. Noen få lokaliteter som anses å dekke marginale fjellområder kan ev. utelates. For en nedskalert versjon av overvåkingen anbefaler vi å bruke alle lokaliteter med *prioritet I* eller *II*. For en minimumsversjon av overvåkingen anbefaler vi å bruke lokalitetene med *prioritet I*, ev. supplert med noen av de mest relevante lokalitetene med *prioritet II* for arbeidet med fjellrev (Tinnhølen, Aursjøen).
- For plassering av kamerafeller pr. lokalitet foreslår vi i utgangspunktet ingen reduksjon i dekning av habitater (3), høydelag (2) eller antall kamerafeller pr. stratum (6), dvs. i alt 36

kamerafeller pr. lokalitet. Dette er nødvendig for å dekke viktig lokal miljøvariasjon og sikre nok data til holdbare bestandsindekser. Vi anbefaler en grundig evaluering av overvåkingsprogrammet etter 5 års drift for å sikre at programmet oppnår sine målsetninger og for å vurdere om det er forsvarlig å redusere antall kamerafeller pr. stratum til fire og eventuelt antall habitater til to.

### Bruk av annen informasjon om smånagerbestander

- Overvåking av smånagere i nærliggende skog og i fjell i våre naboland kan gi noe relevant informasjon om smånagerdynamikk for overvåkingen i norske fjell. Annen informasjon om forekomst av smånagere kan hentes inn fra f.eks. Hekkefugltakseringen TOV-E og Hønsefuglportalen, som gjør enkle registreringer av smånagere under takseringene. Vi har også vurdert om ANO og nasjonal overvåking fjellrev kan være aktuelle programmer for mer systematisk registrering av observasjoner av lemen/mus under feltarbeidet. Systematiske medieanalyser og folkeforskning gjennom Artsdatabankens Artsportal kan også bidra til å kartlegge utbredelse av bestandstopper. Slike opportunistiske observasjonsdata vil neppe gi de kvalitetssikrede, kvantitative bestandsdataene som trengs for robuste vurderinger av smånagerarters funksjoner i forhold til fjelløkosystemets tilstand og arbeidet med rødlistete arter som fjellrev, snøugle og dverggås.
- Det er i hovedsak informasjon om den geografiske fordelingen av smånagertopper og storskala mønster i synkronitet når slike data er satt sammen i lange tidsserier, som potensielt kan være et kvalitativt, utfyllende supplement til nedskalert versjon av kamera-basert overvåking. For at det skal være tilfellet, må data foreligge minst årlig og fra alle deler av fjellområdene, og det bør finnes grunnlag for å bedømme observasjonsinnsatsen bak rapporterte tall. Det er behov for nærmere vurdering av de enkelte informasjonskildene for å avklare grunnlaget for ev. bruk knyttet til nasjonal overvåking av smånagere.

### Arbeidsflyt fra bilder til tilgjengelige data

- Et kamerabasert overvåkingsprogram vil føre til store mengder bilder som må prosesseres, noe som ofte er tidkrevende. Vi har her forslått en fullstendig arbeidsflyt fra innhenting av minnekort til et ferdig kvalitetssikret og tilgjengeliggjort datasett.
- Denne arbeidsflyten kombinerer maskinlæring for automatisk bildeklassifisering med manuell utarbeidelse av treningsdata til maskinlæringsmodellen og kvalitetssikring av modellklassifiseringene. Arbeidsflyten er utarbeidet i R, alle delene er fritt tilgjengelige og kan enkelt brukes av alle med kunnskaper i R.

### Organisering og budsjett

- Vi foreslår at overvåkingsprogrammet koordineres av en faginstusjon som støttes av et bredere faglig råd. Vi anbefaler at driften av programmet i felt i størst mulig grad legges til eksisterende logistikk og aktiviteter knyttet til andre regionale eller nasjonale overvåkingsprogrammer (bl.a. i regi av SNO), for å oppnå både logistiske og faglige synergier med andre overvåkingsprogrammer.
- Vi foreslår følgende budsjett (i 1000 kr; basert på satser for 2023) for de tre alternative overvåkingsoppleggene, full versjon, nedskalert versjon og minimumsversjon:

	Enhets- kostnad	Full versjon	Nedskalert versjon	Minimums- versjon
Antall lokaliteter		53	28	12
Etablering av overvåkingslokaliteter	552	29 282	15 470	6 630
Årlig drift av overvåkingslokaliteter	201	10 655	5 629	2 412
Første gjennomkjøring av arbeidsflyt fra kamera til indeks for bestandsstørrelse	561	1 123	842	561
<b>Totale kostnader første 5 år</b>		<b>83 678</b>	<b>44 456</b>	<b>19 253</b>

## 10 Referanser

- Ahlstrøm, A.P., Bjørkelo, K. & Fadnes, K. 2019. AR5 Klassifikasjonssystem. Klassifisering av arealressurser. NIBIO Bok 5 (5) 2019.
- Andreassen, H.P., Johnsen, K., Joncour, B., Neby, M. & Odden, M. 2021. Seasonality shapes the amplitude of vole population dynamics rather than generalist predators. *Oikos*, 129: 117-123
- Angelstam, P., Lindström, E. & Widén, P. 1984. Role of predation in short-term population fluctuations of some birds and mammals in Fennoscandia. *Oecologia* 62: 199-208
- Angerbjörn, A., Tannerfeldt, M. & Lundberg, H. 2001. Geographical and temporal patterns of lemming population dynamics in Fennoscandia. *Ecography* 298–308.
- Bakkestuen, V., Erikstad, L. & Halvorsen, R. 2008. Step-less models for regional environmental variation in Norway. *Journal of Biogeography* 35: 1906–1922.
- Blumentrath, S. & Hanssen, F. 2010. Beregning av areal. S. 8–19 i Nybø, S. (red.) Datagrunnlaget for Naturindeks 2010. DN-utredning 4-2010. Direktoratet for naturforvaltning.
- Bryn, A., Dourojeanni, P., Hemsing, L.Ø. & O'Donnell, S. 2013. A high-resolution GIS null model of potential forest expansion following land use changes in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research* 28: 81–98.
- Böhner, H., Kleiven, E.F., Ims, R.A. & Soininen, E.M. 2022. A semi-automatic workflow to process camera trap images in R. *bioRxiv* 2022.10.05.510927. doi:10.1101/2022.10.05.510927
- Ehrich, D., Schmidt, N.M., Gauthier, G., Alisauskas, R., Angerbjörn, A., Clark, K., Ecke, F., Eide, N.E., Framstad, E., Frandsen, J., Franke, A., Gilg, O., Giroux, M.-A., Henttonen, H., Hörnfeldt, B., Ims, R.A., Kataev, G.D., Kharitonov, S.P., Killengreen, S.T., Krebs, C.J., Lanctot, R.B., Lecomte, N., Menyushina, I.E., Morris, D.W., Morrisson, G., Oksanen, L., Oksanen, T., Olofsson, J., Pokrovsky, I.G., Popov, I.Yu., Reid, D., Roth, J.D., Saalfeld, S.T., Samelius, G., Sittler, B., Sleptsov, S.M., Smith, P.A., Sokolov, A.A., Sokolova, N.A., Soloviev, M.Y., Solovyeva, D.V. 2020. Documenting lemming population change in the Arctic: Can we detect trends? *Ambio* 49: 786–800. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01198-7>
- Erikstad, L., Blumentrath, S., Bakkestuen, V. & Halvorsen, R. 2013. Landskapstypekartlegging som verktøy til overvåking av arealbruksendringer. NINA Rapport 1006. Norsk institutt for naturforskning.
- Framstad, E. & Eide, N.E. 2021. Smågnagere. i Framstad, E. (red.) Terrestrisk naturovervåking i 2020: Markvegetasjon, epifytter, smågnagere og fugl. Sammenfatning av resultater. NINA Rapport 1972: 90–98. Norsk institutt for naturforskning
- Framstad, E., Berglund, H., Jacobsen, R.M., Jakobsson, S., Ohlson, M., Sverdrup-Thygeson, A. & Töpper, J. 2021. Vurdering av økologisk tilstand for skog i Norge i 2020. NINA Rapport 2000. Norsk institutt for naturforskning.
- Framstad, E., Eide, N.E., Eide, W., Klanderud, K., Kolstad, A., Töpper, J. & Vandvik, V. 2022. Vurdering av økologisk tilstand for fjell i Norge i 2021. NINA Rapport 2050.
- Gilbert, N.A., Clare, J.D.J., Stenglein, J.L. & Zuckerberg, B. 2021. Abundance estimation of unmarked animals based on camera-trap data. *Conservation Biology* 35: 88–100. <https://doi.org/10.1111/cobi.13517>
- Hagen, Y. 1952. Rovfuglene og viltpleien. Gyldendal Norsk, Oslo.
- Hambäck, P.A., Schneider, M. & Oksanen, T. 1998. Winter herbivory by voles during a population peak: The relative importance of local factors and landscape pattern. *Journal of Animal Ecology*, 67: 544– 553.
- Heggem, E.S.F., Mathisen, H. & Frydenlund, J. 2019. AR50 – Arealressurskart i målestokk 1:50 000. Et heldekkende arealressurskart for jord- og skogbruk. NIBIO Rapport 5/118/2019.



- Hellstedt, P. & Henttonen, H. 2006. Home range, habitat choice and activity of stoats (*Mustela erminea*) in a subarctic area. *Journal of Zoology* 269: 205–212. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.2006.00072.x>
- Hellström, P., Nyström, J. & Angerbjörn, A. 2014. Functional responses of the rough-legged buzzard in a multi-prey system. *Oecologia* 174:1241–1254. DOI 10.1007/s00442-013-2866-6
- Henden, J.-A., Ims, R.A. & Yoccoz, N.G. 2009. Nonstationary spatio-temporal small rodent dynamics: evidence from long-term Norwegian fox bounty data. *Journal of Animal Ecology* 78: 636–645. DOI: 10.1111/j.1365-2656.2008.01510.x
- Henden, J.-A., Ims, R.A., Yoccoz, N., Asbjørnsen, E.J., Stien, A., Mellard, J.P., Tveraa, T., Marolla, F. & Jepsen, J.U. 2020. End-user involvement to improve predictions and management of populations with complex dynamics and multiple drivers. *Ecological Applications* 30: DOI: 10.1002/eap.2120
- Henttonen, H., & Kaikusalo, A. 1993. Lemming Movements. s 157–186 i Stenseth, N.C. & Ims, R.A. (red.) *The Biology of Lemmings*. London: Academic Press.
- Heske, E. & Jensen, P.M. 1993. Social structure in *Lemmus lemmus* during the breeding season. I Stenseth, N.C. & Ims, R.A. (red.) *The biology of lemmings*. *Linnean Society Symposium Series* 15: 387–395.
- Hof, A.R., Jansson, R. & Nilsson, C. 2012. How biotic interactions may alter future predictions of species distributions: future threats to the persistence of the arctic fox in Fennoscandia. *Diversity and Distributions* 18, 544–562.
- Ims, R.A. & Fuglei, E. 2005. Trophic interaction cycles in tundra ecosystems and the impact of climate change. *Bioscience* 55: 311–322.
- Ims, R.A., Yoccoz, N.G., Bråthen, K.A., Fauchald, P., Tveraa, T. & Hausner, V. 2007. Can reindeer overabundance cause a trophic cascade? *Ecosystems* 10: 607–622. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10021-007-9060-9>
- Ims, R.A., Henden, J.-A. & Killengreen, S.T. 2008. Collapsing population cycles. *Trends in Ecology and Evolution* 23: 79–86.
- Ims, R.A., Yoccoz, N.G. & Killengreen, S.T. 2011. Determinants of lemming outbreaks. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(5), 1970–1974
- Ims, R.A., Killengreen, S.T., Ehrich, D., Flagstad, Ø., Hamel, S., Henden, J.-A., Jensvoll, I. & Yoccoz, N.G. 2017. Ecosystem drivers of an Arctic fox population at the western fringe of the Eurasian Arctic. *Polar Research* 36: sup. 1, 8. doi: 10.1080/17518369.2017.1323621
- Jacobsen, K.-O., Solheim, R., Øien, I.J. & Aarvak, T. 2021. Ecology and occurrence of Snowy Owl in Norway. *Annual Report 2021. NINA Report 2073*. Norwegian Institute for Nature Research.
- Jepsen, J.U., Speed, J.D.M., Austrheim, G., Rusch, G., Petersen, T.K., Asplund, J., Bjerke, J.W., Bjune, A.E., Eide, N.E., Herfindal, I., Ims, R.A., Israelsen, M.F., Kapfer, J., Kolstad, A.L., Nordén, J., Sandercock, B., Stien, J., Tveito, O.E., Yoccoz, N.G. 2022. Panel-based Assessment of Ecosystem Condition – a methodological pilot for four terrestrial ecosystems in Trøndelag. *NINA Report 2094*.
- Kalela, O., Kilpelainen, L., Koponen, T. & Tast, J. 1971. Seasonal differences in habitats of the Norwegian lemming, *Lemmus lemmus* (L.), in 1959 and 1960 at Kilpisjärvi in Finnish Lapland. *Annales Academiae Scientiarum Fennica, Series A, IV Biologica*, 178: 1–22.
- Kleiven, E.F., Henden, J.-H., Ims, R.A. & Yoccoz, N.G. 2018. Seasonal difference in temporal transferability of an ecological model: near-term predictions of lemming outbreak abundance. *Scientific Reports* 8 (15252).
- Kleiven, E.F., Nicolau, P.G., Sørbye, S.H., Aars, J., Yoccoz, N.G. & Ims, R.A. Using camera traps to monitor cyclic vole populations. *Remote Sensing in Ecology and Conservation (Under vurdering)*,
- Knight, R.L., & Kawashima, J.Y. 1993. Responses of raven and redtailed hawk populations to linear right-of-ways. *Journal of Wildlife Management*, 57(2), 266–271. <https://doi.org/10.2307/3809423>

- Kålås, J.A., Øien, I.J., Stokke, B.G. & Vang R. 2021. Ekstensiv overvåking av hekkebestander av fugl - TOV E. s 121–132 i Framstad, E. (red.) Terrestrisk naturovervåking i 2020: Markvegetasjon, epifytter, små-gnagere og fugl. Sammenfatning av resultater. NINA Rapport 1972. Norsk institutt for naturforskning.
- Landa, A., Rød-Eriksen, L., Roaldsnes Ulvund, K., Jackson, C., Thierry, A.M., Flagstad, Ø. & Eide, N.E. Conservation of the endangered Arctic fox in Norway - are successful reintroductions enough? *Biological Conservation* (in press).
- Lindenmayer, D.B. & Likens, G.E. 2009. Adaptive monitoring: a new paradigm for long-term research and monitoring. *Trends in Ecology & Evolution* 24: 482–486. DOI: doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.005
- Mackenzie, D.I., Nichols, J.D., Lachman, G.D., Droege, S., Royle, A. & Langtimm, C.A. 2002. Estimating site occupancy rates when detection probabilities are less than one. *Ecology*, 83(8) 2248–2255. DOI: 10.1890/0012-9658(2002)083[2248:ESORWD]2.0.CO;2
- Marolla, F., Aarvak, T., Øien, I.J., Mellard, J.P., Henden, J.-A., Hamel, S., Stien, A., Tveraa, T., Yoccoz, N. & Ims, R.A. 2019. Assessing the effect of predator control on an endangered goose population subjected to predator-mediated food web dynamics. *Journal of Applied Ecology* 56(5), 1245–1255. DOI: 10.1111/1365-2664.13346
- Moen, A. 1998. Nasjonalatlas for Norge. Vegetasjon. Statens kartverk, Hønefoss.
- Möller, J.P., Kleiven, E.F., Ims, R.A. & Soininen, E. 2021. Using subnivean camera traps to study Arctic small mammal community dynamics during winter. *Arctic Science*. dx.doi.org/10.1139/as-2021-0006
- Nicolau, P.G., Ims, R.A., Sørbye, S.H. & Yoccoz, N.G. 2022. Seasonality, density dependence and spatial synchrony. *PNAS* (under review)
- Norouzzadeh, M.S., Nguyen, A., Kosmala, M., Swanson, A., Palmer, M.S., Packer, C. & Clune, J., 2018. Automatically identifying, counting, and describing wild animals in camera-trap images with deep learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115: E5716–E5725. URL: https://www.pnas.org/content/115/25/E5716, doi:10.1073/PNAS.1719367115.
- Nystuen, K.O., Evju, M., Rusch, G., Graae, B.J. & Eide, N.E. 2014. Rodent population dynamics affect seedling recruitment in alpine habitats. *Journal of Vegetation Science* 25: 1004–1014.
- Olofsson, J., Hulme, P.E., Oksanen, L. & Suominen, O. 2005. Effects of mammalian herbivores on revegetation of disturbed areas in the forest-tundra ecotone in northern Fennoscandia. *Landscape Ecology* 20, 351–359
- Olofsson, J., Tømmervik, H. & Callaghan, T.V. 2012. Vole and lemming activity observed from space. *Nature Climate Change* 2: 880–883. DOI: 10.1038/NCLIMATE1537.
- Palencia, P., Rowcliffe, J.M., Vincente, J. & Acevedo, P. 2021. Assessing the camera trap methodologies used to estimate density of unmarked populations. *Journal of Applied Ecology* 58: 1583–1592. https://doi.org/10.1111/1365-2664.13913
- Pedersen, Å.Ø., Jepsen, J.U., Paulsen, I.M.G., Fuglei, E., Mosbacher, J.B., Ravolainen, V., Yoccoz, N.G., Øseth, E., Böhner, H., Bråthen, K.A., Ehrlich, D., Henden, J.-A., Isaksen, K., Jakobsson, S., Madsen, J., Soininen, E., Stien, A., Tombre, I., Tveraa, T., Tveito, O.E., Vindstad, O.P.L. & Ims, R.A. 2021. Norwegian Arctic Tundra: a Panel-based Assessment of Ecosystem Condition. Report Series 153. Norwegian Polar Institute, Tromsø.
- Poirier, M., Fauteux, D., Gauthier, G., Domine, F. & Lamarre, J.-F. 2021. Snow hardness impacts intranivean locomotion of arctic small mammals. *Ecosphere*. 12(11). DOI:10.1002/ecs2.3835
- Ravolainen, V.T., Bråthen, K.A., Yoccoz, N.G., Nguyen, J.K. & Ims, R.A. 2013. Complementary impacts of small rodents and semi-domesticated ungulates limit tall shrub expansion in the tundra. *Journal of Applied Ecology* 51(1), 234–241, DOI:10.1111/1365-2664.12180
- Riley, S.J., DeGloria, S.D. & Elliot, R. 1999. A terrain ruggedness index that quantifies topographic heterogeneity. *Intermountain Journal of Sciences* 5: 23–27.



- Rød-Eriksen, L., Skrutvold, J., Herfindal, I., Jensen, H., & Eide, N.E. 2020. Highways associated with expansion of boreal scavengers into the alpine tundra of Fennoscandia. *Journal of applied ecology* 57:1861-1870. DOI: 10.1111/1365-2664.13668
- Selås, V., Sonerud, G.A., Hjeljord, O., Gangsei, L.E., Pedersen, H.B., Framstad, E., Spidsø, K. & Wiig, Ø. 2011. Moose recruitment in relation to bilberry production and bank vole numbers along a summer temperature gradient in Norway. *European Journal of Wildlife Research* 57: 523–535
- Selås, V. 2019. Annual change in forest grouse in southern Norway: variation explained by temperatures, bilberry seed production and the lunar nodal phase cycle. *Wildlife Biology*. doi: 10.2981/wlb.00536
- Selås, V. 2020. Frøsetting hos eik, gran og blåbær som grunnlag for museprognoser. Vurderinger basert på en 100-års oversikt fra Aust-Agder. MINA Fagrapport 64.
- Soininen, E.M., Jensvoll, I., Killengreen, S.T. & Ims, R.A. 2015. Under the snow: a new camera trap opens the white box of subnivean ecology, *Remote Sensing in Ecology and Conservation* 1(1), 29-38, DOI:10.1002/rse2.2
- Soininen, E.M., Magnusson, M., Jepsen, J.U., Eide, N.E. Yoccoz, N.G., Angerbjörn, A., Breisjøberget, J.-I., Ecke, F., Ehrich, D., Framstad, E., Henttonen, H., Hörnfeldt, B., Killengreen, S., Olofsson, J., Oksanen, L., Oksanen, T., Tveito, O.E., Ims, R.A. Macroecological patterns of rodent population dynamics shaped by bioclimatic gradients, Manuskript under utarbeiding.
- Steen, H., Ims, R.A. & Sonerud, G.A. 1996. Spatial and temporal patterns of small-rodent population dynamics at a regional scale. *Ecology* 77: 2365–2372.
- Steen, H., Myrsetrud, A. & Austrheim, G. 2005. Sheep grazing and rodent populations: evidence of negative interactions from a landscape scale experiment. *Oecologia* 143: 357–364. DOI: 10.1007/s00442-004-1792-z
- Stenseth, N.C. & Ims, R.A. (red.) 1993. The biology of lemmings. *Linnean Society Symposium Series* 15. Linnean Society of London, Academic Press.
- Stenseth, N.C. & Ims, R.A. 1993. Population dynamics of lemmings: Temporal and spatial variations s 61–97 | Stenseth, N.C. & Ims, R.A. (red.) The biology of Lemmings. Academic Press, .
- Taitt, M. 1993. Adaptive coloration of *Lemmus lemmus*; why aren't Norwegian lemming brown? s 449-464 i Stenseth, N.C. & Ims, R.A. (red.) The biology of lemmings. Academic Press.
- Tast, J. 1966. The Root Vole, *Microtus oeconomus* (Pallas) as an inhabitant of seasonally flooded land. *Annales Zoologici Fennici* 3(3): 127-171
- Tast, J. 1968. Influence of the root vole, *Microtus oeconomus* (Pallas), upon the habitat selection of the field vole, *Microtus agrestis* (L.), in northern Finland. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae*.
- Tingstad, L., Evju, M., Sickel, H. & Töpfer, J. 2019. Utvikling av nasjonal arealrepresentativ naturovervåking (ANO). Forslag til gjennomføring, protokoller og kostnadsvurderinger med utgangspunkt i erfaringer fra uttesting i Trøndelag. NINA Rapport 1642. Norsk institutt for natur-forskning.
- Ulvund, K., Flagstad, Ø., Sandercock, B., Kleven, O. & Eide, N.E. 2021. Fjellrev i Norge 2021. Resultater fra det nasjonale overvåkingsprogrammet for fjellrev. NINA Rapport 2058. Norsk institutt for naturforskning.
- Virtanen, R., Henttonen, H. & Laine, K. 1997. Lemming grazing and structure of a snowbed plant community: A long-term experiment at Kilpisjärvi, Finnish Lapland. *Oikos* 79: 155–166.
- Weiss, K., Khoshgoftaar, T.M. & Wang, D. 2016. A survey of transfer learning. *Journal of Big Data*, 3(1): 1–40.

## Vedlegg 1 Mønstre i miljøvariasjon for de enkelte fjellregionene

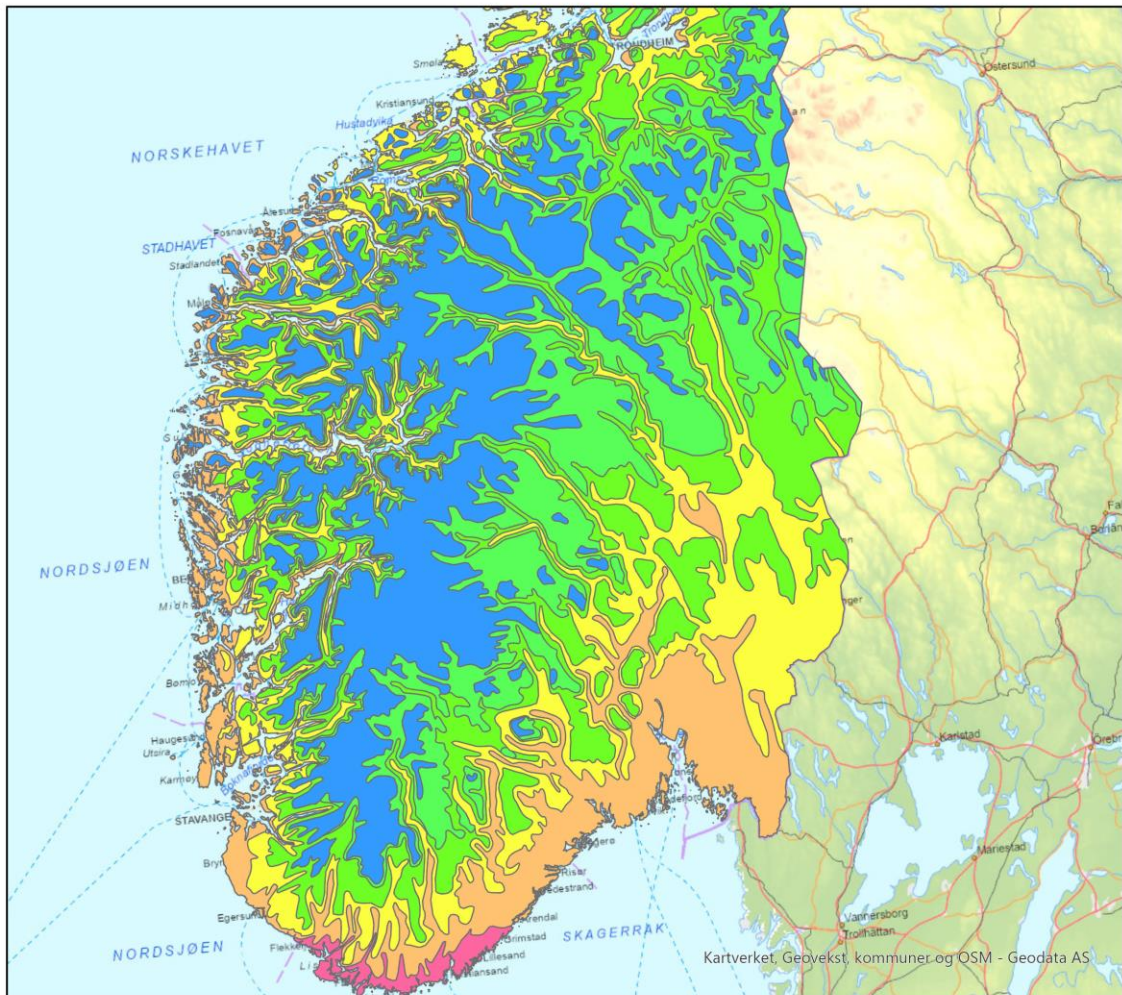
	A: Sør-Norge sør	B: Sør-Norge nord	C: N-Trøndelag, Nordland	D: Troms	E: Finnmark
<b>Terreng</b>					
Terrengvariasjon (TRI)	Større nokså flate høyfjellsplatåer i Setesdalsheiene, Hardangervidda, Hallingskarvet, med skarpere relieff mot daler i øst og ikke minst mot daler/fjorder i vest. Vestlige og nordlige deler (Dalane, Ryfylke, Følgefonna, Stølsheimen, Vikafjellet, Gudvangen-Filefjell) generelt mer kupert.	Generelt svært kupert for fjellene mellom Sognefjorden og Nordfjord, inkl. Jotunheimen, unntatt helt i øst. Også fjellene i vest, nord for Nordfjord er svært kupert. Reinheimen, fjellene øst for Snøhetta, unntatt deler av Rondane er generelt vesentlig mindre kupert.	Moderat kupert i N-Trøndelag, betydelig kupert i Nordland	Betydelig kupert, med unntak av innerste strøk.	Betydelig kupert på kysten av Vest-Finnmark, mer moderat i midtre og østlige ytre strøk; lite kupert i indre strøk.
<b>Klima</b>					
Vegetasjonssoner	Flere større sammenhengende alpine områder i sentrale deler, med skarp overgang til MB/SB i vest, gradvis til NB/MB i øst. I vest betydelig areal av middels store, men dels isolerte alpine områder. I øst små og fragmenterte områder.	I sentrale deler og nordøst flere nokså store, men uregelmessige og dels fragmenterte alpine områder. I vest mange mest små og fragmenterte alpine områder. I øst mange middels/små og fragmenterte alpine områder (men grenser mot svenske alpine områder).	Små fragmenterte alpine områder i N-Trøndelag, større mer sammenhengende i Børgefjell, Saltfjellet, grenseområdene mot Sverige.	Små, fragmenterte alpine områder i ytre strøk, større og mer sammenhengende i indre strøk.	Store, sammenhengende alpine områder på halvøyene og fjell i indre fjordstrøk; små og fragmenterte alpine områder på Finnmarksvidda og i Sør-Varanger.
Vegetasjonsseksjoner	Tydlig gradient vest-øst, fra sterkt og klart oseanisk i vest, til klart til svakt oseanisk sentralt og i sør, men mer kontinentalt (overgangsseksjon) i nordøst.	Sterkt til svakt oseanisk i vest og nord, mer kontinentalt (overgang, svakt kontinentalt) i sørøst og øst.	Klart til svakt oseanisk i de fleste fjellområdene; overgangsseksjon i enkelte indre strøk	Svakt oseanisk i ytre deler av Troms; overgangsseksjon og svakt kontinentalt i indre strøk.	Svakt oseanisk i ytre deler av Vest-Finnmark, overgangsseksjon i midtre deler og på Varanger; svakt kontinentalt på vidda og i Sør-Varanger (men lite fjell).
Growing Degree Days	Særlig lave verdier for Følgefonna, fjellene vest på Hardangervidda, vest for Møsvatn,	Særlig lave verdier for Jotunheimen, Breheimen, Jostedalsbreen, Reinheimen, Sunndalsfjella,	Særlig lave verdier for deler av Børgefjell, Okstidan/Junkerfjellet, Svartisen, deler av Saltfjellet,	Særlig lave verdier for deler av Indre Troms, Lyngen og deler av Nord-Troms.	Stort sett middels lave verdier for store områder, med mindre flekker med lavere verdier for breene i

	<b>A: Sør-Norge sør</b>	<b>B: Sør-Norge nord</b>	<b>C: N-Trøndelag, Nordland</b>	<b>D: Troms</b>	<b>E: Finnmark</b>
Snødybde april	Hardangerjøkulen, Hallingskarvet og Nordfjella.  Generelt betydelig snødybde i alle fjellområder, unntatt helt i øst.	Dovrefjell, Knutshø, deler av Trollheimen og deler av Rondane.  Generelt betydelig snødybde i fjellområder i vest + Jotunheimen. Mindre snø i Reinheimen og fjellene øst for Snøhetta, unntatt i noen høytliggende områder (Rondane, Sølén)	Blåmannsisen/Sulis, fjellområdene sør og øst for Narvik.  Betydelig snødybde i alle fjellområder, noe mindre i deler av N-Trøndelag.	Betydelig snødybde i de fleste fjellområdene, unntatt indre deler av Troms.	vest og høyereliggende områder i midtre deler og på Varangerhalvøya.  Betydelig snødybde i fjellområdene i ytre deler av Vest-Finnmark, til dels på halvøyene, lite på vidda og i Sør-Varanger.
Gjennomsnittlig maksimal snødybde 1991-2020 (SeNorge)	Klart skille langs N-S linje ved innerste fjordarmer: >2m i vest, <1,5m i øst	Klart skille langs N-S linje fra Åndalsnes-Luster, pluss mindre fjellområder i NV mot Trollheimen: >2m i vest/nord, <1,5m i øst.	<1,5 m i Nord-Trøndelag; områder med >2m i Nordland (Børgefjell, Lomsdalen, Visten, Okstindan, Svartisen, Saltfjellet, grensefjellene i Salten mot Sverige	1,5-2 m i deler av ytre Troms; <1,5 m ellers	>1 m i enkelte ytre deler av Vest-Finnmark og på halvøyene, ellers <1m
<b>Produktivitet</b>					
NDVI	Lave verdier for nordre del av Setesdal-Vesthei, Folgefonna, fjellene vest på Hardangervidda, området vest for Møsvatn, Hardangerjøkulen, Finseområdet og Nordfjella	Lave verdier for Jotunheimen, Breheimen, Jostedalbreen, Ålfotbreen, Reinheimen, Sunndalsfjella, Dovrefjell, Trollheimen, deler av Rondane	Særlig lave verdier for deler av Børgefjell, Lomsdalen, Visten, Okstindan, Svartisen, Slatfjellet, Blåmannsisen og grensefjellene til Narvik	Gjennomgående lave verdier for fjellområdene og øyene i Troms	Gjennomgående lave verdier for høyereliggende områder på halvøyene og i midtre deler
NIBIO Kilden: AR250 snaumark	<i>Uvegetert eller flekkvis/skrinn vegetasjon:</i> NV-deler av Setesdal-Vesthei, Folgefonna, V- og dels S-deler av Hardangervidda, Hardangerjøkulen m/Finseomr., Hallingskarvet, mye av Nordfjella og Stølsheimen <i>Sammenhengende veg.:</i> S-del av Setesdal-Vesthei, Setesdal-Austhei, Ø/midtre deler av Hardangervidda. Lavereliggende deler av Nordfjella og Stølsheimen	<i>Uvegetert eller flekkvis/skrinn vegetasjon:</i> Jotunheimen, Breheimen, Jostedalbreen, Ålfotbreen, høyereliggende vestlige fjelltrakter, Reinheimen, Sunndalsfjella, Dovrefjell, høyereliggende deler av Rondane, fjell Ø for Femund <i>Sammenhengende veg.:</i> lavereliggende vestlige fjelltrakter, Ø-deler av Jotunheimen, lavereliggende	<i>Uvegetert eller flekkvis/skrinn vegetasjon:</i> fjell V for Namdalen, deler av Børgefjell, de fleste fjellene i Nordland <i>Sammenhengende veg.:</i> deler av Fosen, fjell Ø for Trondheimsfjorden/Namdalen, lavereliggende fjell Ø i Nordland <i>Lavdekt:</i> ingen	<i>Uvegetert eller flekkvis/skrinn vegetasjon:</i> flekkvis for høyereliggende fjell, Lyngen, SV for Altevåtn, deler av Kåfjord, Nordreisa, Kvænangen <i>Sammenhengende veg.:</i> flekkvis for lavereliggende fjell, Målselv, indre/lavereliggende deler av Reisa <i>Lavdekt:</i> ingen	<i>Uvegetert eller flekkvis/skrinn vegetasjon:</i> høyereliggende deler av øyene og halvøyene, Porsangerhalvøya V for E6, Stabursdalen NP, Gaisene, Ifjordfjellet, N og indre deler av Varangerhalvøya, N del av S-Varanger <i>Sammenhengende veg.:</i> lavereliggende deler av øyene, halvøyene og N del av Finnmarksvidda, midtre del av S-Varanger

	<b>A: Sør-Norge sør</b>	<b>B: Sør-Norge nord</b>	<b>C: N-Trøndelag, Nordland</b>	<b>D: Troms</b>	<b>E: Finnmark</b>
	<i>Lavdekt:</i> S for Dagali	deler av Rondane, Knutshø, Forollhogna og Ø fjelltrakter. <i>Lavdekt:</i> deler av Rondane og Knutshø, Sølnekletten, fjellomr. V+S for Femund			<i>Lavdekt:</i> S-deler av Kautokeino
<b>Infrastruktur</b>					
Infrastrukturindeksen	Betydelig fragmentering av de fleste fjellområder, unntatt deler av Hardangervidda, Folgefonna, Nordfjella	Betydelig fragmentering av de fleste fjellområdene unntatt deler av Jostedal-breen, Jotunheimen, Reinheimen, Dovrefjell, Knutshø, Rondane	Mindre fragmentering i Blåfjella-Skjækerfjella, Børgefjell, Lomsdal-Visten, Svartisen.	Betydelig fragmentering i de fleste fjellområdene, unntatt i Lyngen og indre Troms	Mindre fragmentering i de fleste fjellområdene
<b>Beitepåvirkning</b>					
Tetthet av sau og lam i OBB	<i>Øst:</i> lav til middels tetthet (<15), unntatt for Ål (19,3) <i>Sør:</i> lav til middels tetthet (<15), unntatt for Åseral (15,5) og Sirdal (37,1) <i>Vest:</i> lav til middels tetthet (<15), unntatt for Bjerkreim (15,9), Sauda (26,0), Voss (14,6), Kvam (19,7), Vik (16,6)	<i>Øst:</i> svært lav (<2) lengst øst, eller mest middels (5-15), unntatt for Folldal (15,7), Gausdal (16,7), Ringebu (18,2), Sør-Fron (24,9), <i>Vest:</i> lav til middels tetthet (<15), unntatt for Sogndal (15,2) <i>Midt:</i> lav til middels tetthet (<15), unntatt for Oppdal (20,7) og Rennebu (18,2)	<i>Nord-Trøndelag:</i> lav tetthet (0-4) <i>Nordland:</i> lav tetthet (0,6-7,3), høyest i sør	<i>Troms:</i> lav tetthet (1-4,4)	Nordreisa (2) Ingen data for OBB i Finnmark
<b>Leveområder for andre arter</b>					
Villrein	Viktige villreinområder i sentrale deler: Setesdalsheiene (Ø, V), Hardangervidda, Nordfjella. Marginale områder i vest og øst. Grenser til tamreinområder i nordøst.	Viktige villreinområder i sentrale deler i nord: Reinheimen, Snøhetta, Rondane, Knutshø, Forollhogna. Marginale områder i vest og sør, grenser til tamreinområder i sørøst.			

	<b>A: Sør-Norge sør</b>	<b>B: Sør-Norge nord</b>	<b>C: N-Trøndelag, Nordland</b>	<b>D: Troms</b>	<b>E: Finnmark</b>
Fjellrev	Hardangervidda (Finse-Haukeli)	Reinheimen, Snøhetta, Forollhogna, Sylane.	Blåfjella-Skjækerfjella, Hestkjølen, Børgefjell, Saltfjellet	Indre Troms, Reisa	Reisa nord, Porsanger, Ifjordfjellet, Varanger
Snøugle				Som fjellrev	Som fjellrev
Dverggås					Sentrale deler
<b>Samlet vurdering</b>	<i>Terreng</i> mest kupert i V og mot daler i Ø; flater for Hardangervidda, deler av Setesdal-Vest, Nordfjella <i>Klima</i> klar V-Ø gradient for nedbør og snø, lave GDD følger hoh og bredekning <i>Produktivitet</i> følger GDD, men relativt lavere i V <i>Infrastruktur</i> minst for sentrale Hardangervidda, breer og høyere fjellområder <i>Husdyrbeite</i> lav til middels tetthet, unntatt for enkelte kommuner (Ål, Sirdal, Sauda, Kvam)	<i>Terreng</i> kupert i V og Breheimen, Jotunheimen, flater i Reinheimen og i Ø <i>Klima</i> V-Ø og NV-SØ gradient, lave GDD følger hoh og bredekning <i>Produktivitet</i> følger GDD, men relativt lavere i V <i>Infrastruktur</i> minst for sentrale høyere fjelltrakter og breer <i>Husdyrbeite</i> lav til middels tetthet, unntatt for enkelte kommuner (Ringebu, Sør-Fron, Oppdal, Rennebu)	<i>Terreng</i> generelt kupert i Nordland, mindre i N-Trøndelag <i>Klima</i> generelt oseanisk, snø og lave GDD følger hoh og bredekning <i>Produktivitet</i> følger GDD, men relativt lavere i V <i>Infrastruktur</i> minst for sentrale høyere fjelltrakter <i>Husdyrbeite</i> generelt lav tetthet	<i>Terreng</i> generelt kupert, minst i indre strøk <i>Klima</i> gradient ytre-indre for oseanitet og GDD <i>Produktivitet</i> følger GDD, men relativt lavere i V <i>Infrastruktur</i> minst i indre fjellstrøk <i>Husdyrbeite</i> generelt lav tetthet	<i>Terreng</i> noe kupert i V og dels i ytre strøk, minst på vidda <i>Klima</i> gradient ytre-indre for oseanitet, lave GDD i ytre/ midtre strøk <i>Produktivitet</i> følger GDD, <i>Infrastruktur</i> generelt lav påvirkning i fjellstrøk <i>Husdyrbeite</i> (mangler data)

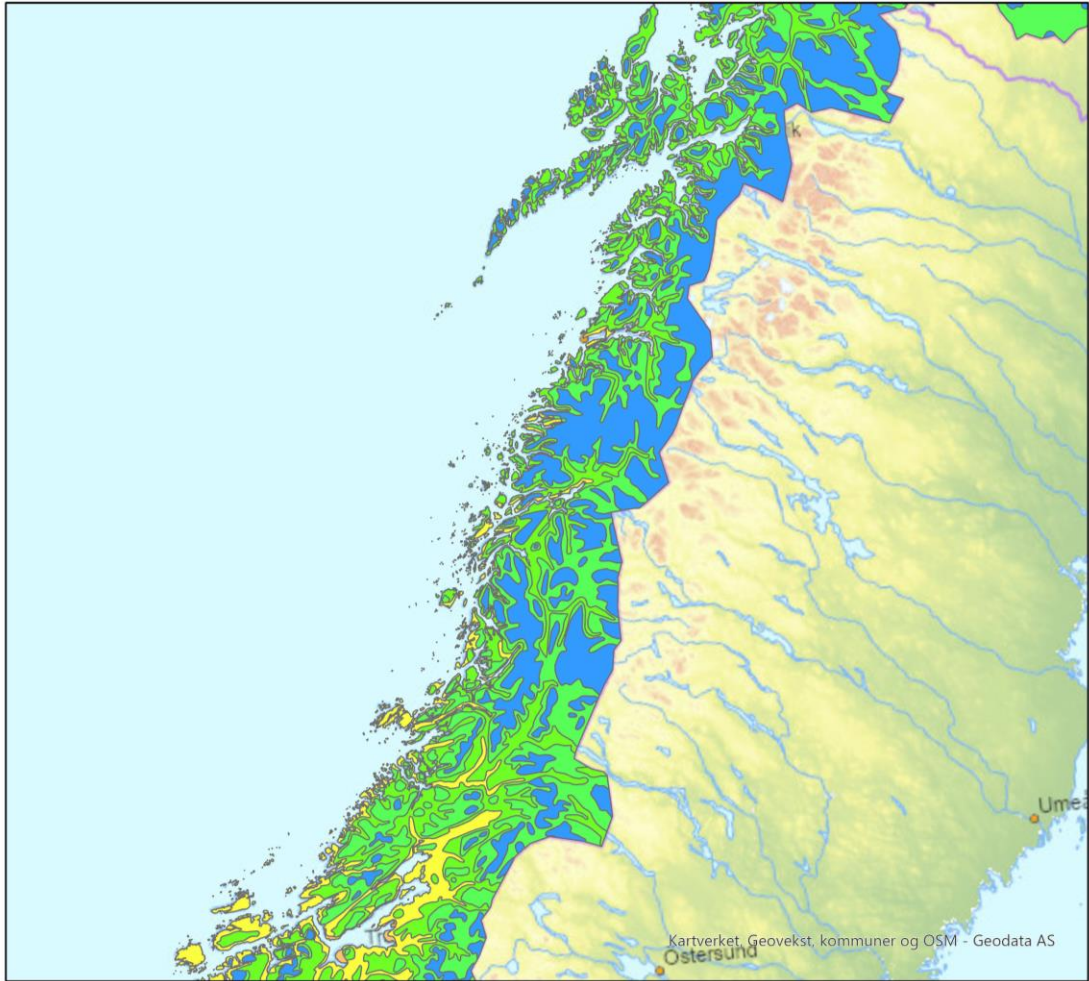
## Vedlegg 2 Kart for miljøvariasjon av mulig betydning for smånagere



### Soner

- Alpin
- Nordboreal
- Mellomboreal
- Boreonemoral
- Sørboreal
- Nemoral

0 87,5 175 350 Kilometers

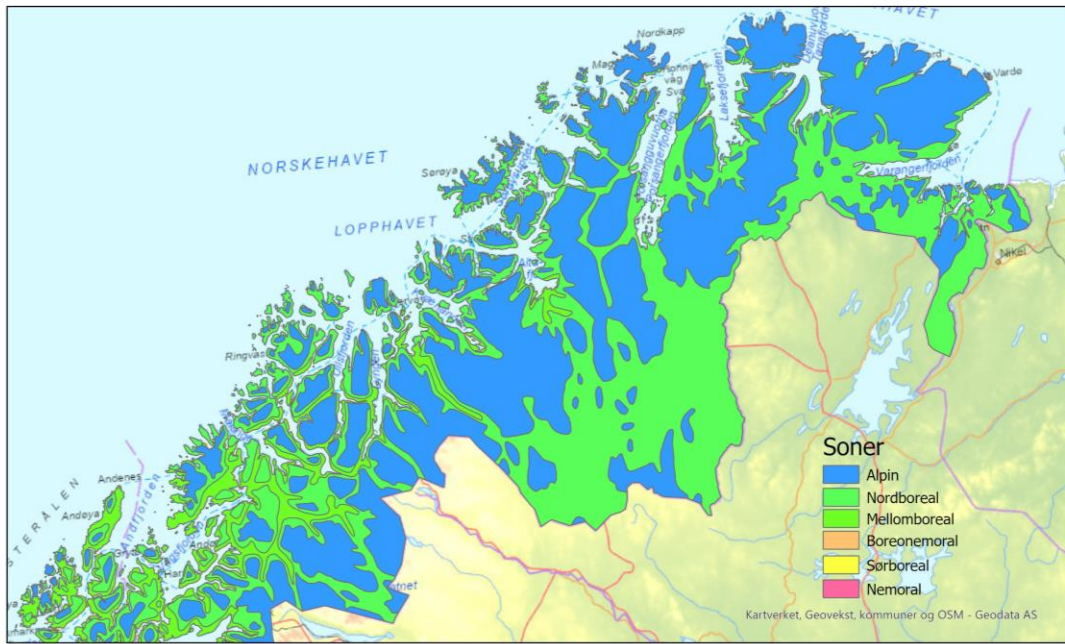


Soner

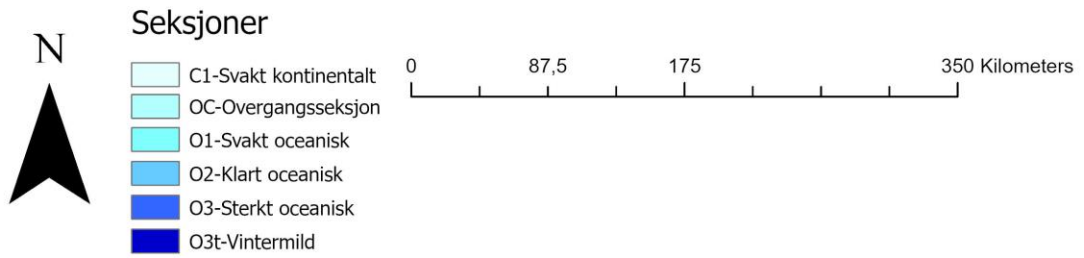
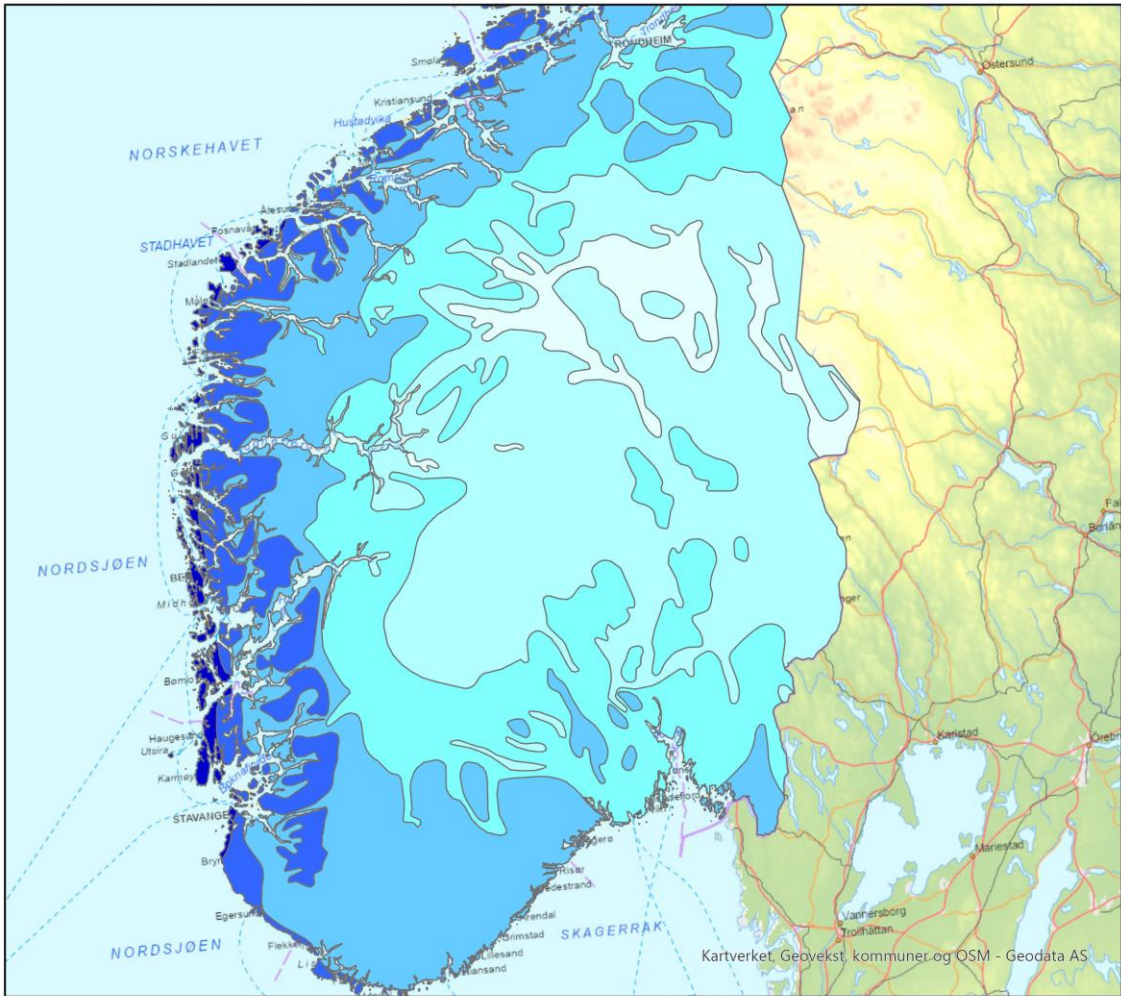
- Alpin
- Nordboreal
- Mellomboreal
- Boreonemoral
- Sørboreal
- Nemoral

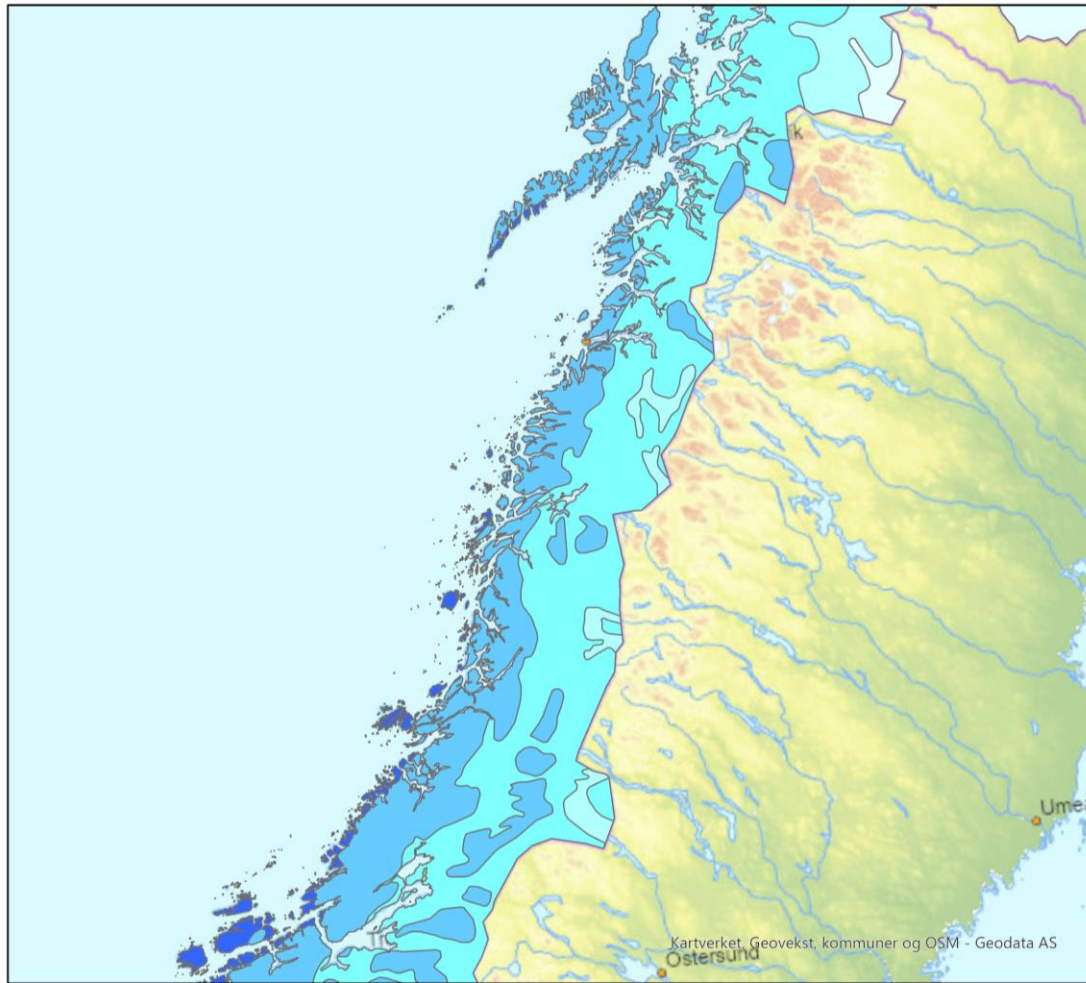
0 95 190 380 Kilometers







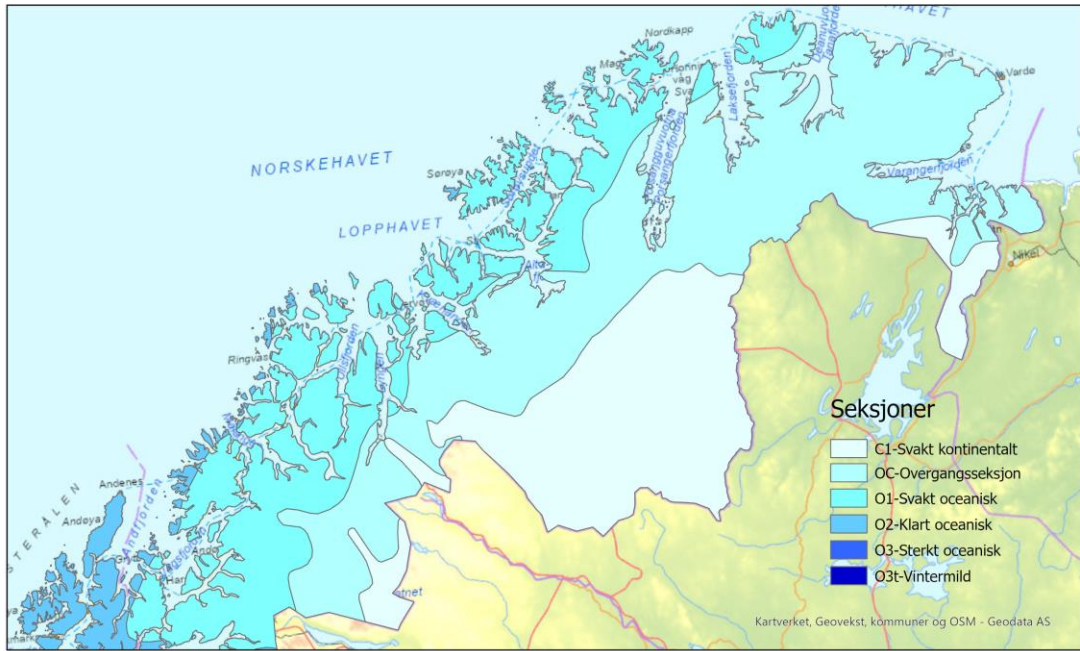




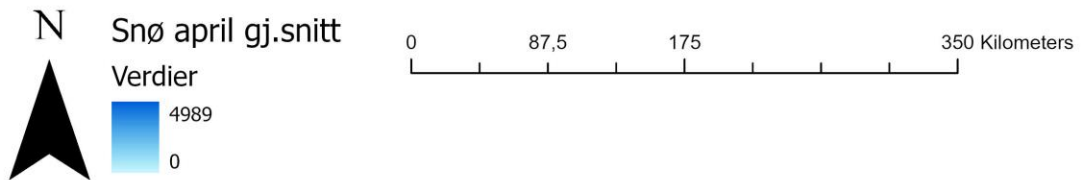
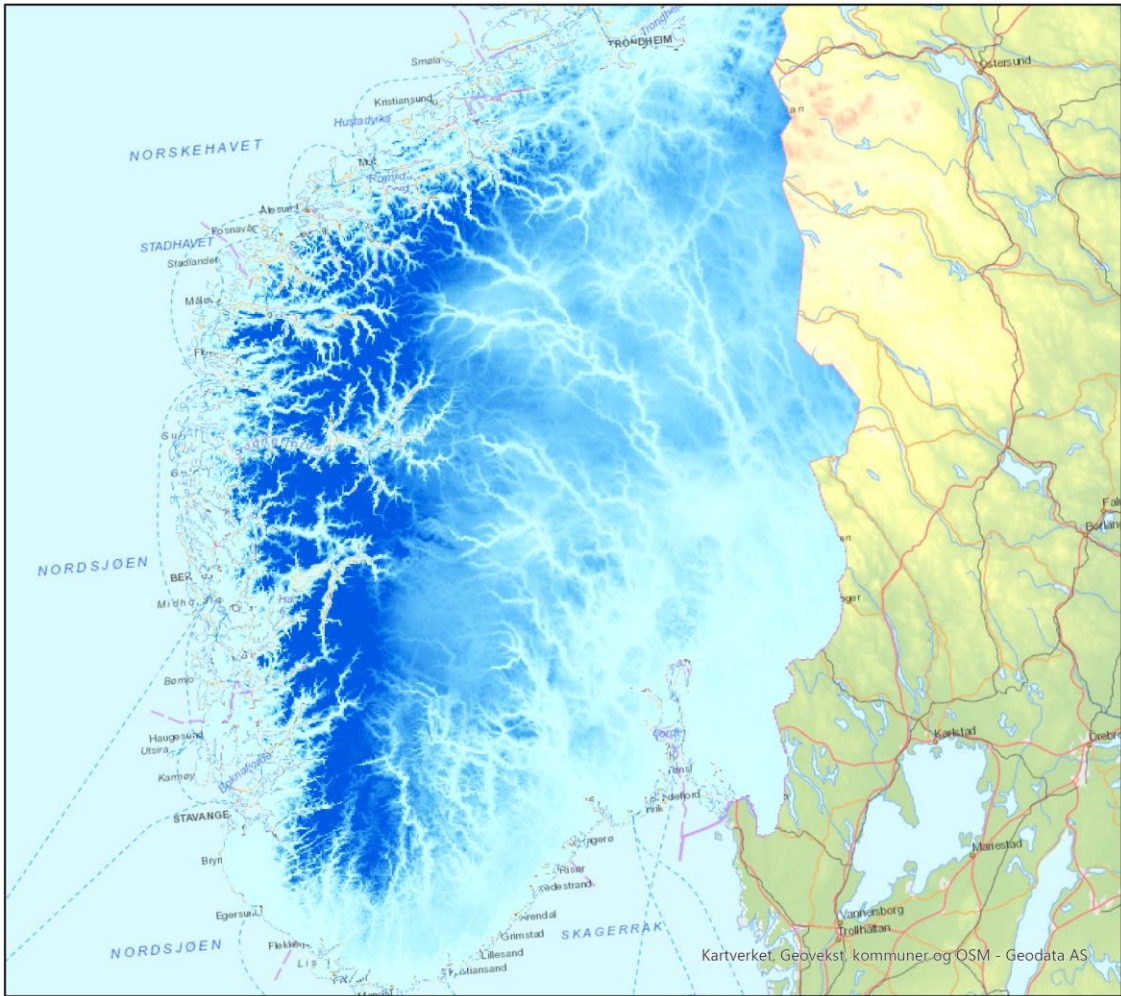
Seksjoner

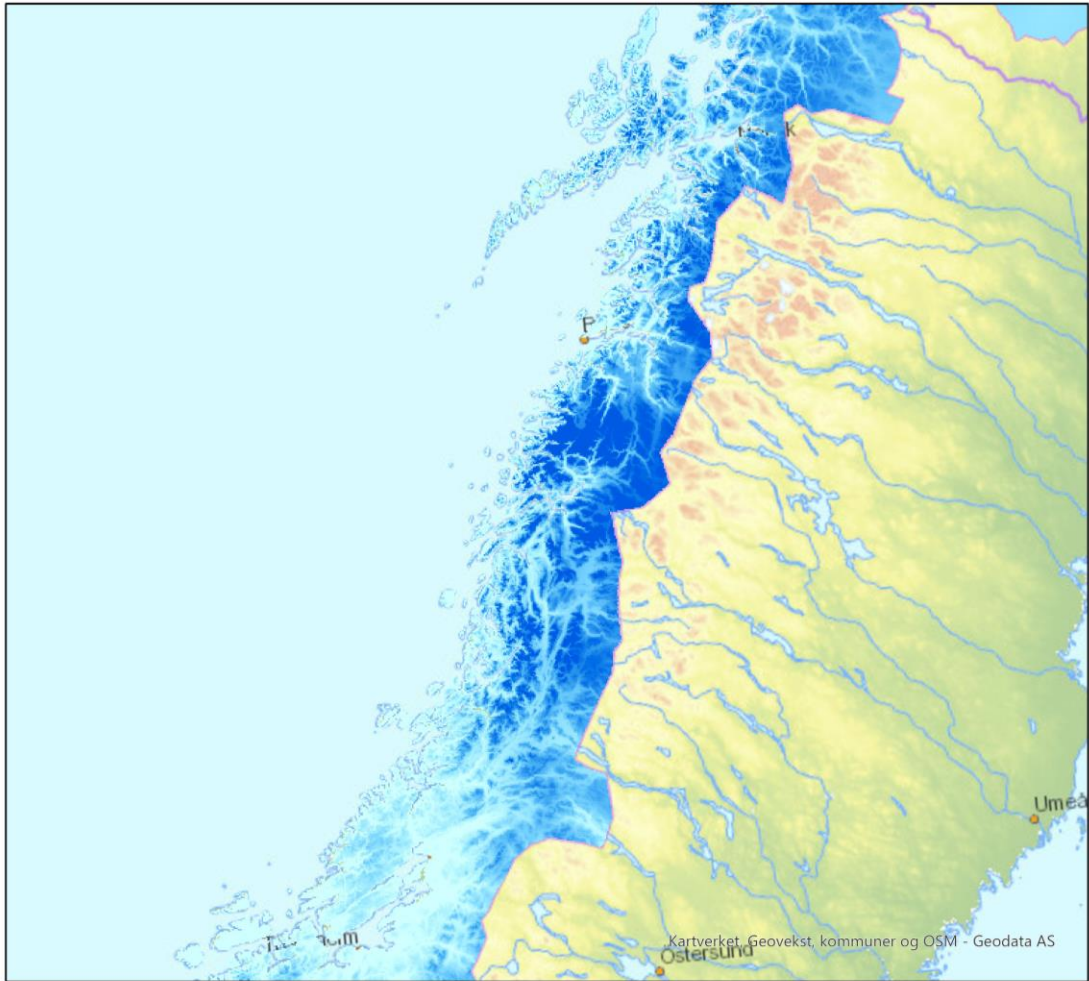
-  C1-Svakt kontinentalt
-  OC-Overgangsseksjon
-  O1-Svakt oceanisk
-  O2-Klart oceanisk
-  O3-Sterkt oceanisk
-  O3t-Vintermild

0 95 190 380 Kilometers



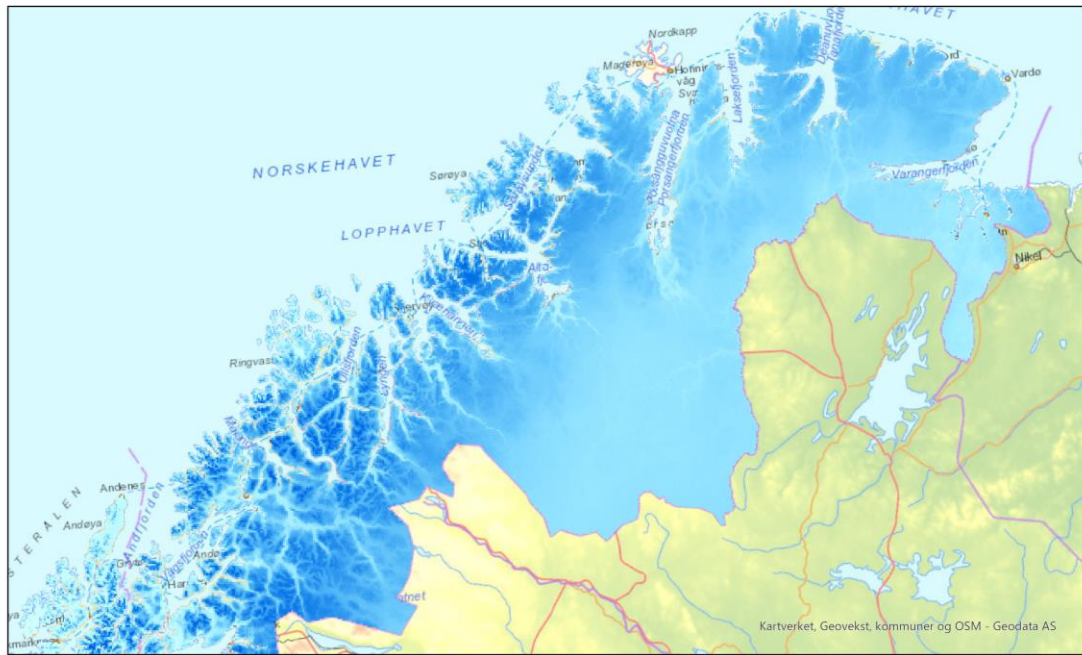




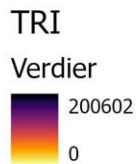
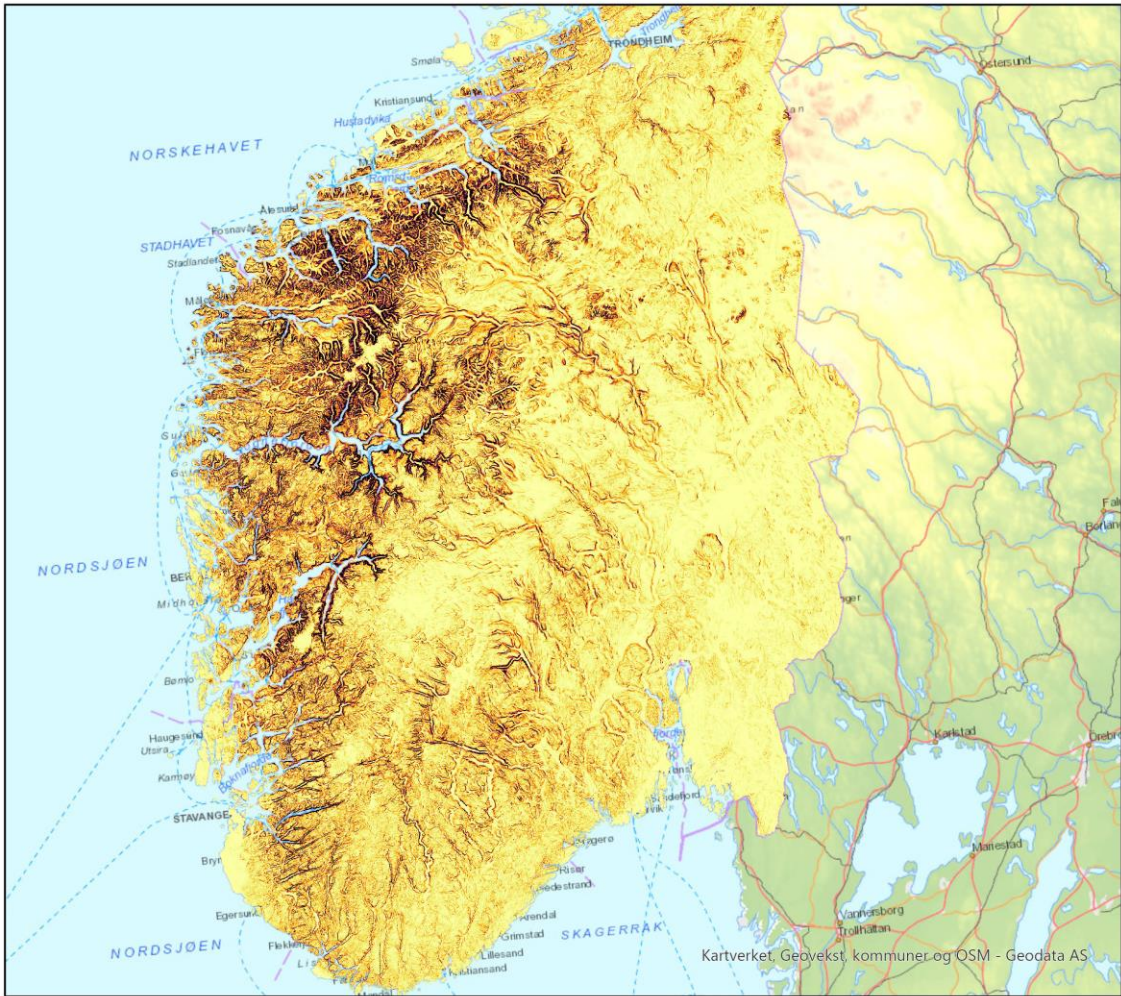


Snø april gj.snitt

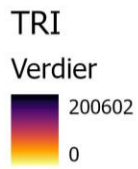
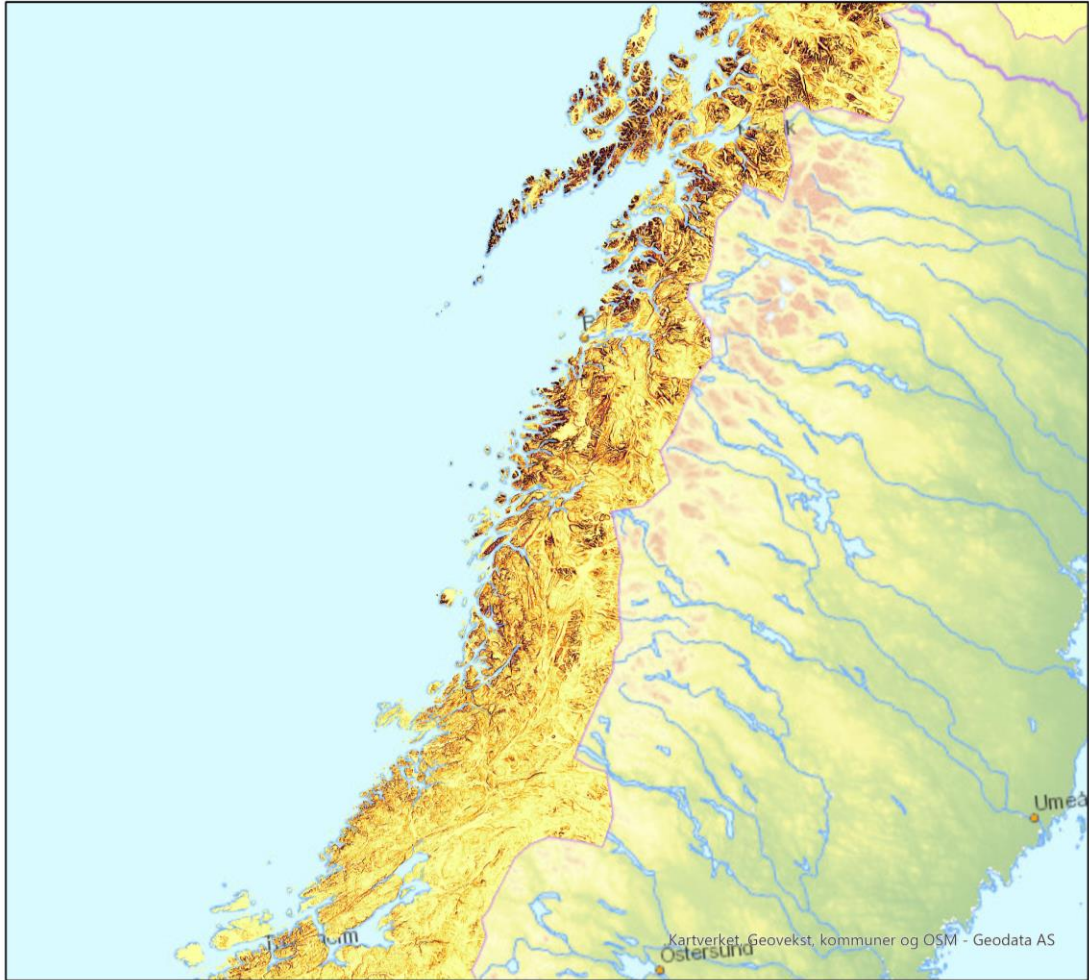








**Terrain Ruggedness Index**



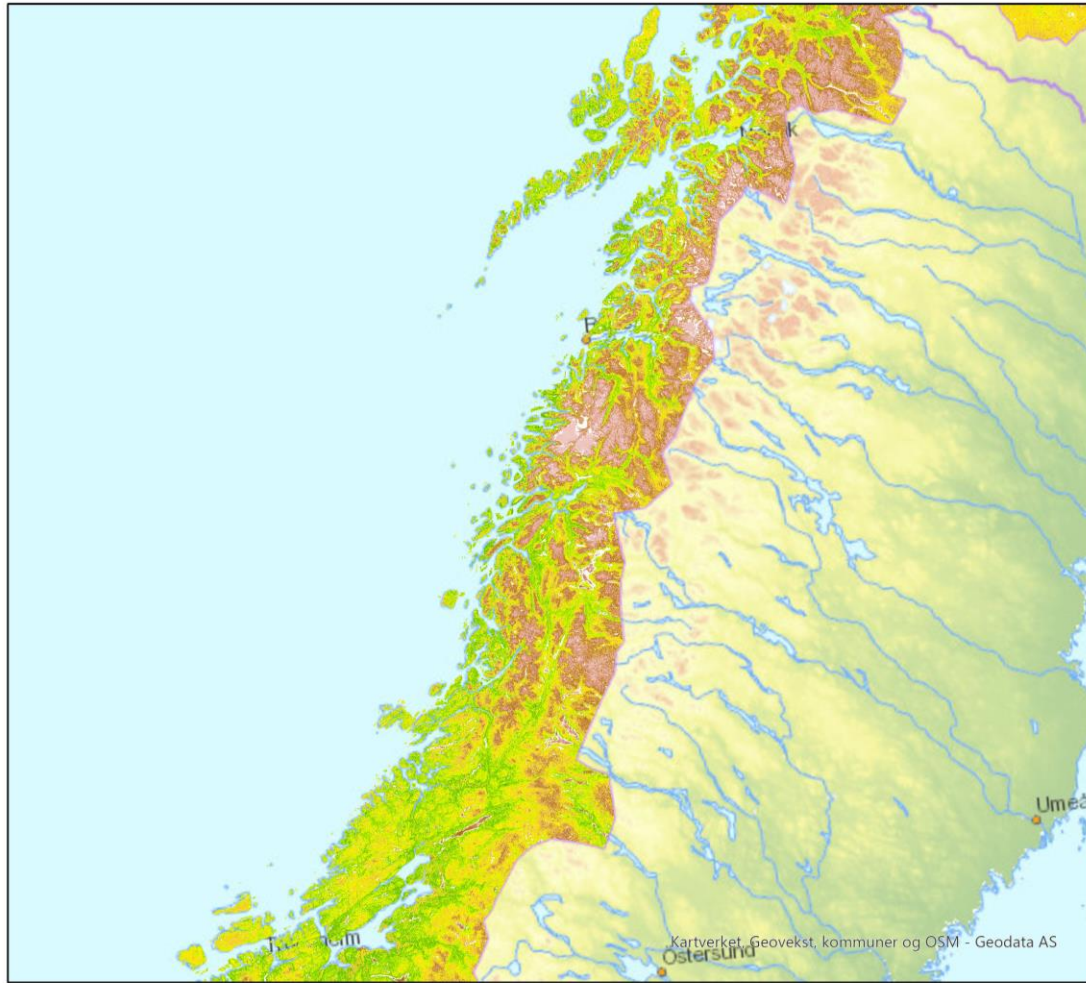
**Terrain Ruggedness Index**





### Terrain Ruggedness Index

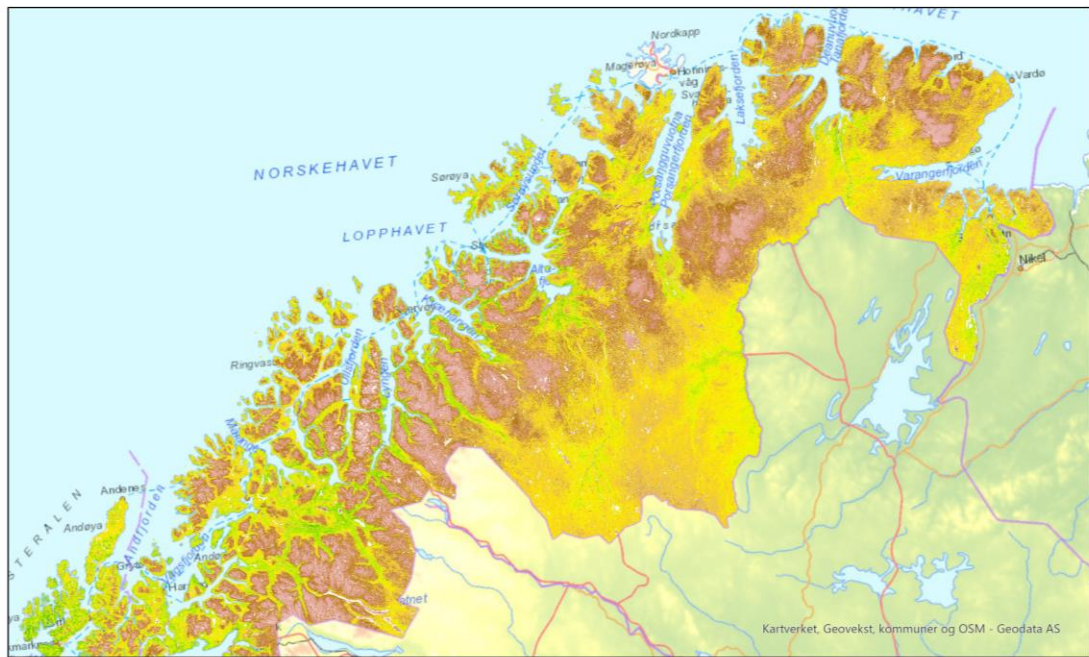




NDVI  
Verdier  
993  
-996

0 95 190 380 Kilometers





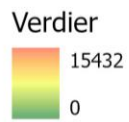
NDVI  
Verdier  
993  
-996







Infrastruktur













*Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.*

*NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.*

*NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.*

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-4963-8

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger