

2417

NINA Rapport

Betydning av tetthet og felling av jerv på tap av sau

Inger Maren Rivrud, Jenny Mattisson, Neri H. Thorsen og John Odden



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.

Betydning av tetthet og felling av jerv på tap av sau

Inger Maren Rivrud
Jenny Mattisson
Neri H. Thorsen
John Odden

Rivrud, I.M., Mattisson, J., Thorsen, N.H. & Odden, J. 2024.
Betydning av tetthet og felling av jerv på tap av sau. NINA Rapport
2417. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, juni 2024

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5225-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Torkild Tveraa

ANSVARLIG SIGNATUR

Ass. Forskningssjef Margarita Novoa-Garrido

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet, Statsforvalteren i Innlandet, Statsforvalteren i
Møre- og Romsdal, Statsforvalteren i Trøndelag

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

M-2693|2024

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Siv Grethe Aarnes

FORSIDEBILDE

Jerv i Nordland © Scandcam, NINA

NØKKEWORD

Norge, jerv, *Gulo gulo*, sau, tap av lam, lisensjakt, skadefelling

KEY WORDS

Norway, wolverine, *Gulo gulo*, domestic sheep, lamb losses, lethal
control, culling

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

Sammendrag

Rivrud, I.M., Mattisson, J., Thorsen, N.H. & Odden, J. 2024. Betydning av tetthet og felling av jerv på tap av sau. NINA Rapport 2417. Norsk institutt for naturforskning.

De siste 40 årene har vi hatt en vedvarende konflikt rundt forvaltningen av jerv, forårsaket av predasjon på sau og tamrein på utmarksbeite. Myndighetene har brukt store ressurser på å redusere predasjon på sau hovedsakelig gjennom bruk av lisensfelling og skadefelling. Det er viktig at effekten av tiltakene forankres i god faglig dokumentasjon på i hvilken grad de fungerer tapsreducerende.

I denne rapporten analyserte vi forholdet mellom jervetetthet og tap av lam i Norge. I tillegg har vi sett på om uttak av jerv påvirker tap av sau i årene etter uttaket. Siden jerv i hovedsak tar lam, analyserte vi effekten av jerv og andre faktorer på tapet av lam i beitelagene. Vi benyttet tall på antall lam sluppet på beite og årlige tap av lam på beitelagsnivå fra Organisert beitebruk mellom 2014-2022. Jervetettheten i de ulike beitelagene ble hentet fra kart produsert av prosjektet RovQuant.

Vi fant at tap av lam i beitelagene økte med økende jervetetthet. Jervetettheten i beitelagene varierte mellom 0-0,64 jerv pr 100 km² i perioden. For hver 0,1 flere jerv pr 100 km² på beitelagsnivå viste modellen en gjennomsnittlig økning i totaltap av lam på 4,3 dyr i løpet av sommeren. Videre økte lammetapet med økt antall jerv felt under skadefelling, der modellen predikerte et gjennomsnittlig økt tap på 2,9 lam per jerv felt under skadefelling i beitelaget. De predikerte tapstallene er gjort for et gjennomsnittlig beitelag i datasettet, der det slippes 1265 lam på beite, og i modellen korrigeres det for antall lam sluppet. Tetthet og skadefelling av jerv forklarte kun en liten del av variasjonen i totaltapene noe som peker på at det er mange andre faktorer som påvirker tap av lam uavhengig av jerv.

Vi undersøkte effekt av uttak av jerv på endring i tapstall for lam mellom år ved å regne ut endringen pr beitelag fra et år (t) til det neste ($t+1$) og fra år t og to år frem ($t+2$). Modellene for endring i tap over både ett og to år viste at lammetapet avtok i beitelaget når jervetettheten ble redusert i perioden, med en predikert reduksjon på 4,5 lam tapt per 0,1 færre jerv pr 100 km² i beitelaget over både ett og to år. Modellene viste også at hiuttak førte til en reduksjon av tapene med en predikert reduksjon i antall lam tapt i beitelagene året etter hiuttak på 27,5 dyr, sammenlignet med beitelag der det ikke var foretatt hiuttak. Vi fant også en fortsatt effekt av hiuttak på tapene etter to år, men kunne ikke skille på effekten mellom de to årene.

Vi har dokumentert at tap av lam i beitelagene økte med økende jervetetthet, og at reduksjon i jervetetthet i beitelagene fører til redusert lammetap. Vi fant økt lammetap ved flere jerver felt under skadefelling, men ingen effekt av lisensfelling eller skadefelling på endring i de lokale totaltapene året etter eller to år etter uttak. Hiuttak av jerv er et kontroversielt virkemiddel. Vi fant her at hiuttak førte til lavere lammetap både ett og to år etter felling. Det var mye variasjon i dataene og stor usikkerhet i estimatene da det er mange andre faktorer som påvirker lammetap, så resultatene må tolkes med varsomhet. Vi fant ingen effekt av antall jerv felt i lisensjakt på lammetap. Det kan nok skyldes at jerv skutt i lisensjakta ikke nødvendigvis blir skutt i beiteområder med store tap og at nye jerver raskt tar over områdene til de skutte jervene. På stor skala vil lisensjakta regulere tettheten av jerv som igjen påvirker lammetapene. Dette studiet viser med all tydelighet at ytterligere kunnskap om mekanismene som styrer tap av sau til jerv vil kreve at vi følger GPS-merkede jerver i ulike beiteområder i Norge for å få gode tall på individuelle drapstakter og hvordan dette varierer. Det er også behov for å få ytterligere kunnskap om andre faktorer som påvirker tap av sau på utmarksbeite i tillegg til de store rovdyrene.

Inger Maren Rivrud, John Odden og Neri H. Thorsen. Norsk institutt for naturforskning, Sognsveien 68, 0855 Oslo. inger.rivrud@nina.no.

Jenny Mattisson. Norsk institutt for naturforskning, Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim. jenny.mattisson@nina.no

Abstract

Rivrud, I.M., Mattisson, J., Thorsen, N.H. & Odden, J. 2024. Importance of wolverine density and culling on sheep losses. NINA Report 2417. Norwegian Institute for Nature Research.

Wolverine predation on sheep has caused large conflicts for the last 40 years. Authorities have invested considerable resources in reducing sheep losses, primarily through licensed hunting and culling. Evaluating the effectiveness of these measures requires robust scientific documentation of their impact on reducing losses.

We investigated the relationship between wolverine density and sheep losses in Norway. We also examined if wolverine culling affected sheep losses in the years following the culling. As wolverines mainly prey on lambs, we analyzed the effect of wolverine and other factors on lamb losses in the grazing units. We used data on the number of lambs released on summer pasture and annual losses of lambs in Norwegian grazing units from 2014-2022. Data on wolverine density in the different grazing units were obtained from maps produced by the RovQuant project.

We found that lamb losses in the grazing units increased with increasing wolverine density. The wolverine density in the grazing units varied between 0-0.64 wolverines per 100 km² over the period. According to the model, an increase in 0.1 wolverines per 100 km² on the grazing unit level resulted in a mean increase in total lamb loss of 4.3 lambs. Furthermore, lamb losses increased with the number of wolverines culled due to damage control, and the model predicted a mean increased loss of 2.9 lambs per wolverine culled per grazing unit. The predicted lamb losses are estimated for an average grazing unit in the dataset, where 1265 lambs are released for grazing, and in the model, we correct for the number of lambs released. Wolverine density and culling explained only a small part of the variation in losses, indicating that many other factors influence lamb losses independently of wolverine-related factors.

We investigated the effect of wolverine removal on changes in lamb loss over time by analyzing the change per grazing unit from one year (t) to the next ($t+1$) and from year t and two years ahead ($t+2$). The models for changes in losses over both one and two years showed that lamb losses decreased in the grazing unit when wolverine density was reduced, with a predicted reduction of 4.5 fewer lambs lost per 0.1 fewer wolverines per 100 km² in a grazing unit. The models also showed an effect of den culling, with a predicted reduction on lamb losses of 27.5 lambs the year after culling. The effect was also present two years after culling, but we could not separate the effects of first and second year.

We have documented that the loss of lambs in grazing areas increased with higher wolverine densities, and that reducing wolverine densities in these areas led to decreased lamb losses. Lamb losses increased with increased number of wolverines culled due to damage control, but we found no effect of the number of wolverines culled in licensed hunting or damage control on changes in local total losses the following year or two years after culling. Culling wolverines in their dens is a controversial method. Our findings showed that this method led to lower lamb losses both one and two years after the culling. However, there was a lot of variation in the data and large uncertainty estimates as many other factors may also affect lamb losses, so the results should be interpreted with caution. This study clearly shows that further understanding of the mechanisms behind lamb losses due to wolverine activity requires tracking of GPS-marked wolverines in different grazing areas in Norway to get accurate data on individual kill rates and how these vary.

Inger Maren Rivrud, John Odden and Neri H. Thorsen. The Norwegian Institute for Nature Research, Sognsveien 68, 0855 Oslo, Norway. inger.rivrud@nina.no.

Jenny Mattisson. The Norwegian Institute for Nature Research, Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim, Norway. jenny.mattisson@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Metode	8
2.1 Datagrunnlag.....	8
2.1.1 Tapstall for sau og lam.....	8
2.1.2 Jervetetthet.....	10
2.1.3 Døde jerver.....	11
2.1.4 Øvrige variabler.....	11
2.2 Analyser.....	11
2.2.1 Årlig tap av lam.....	11
2.2.2 Endring i tapstall for lam mellom år.....	12
3 Resultater	13
3.1 Årlig tap av lam.....	13
3.2 Endring i tapstall for lam mellom år.....	14
3.2.1 Endring i tap over ett år.....	14
3.2.2 Endring i tap over to år.....	15
4 Diskusjon	18
5 Referanser	19
6 Vedlegg	21
6.1 Modeller for samlet tap av sau og lam.....	21
6.2 Figurer for øvrige variabler som påvirket lammetap.....	23
6.2.1 Årlig tap av lam.....	23
6.2.2 Endring i tap over ett år.....	26
6.2.3 Endring i tap over to år.....	27

Forord

Vi fikk i 2023 midler fra Miljødirektoratet, Statsforvalteren i Innlandet, Statsforvalteren i Møre- og Romsdal og Statsforvalteren i Trøndelag til å undersøke hvordan tetthet og uttak av jerv påvirker lammetap. Takk til NIBIO som ga oss tilgang til data fra Organisert beitebruk. Stor takk også til Torkild Tveraa som kvalitetssikret rapporten.

05.06.2024
Inger Maren Rivrud

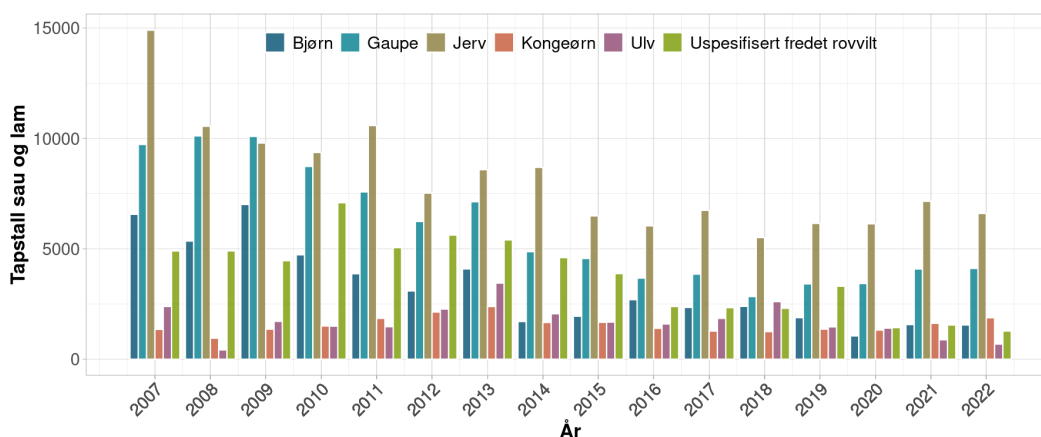
1 Innledning

Vi har i Norge hatt en vedvarende konflikt knyttet til forvaltningen av jerv fordi jerv tar sau og tamrein på utmarksbeite (**Figur 1**) (Landa et al. 2000, Linnell et al. 2016). Dyreeiere har rett til erstatning i tilfeller hvor fredet rovvilt som gaupe, jerv, bjørn, ulv eller kongeørn dreper husdyr, og siden 2007 har 137 970 sau og lam blitt erstattet som drept av jerv (rovbase.no). Myndighetene har brukt store ressurser på å redusere predasjon på sau gjennom bruk av felling (lisensfelling og skadefelling) og sonering. I tillegg gjennomføres det i noen tilfeller tidlig nedsanking og andre mindre omfattende forebyggende tiltak (Hansen et al. 2020). Til sammen er 1877 jerver tatt ut i lisensjakt, skadefelling og ekstraordinære uttak siden 2000 (rovbase.no). Enkelte former for skadefelling, som fjerning av hunddyr og valper i hi om våren (hiuttak), anses av mange for å være et etisk kontroversielt virkemiddel (Krange & Skogen 2015). Det er viktig at effekten av disse tiltakene forankres i god faglig dokumentasjon på i hvilken grad de fungerer tapsreduserende.

Tidligere studier på effekten av uttak av jerv på sauetapene har vist at fjerning av jerveindivider, inkludert hiuttak, kan føre til kortvarig reduksjon av tap (Landa et al. 2002a, Landa et al. 1999, May et al. 2008). Den langsiktige lokale effekten av felling syntes å være mindre. For andre rovvilddyrarter er det funnet at reduksjon i tap av husdyr på stor skala vil være avhengig av at felling fører til en bestandsreduksjon (Herfindal et al. 2005).

Jervens predasjon på tamrein er grundig studert i Midt- og Nord-Norge, samt i Nord-Sverige (Landa et al. 2001, Landa et al. 2002b, Mattisson et al. 2015, Mattisson et al. 2016, Odden et al. 2018, Tveraa et al. 2014). Jervens predasjon på sau er derimot studert i mindre grad (Mattisson et al. 2015). Det finnes ingen studier som har beregnet individuelle drapsrater for jerv på sau, slik som har blitt gjort for tamrein. Flere studier har undersøkt faktorer som påvirker tap av sau til jerv i Sør-Norge (Landa et al. 1999, May et al. 2008, van Dijk et al. 2008, Warren et al. 1998) og det finnes andre storskalastudier av faktorer som påvirker dødelighet hos sau nasjonalt (Mabille et al. 2015).

I 2019 leverte RovQuant-prosjektet (Bischof et al. 2019) for første gang tetthetskart for blant annet jerv over hele Skandinavia. Disse tetthetskartene er basert på en romlig fangst-gjenfangstmodell som oppdateres årlig, og gir oss informasjon om den romlige variasjonen i jervetetthet (Milleret et al. 2023). Tetthetskartene gir oss muligheten til å bedre forstå jervens betydning for tap av sau, samt muligheten til å undersøke dette over hele Norge og ikke bare ett enkelt fjellområde (jmfør Landa m. fl. 1999). I denne rapporten analyserer vi forholdet mellom jervetetthet og tap av sau i Norge, med hovedfokus på tap av lam, da jerven i mindre grad tar voksen sau (Mabille et al. 2015). I tillegg ser vi på hvordan uttak av jerv påvirker lammemetapet.



Figur 1. Antall sau og lam erstattet som tapt til de ulike fredede rovviltartene fra 2007-2022. Tallene er hentet fra Rovbase.

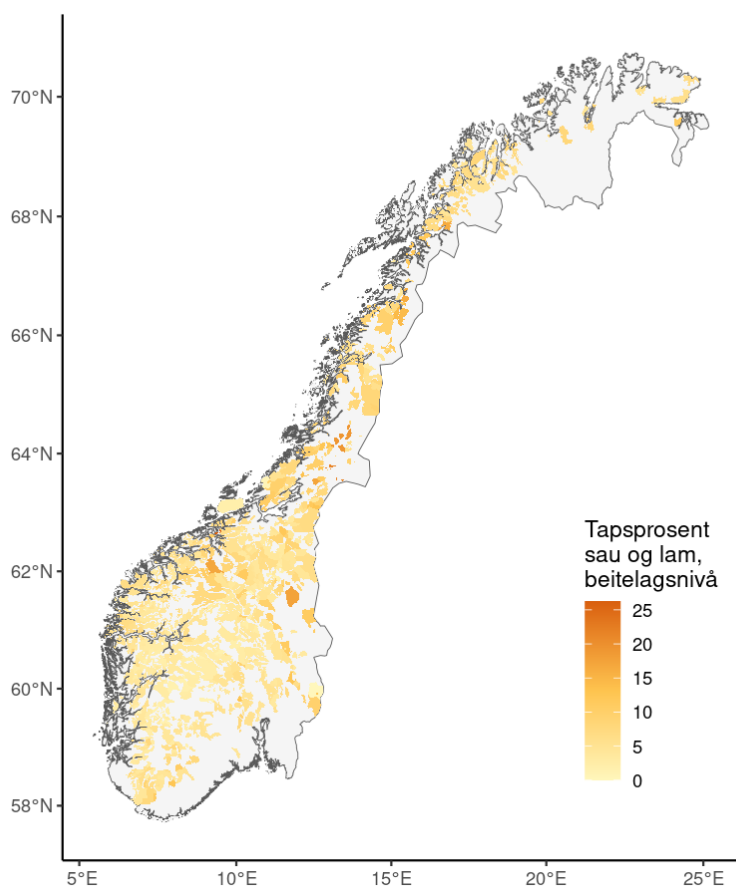
2 Metode

2.1 Datagrunnlag

2.1.1 Tapstall for sau og lam

Innrapporterte antall sau og lam sluppet på beite og årlige tap av sau og lam på beitelagsnivå ble levert av Organisert beitebruk/Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) i perioden 2014-2022 (**Figur 2, Tabell 1**). Dette datasettet omfatter ca. 73 % av all sau som slippes i utmarka i Norge.

Datasettet inneholdt tapstall på alle beitedyr fra 851 beitelag i 256 kommuner. Vi fjernet beitelag der vi manglet kartfiler over beitelagene og derfor ikke kunne hente ut informasjon om alle forklaringsvariablene (11 beitelag). Siden vi ønsket å analysere effekten av jervetetthet på tap av sau og lam, fjernet vi alle beitelag som hadde 0 i jervetetthet alle registrerte år i tidsserien (87 beitelag). Vi fjernet også 159 «beitelagsår» fra 36 beitelag der det ikke var sluppet sau og lam, og for analyser av kun lammetap fjernet vi ytterligere 12 beitelagsår fra 6 beitelag der det ikke var sluppet lam (kun voksen sau).



Figur 2. Kart som viser tapsprosent for sau og lam pr. beitelag i perioden 2014-2022 for beitelag benyttet i analysene (se **Tabell 1**). Data fra Organisert beitebruk/Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO).

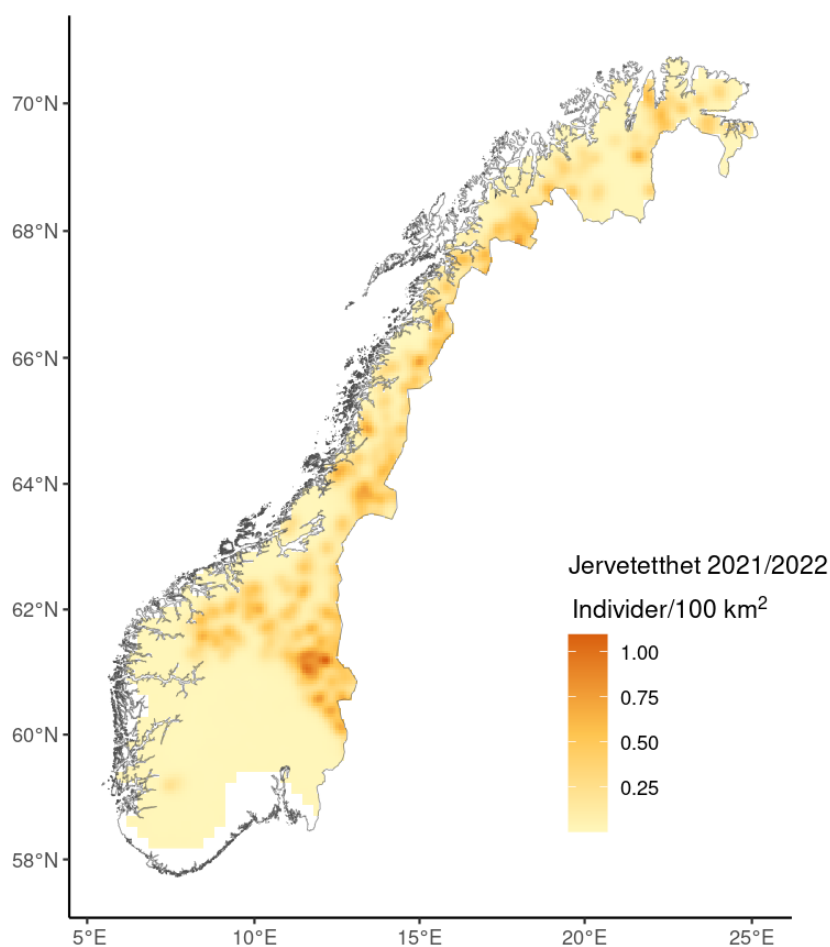
Tabell 1. Tallgrunnlag benyttet i analyser av tap av sau og lam på beitelagsnivå, etter fjerning av beitelag med 0 i jervetetthet alle år og beitelag med 0 registrerte sau og lam sluppet på beite.

År	Antall kommuner	Antall beitelag	Sau sluppet	Sau tapt	Tap sau	Lam sluppet	Lam tapt	Tap lam	Lisens-felling jerv	Skade-felling jerv	Hiuttak antall	Hiuttak voksne	Hiuttak individer
2014	212	642	475 329	14 307	3.01 %	799 453	54 347	6.80 %	11	5	6	3	17
2015	211	639	486 537	13 061	2.68 %	820 170	52 083	6.35 %	20	6	8	4	22
2016	213	643	513 539	14 264	2.78 %	865 405	53 565	6.19 %	19	9	3	2	7
2017	214	650	522 621	15 396	2.95 %	868 827	59 010	6.79 %	31	8	4	2	11
2018	209	643	508 736	16 477	3.24 %	842 671	54 088	6.42 %	16	5	0	0	0
2019	208	641	471 820	14 110	2.99 %	802 708	52 109	6.49 %	21	12	5	3	12
2020	210	645	472 460	13 209	2.80 %	787 166	45 716	5.81 %	27	8	4	0	9
2021	204	636	461 699	13 833	3.00 %	771 156	50 717	6.58 %	23	3	3	2	8
2022	204	645	456 592	13 892	3.04 %	760 838	50 468	6.63 %	36	6	3	3	10

2.1.2 Jervetetthet

Beregnet jervetetthet ble hentet fra kartlag (**Figur 3**) produsert av prosjektet RovQuant¹, med årlige rasterlag mellom 2013/14-2021/22 (Milleret et al. 2023). Rasterkartene har en oppløsning på 5 x 5 km, og angir jervetettheten som antall individer pr 100 km². Tetthetskartene er basert på en Bayesisk åpen romlig fangst-gjenfangst populasjonsmodell der innsamling av DNA fra ekskrementer, hår og urin, og data på døde individer ble benyttet som datagrunnlag.

Årlig gjennomsnittlig jervetetthet ble hentet ut innenfor beitelagsgrenser. Siden tetthetskartene for jerv representerer tettheten av jerv fra 1. desember til 1. juni og sauetapene skjer fra slipp i utmark på vår/tidlig sommer til de sankes tidlig høst, lot vi gjennomsnittet av kartene som overlapper med inneværende år for tap representere jervetetthet for tap av sau og lam dette året. Det vil si at for tapstall sommeren 2014 brukes gjennomsnitt av jervetettheten hentet fra kartet for år 2013/2014 og 2014/2015, osv.



Figur 3. Illustrasjonskart over Norge med estimert jervetetthet for vinteren 2021/2022. Kartet viser antall individer per 100 km², med en oppløsning på 5x5 km. Kartlagene er produsert av RovQuant¹.

¹ <https://www.nmbu.no/en/research/projects/rovquant>

2.1.3 Døde jerver

Data på døde jerver i studieperioden ble hentet fra Rovbase (www.rovbase.no). Dette innebefattet jerv felt under lisensfelling og skadefelling inkludert hiuttak med tilhørende alder og kjønn på individene. Årlig antall jerv felt i de ulike kategoriene ble koblet til beitelag ved hjelp av romlige koordinater for fellingssted. For hiuttak skilte vi også på antall hiuttak der tisper var tatt ut og antallet der kun valpene var tatt ut.

For å relatere antallet felte jerver til tapstall for sau og lam riktig år, ble fellingstall for jerv felt under lisensjakt justert slik at dyr felt etter sauesanking (september til desember) i år t var tellende for tapstall av sau og lam i år $t+1$. For skadefelling og hiuttak var samtlige jerv tatt ut før august, og telte inn under inneværende år for tapstall av sau og lam.

2.1.4 Øvrige variabler

Siden tapstall for sau og lam også kan avhenge av terreng og miljø, inkluderte vi en indeks for ulendt terreng i modellene for å korrigere for terrengforhold. Indeks for ulendt terreng (tri; «terrain ruggedness index») regnes ut basert på en digital høydemodell i rasterformat, og benytter høydegradienten i omkringliggende rasterceller til å regne ut hvor ulendt terrenget er i området. Vi benyttet en digital høydemodell levert av GeoNorge (<https://www.geonorge.no/>) med oppløsning 50x50 m og R-pakken «spatialEco» (Evans & Murphy 2021) til å regne ut gjennomsnittlig indeks for ulendt terreng i beitelagene. Høyere tall betyr mer variert og ulendt terreng.

Vi hentet ut informasjon om reinbeiteområder i beitelaget for å undersøke om tilstedeværelse av reindrifft kunne påvirke tap av sau og lam til jerv i form av at tilgjengeligheten på andre byttedyr øker når rein er til stede. Tidligere studier i reinbeiteområder indikerer at jerv foretrekker rein framfor lam (Mattisson et al. 2016). Kartlag som viste sommerbeite for rein var levert av NIBIO (<https://kilden.nibio.no/>).

For å kontrollere for tap av sau og lam til annet rovvilt, hentet vi ut antall sau og lam dokumentert tapt til bjørn, ulv, gaupe og kongeørn på beitelagsnivå fra Rovbase.

2.2 Analyser

Rådata og tidligere arbeider viser en tydelig overvekt av lam dokumentert som tapt til jerv, og i mindre grad voksen sau (89,4%, Mabile et al. 2015). I hovedanalysene av tap fokuserte vi derfor på tap av kun lam. Vi har også kjørt tilsvarende analyser for samlet tap av både sau og lam, og resultater fra disse analysene finnes i **Vedlegg 6.1**.

2.2.1 Årlig tap av lam

For analyser av lammetap fjernet vi ni ekstremverdier der det ble sluppet over 15 000 lam, og to ekstremverdier med tap over 1000 lam, da disse hadde stor avstand fra øvrige data og ville ha uforholdsmessig mye påvirkning på analysene våre. Dette resulterte i et datasett på totalt 5810 beitelagsår fordelt på 725 beitelag fra 223 kommuner i perioden 2014-2022 (**Tabell 1**). De fleste beitelagene hadde ikke fulle tidsserier i perioden.

Dataene for totalt årlig tap av lam fulgte en negativ binomisk fordeling. Vi benyttet derfor regresjonsmodeller tilpasset denne fordelingen for å analysere effekt av jerv og andre faktorer på totaltap av lam. Modellene ble tilpasset ved bruk av pakken «glmmTMB» (Brooks et al. 2017) i den statistiske programvaren «R» versjon 4.4.0 (R Core Team, 2024).

Responsvariabelen i modellen var summen av antallet lam tapt på beite pr år pr beitelag. Modeller med kun år, kun beitelag eller både år og beitelag som tilfeldige variabler ble undersøkt for å korrigere for effekter av år og romlige effekter, og for ubalanse i data.

Forklaringsvariabler var (alle pr beitelag) antall lam sluppet på beite (log-transformert på grunn av dataenes fordeling mot en høyreskjev fordeling), gjennomsnittlig tetthet av jerv (antall individer/100 km²), hiuttak av voksne jerv (binomisk [hiuttak/ikke hiuttak]; det var aldri mer enn ett hiuttak av voksne i beitelaget pr år i vårt datasett), antall jerv felt på lisensjakt, antall jerv felt på skadefelling, indeks for ulendt terreng, sommerbeite for rein i beitelaget (binomisk [ja/nei]) og antall lam dokumentert tapt til bjørn, ulv, gaupe og kongeørn, som fire separate forklaringsvariabler. Samtlige kontinuerlige forklaringsvariabler ble sentrert rundt null ved å trekke fra gjennomsnittet og dele på standardavviket for variabelen. Vi undersøkte også om det var korrelasjoner mellom forklaringsvariablene, og ikke-lineære mønstre mellom forklaring- og responsvariabel ved å tilpasse generaliserte additive modeller i R-pakken «mgcv» (Wood 2011). Vi fant ingen sterke korrelasjoner mellom forklaringsvariablene før modelltilpassing. Antall lam sluppet på beite viste ikke-lineære tendenser, og ble derfor tilpasset som annengradspolynom i de fulle modellene før modellseleksjon.

Full modell før modellseleksjon ble undersøkt for store avvik i residualene. Vi fjernet 26 punkter på grunn av store avvik i residualene (0,4 % av dataene). Den endelige modellen var derfor basert på 5784 punkter (beitelagsår) for 725 beitelag fra 223 kommuner over 9 år. Vi utførte baklengs modellseleksjon fra en full modell med alle forklaringsvariablene inkludert som nevnt over, ved hjelp av likelihood-ratio-tester. Den modellen som forklarte mest av variasjonen med færrest forklaringsvariabler ble beholdt (den mest nøkterne modellen).

2.2.2 Endring i tapstall for lam mellom år

For å undersøke effekt av jerv på endring i tapstall for lam regnet vi ut endringen i lammetap pr beitelag fra et år (t) til det neste ($t+1$) og fra år t og to år frem ($t+2$). Det ble kun regnet ut endring om årene t og $t+1$ eller t og $t+2$ var representert i tidsserien innen beitelag, ikke ved manglende år i tidsserien (dvs., manglende år telte ikke som tap=0).

Vi fjernet seks ekstremverdier der antall lam sluppet > 2000 eller < -2000 for endring fra år t til $t+1$. For endring fra år t til $t+2$ fjernet vi én ekstremverdi med endring i tap < -400 og fire ekstremverdier der endringen i antall lam sluppet var > 3000 eller < -3000 . Endelig datasett inneholdt 5016 punkter med endringstall for 690 beitelag fra 221 kommuner over 8 år (fra år t til $t+1$) og 4358 punkter med endringstall for 678 beitelag fra 221 kommuner over 7 år (fra år t til $t+2$).

Endring i tapstall fulgte normalfordeling, og vi tilpasset derfor lineære miksede regresjonsmodeller for normalfordelte data i R-pakken «lme4» (Bates et al. 2015). Det ble tilpasset separate modeller for tap fra år t til $t+1$ og fra år t til $t+2$. År, beitelag og kombinasjonen av år og beitelag ble undersøkt som kandidater for tilfeldige variabler. Forklaringsvariablene som ble tilpasset i modellen bestod av endring i antall lam sluppet og endring i jervetetthet i samme periode, hiuttak av voksne individer (binomisk for år t til $t+1$, og binomisk eller kategorisk for år t til $t+2$ [kategoriene hiuttak første år, andre år eller ingen hiuttak. Ingen beitelag hadde hiuttak av voksne individer begge år.]), antall jerv felt på lisensjakt og skadefelling og endring i antallet lam dokumentert tapt til bjørn, ulv, gaupe og kongeørn samlet i beitelaget (tap til annet rovvilt). Før tilpassing av modellene undersøkte vi korrelasjoner mellom forklaringsvariablene og ikke-lineære mønstre mellom respons- og forklaringsvariabel. Kandidatvariablene viste ingen tegn på sterk korrelasjon hverken i datagrunnlaget for endring i tapstall fra år t til $t+1$ eller fra år t til $t+2$. Vi fant ingen tegn på ikke-linearitet blant variablene. De kontinuerlige forklaringsvariablene, ble sentrert rundt null ved å trekke fra gjennomsnittet og dele på standardavviket for variabelen. Full modell før modellseleksjon ble undersøkt for ekstremverdier i residualene (ingen ekstremverdier ble identifisert) før modellen gjennomgikk baklengs modellseleksjon som i modeller for totaltap for lam.

3 Resultater

3.1 Årlig tap av lam

Det ble årlig sluppet i gjennomsnitt 1265 lam på beite i beitelagene (median = 840 lam, standardavvik = 1489 lam og variasjonsbredde (minimum-maksimum) fra 3 til 14032 lam) i datasettet vi benyttet. Gjennomsnittlig årlig lammetap i beitelagene var 82 lam, med en variasjonsbredde mellom 0 og 927 lam (median = 46 lam og standardavvik = 99 lam). Den gjennomsnittlige årlige tapsprosenten for lam i beitelagene var 6.6 % (median = 5.6 %, standardavvik = 4.6 % og variasjonsbredde mellom 0-57.3 %). Jervetettheten i beitelagene varierte mellom 0-0,64 jerv pr 100km² i perioden, med et gjennomsnitt på 0,08 jerv per 100 km² (median = 0,02 jerv, standardavvik = 0,11 jerv). Alle prediksjoner i dette avsnittet er gjort for et gjennomsnittlig beitelag, det vil si et beitelag med gjennomsnittlig antall lam sluppet.

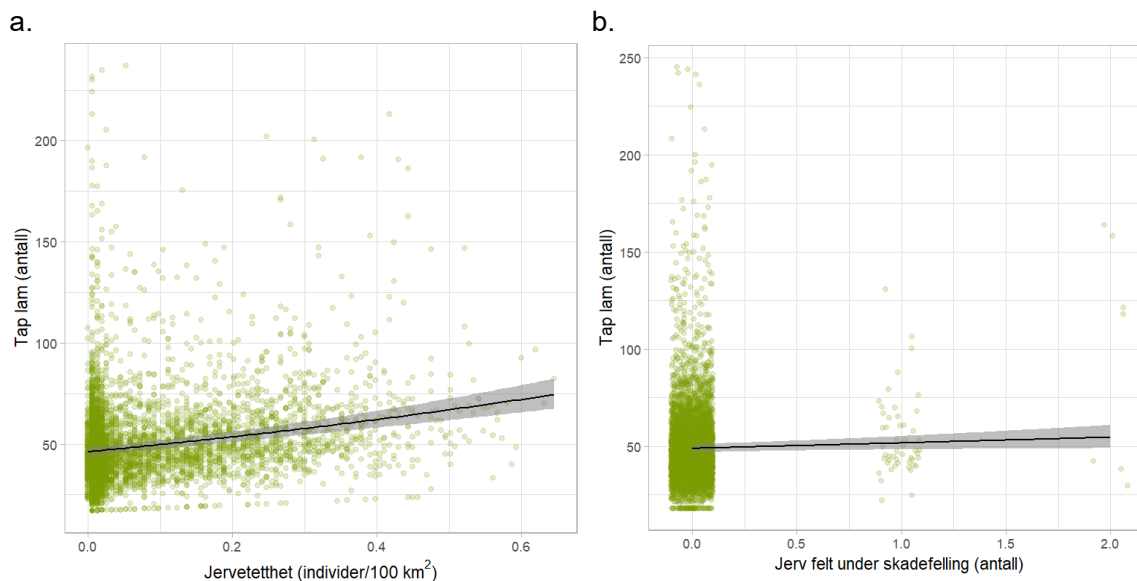
Den endelige modellen for tapstall for lam inneholdt forklaringsvariablene jervetetthet, antall jerv felt under skadefelling, antall lam sluppet på beite, antall lam dokumentert tapt til bjørn, ulv, gaupe og kongeørn, sommerbeite for rein i beitelaget, indeks for ulendt terreng, samt tilfeldige effekter for år og beitelag. Modellens faste variabler forklarte 76,0 % av variasjonen i dataene, og når tilfeldige variabler ble inkludert i beregningen forklarte modellen 90,3 % av variasjonen. Det var i hovedsak forklaringsvariabelen antall lam sluppet på beite som var årsaken til den høye andelen forklart variasjon.

Antall lam tapt økte med økende jervetetthet og antall jerv felt under skadefelling (**Tabell 2, Figur 4**). For jervetetthet predikerte modellen en gjennomsnittlig økning i totaltap av lam på 4,3 dyr for hver 0,1 jerv pr 100 km² økning på beitelagsnivå (**Tabell 2, Figur 4a**). For skadefelling av jerv predikerte modellen et gjennomsnittlig økt tap på 2,9 lam per jerv felt under skadefelling i beitelaget (**Tabell 2, Figur 4b**). Økt dokumentert tap av lam til andre rovdyrarter viste for samtlige arter en sammenheng med økt totaltap av lam (**Tabell 2; Vedlegg 6.2, Figur S1**). Modellen viste også høyere tap i beitelag der det var sommerbeite for rein, høyere tap i beitelag med mer ulendt terreng, og tapstallene økte med økende antall lam sluppet på beite (**Tabell 2; Vedlegg 6.2, Figur S2-S4**).

Tabell 2. Parameterestimer for endelig modell som undersøker ulike effekter på årlig tapstall av lam på beitelagsnivå. Modellen er en negativ binomisk regresjonsmodell med år og beitelag som tilfeldige effekter, med standardavvik på hhv 0,05 og 0,42. Samtlige kontinuerlige variabler er skalert (sentrert rundt 0, se **avsnitt 2.2**), og antall lam sluppet på beite er i tillegg log-transformert. N=5784.

Variabel	Estimat	Standardfeil	z-verdi	P-verdi
Skjæringspunkt	3,842	0,024	162,270	<0,001
Lam sluppet	0,950	0,016	61,260	<0,001
Jervetetthet	0,082	0,009	9,270	<0,001
Jerv skadefelling	0,006	0,003	2,180	0,029
Dokumentert tap til bjørn	0,016	0,003	5,970	<0,001
Dokumentert tap til ulv	0,030	0,002	12,240	<0,001
Dokumentert tap til gaupe	0,017	0,003	5,890	<0,001
Dokumentert tap til kongeørn	0,010	0,003	3,510	<0,001
Reinbeite: nei vs ja	0,324	0,048	6,780	<0,001
Indeks for ulendt terreng	0,041	0,017	2,380	0,017

Modellen som undersøkte samlet tap av sau og lam på beitelagsnivå viste tilsvarende resultater som for kun lammetap (**Vedlegg 6.1, Tabell S1**).



Figur 4. Predikerte verdier for årlige tapstall for lam pr beitelag som funksjon av a. jervetetthet, og b. antall jerv felt under skadefelling i beitelaget. Verdiene er basert på en negativ binomisk regresjonsmodell med tilfeldige effekter. Øvrige forklaringsvariabler i modellen er holdt på gjennomsnitt. Det skraverte området representerer 95% konfidensintervall for predikerte verdier, og grønne punkter er residualer.

3.2 Endring i tapstall for lam mellom år

3.2.1 Endring i tap over ett år

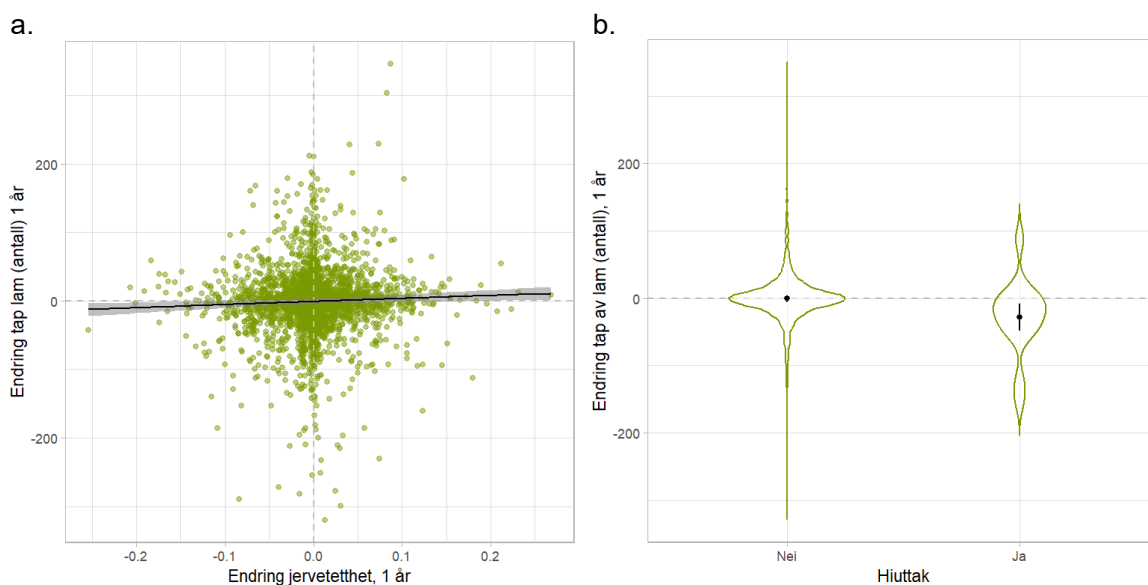
For et gjennomsnittlig beitelag var det en endring i 10 færre lam sluppet fra ett år til det neste, med en variasjonsbredde (minimum-maksimum) mellom 1977 færre lam sluppet og 1557 flere lam sluppet (fra -1977 til 1577 lam, median = -2 lam, standardavvik = 167 lam). Gjennomsnittlig endring i lammetap i et beitelag fra ett år til det neste var -1 lam (tap redusert med ett lam), med en variasjonsbredde mellom 356 færre lam tapt og 353 flere lam tapt (fra -356 til 353 lam, median = 0 lam, standardavvik = 41 lam). Alle prediksjoner i dette avsnittet er gjort for et gjennomsnittlig beitelag, det vil si et beitelag med gjennomsnittlig endring i antall lam sluppet fra ett år til det neste.

Den endelige modellen for endring i tapstall for lam på beitelagsnivå fra år t til $t+1$ etter modells-eleksjon inneholdt variablene endring i jervetetthet og endring i antall lam sluppet på beite i samme periode, hiuttak (ja/nei), endring i antall lam dokumentert tapt til annet rovvilt, samt tilfeldig effekt for år (**Tabell 3**). Modellens faste effekter forklarte 14,8 % av variasjonen i dataene, og inkludert tilfeldige effekter forklarte den 17,3 %.

Modellen viste at lammetapet var redusert påfølgende år om også jervetettheten var redusert i samme periode (**Tabell 3, Figur 5a**). For hver endring i beitelaget på 0,1 færre jerv per 100 km² i perioden år t til $t+1$, predikerte modellen et redusert lammetap på 4,5 dyr i samme periode. Det var en effekt av hiuttak. Lammetapet i beitelag hvor det hadde vært hiuttak av voksen jerv i perioden år t til $t+1$, var mer redusert enn i beitelag hvor det ikke hadde vært hiuttak i perioden (**Tabell 3, Figur 5b**). Den predikerte reduksjonen i antall lam tapt i beitelag med hiuttak var på 27,5 dyr. Videre viste modellen en økning i antall lam tapt i perioden i beitelag der også endring i antall lam dokumentert tapt til annet rovvilt økte, og til slutt en økning i tap av lam med en økning i antall lam sluppet på beite (**Tabell 3; Vedlegg 6.2, Figur S5-S6**).

Tabell 3. Parameterestimater for endelig modell som undersøker effekter på endring i årlig tapstall av lam på beitelagsnivå fra år t til $t+1$. Modellen er en lineær regresjonsmodell med år som tilfeldig effekt, med standardavvik = 6,50. Forklaringsvariablene er skalert (sentrert rundt 0). $N=5016$.

Variabel	Estimat	Standardfeil	t-verdi	P-verdi
Skjæringspunkt	-0,844	2,354	-0,359	0,730
Endring i antall lam sluppet	14,644	0,631	23,226	<0,001
Endring i jervetetthet	1,543	0,545	2,834	0,005
Hiuttak (ref: nei)	-27,492	9,793	-2,807	0,005
Endring i lam dok. tapt til annet rovvilt	10,188	0,561	18,160	<0,001



Figur 5. Predikerte verdier for endring i tapstall for lam per beitelag fra år t til $t+1$ som funksjon av a. endring i jervetetthet i samme periode og b. om det har vært hiuttak av voksen jerv samme periode, basert på en lineær regresjonsmodell med tilfeldige effekter. Øvrige variabler i modellen er holdt på gjennomsnitt. Det skraverte området i a. og de sorte linjene i b. representerer 95% konfidensintervall for predikerte verdier, og grønne linjer/punkter viser fordelingen av residualene.

Modellen som undersøkte endring i samlet tap av sau og lam på beitelagsnivå fra år t til $t+1$ viste tilsvarende resultater som for endring i kun lammetap (**Vedlegg 6.1, Tabell S2**).

3.2.2 Endring i tap over to år

For et gjennomsnittlig beitelag var det en endring i 23 færre lam sluppet fra år t til $t+2$, med en variasjonsbredde (minimum-maksimum) mellom 2380 færre lam sluppet og 2832 flere lam sluppet (fra -2380 til 2832 lam, median = -10 lam, standardavvik = 245 lam). Gjennomsnittlig endring i lammetap i et beitelag over to år var -1 lam (tap redusert med ett lam), med en variasjonsbredde mellom 339 færre lam tapt og 310 flere lam tapt (fra -339 til 310 lam, median = 0 lam, standardavvik = 45 lam). Alle prediksjoner i dette avsnittet er gjort for et gjennomsnittlig beitelag, det vil si et beitelag med gjennomsnittlig endring i antall lam sluppet fra år t til $t+2$.

Den endelige modellen for endring i tapstall for lam fra år t til $t+2$ etter modellseleksjon inneholdt variablene endring i jervetetthet og endring i antall lam sluppet på beite i samme periode, hiuttak av voksen jerv (enten kategoriene hiuttak første år, andre år eller ingen hiuttak), endring i antall

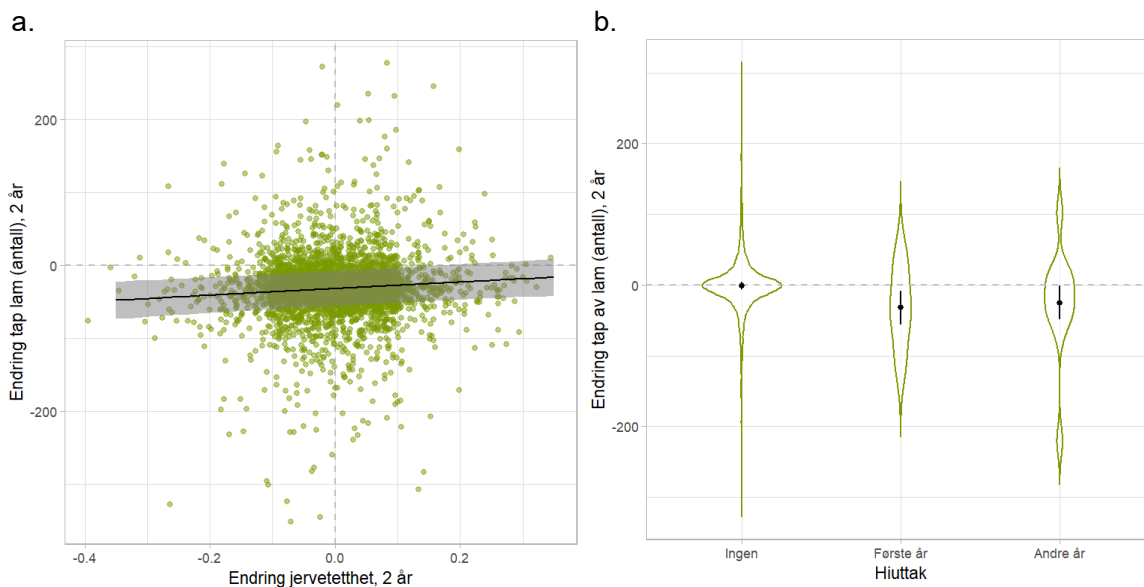
lam dokumentert tapt til annet rovvilt, samt tilfeldig effekt for år (**Tabell 4**). Hiuttak ble også med i endelig modell når den ble tilpasset som en binomisk variabel (ja/nei; $\beta = -27,4$, $t = -3,2$, $P = 0,001$, med «nei» som referansenivå). De faste effektene i modellene forklarte 14,4 % av variasjonen i dataene, og inkludert tilfeldige effekter forklarte de 16,5 % av variasjonen.

Tabell 4. Parameterestimer for endelig modell som undersøker effekter på endring i årlig tapstall av lam på beitelagsnivå fra år t til $t+2$. Modellen er en lineær regresjonsmodell med år som tilfeldige effekt, med standardavvik = 6,51. Forklaringsvariablene er skalert (sentrert rundt 0). $N=4358$.

Variabel	Estimat	Standardfeil	t-verdi	P-verdi
Skjæringspunkt	-1,212	2,548	-0,476	0,651
Endring i antall lam sluppet	15,830	0,696	22,730	<0,001
Endring i jervetetthet	2,414	0,640	3,771	<0,001
Hiuttak (ref: ingen i perioden)				
Første år	-30,990	12,059	-2,570	0,010
Andre år	-23,797	12,029	-1,978	0,048
Endring i lam dok. tapt til annet rovvilt	9,706	0,652	14,889	<0,001

Modellene viste at ved redusert jervetetthet i beitelaget i perioden, ble det også predikert et redusert lammetap i samme periode (**Tabell 4, Figur 6a**). For en reduksjon i beitelaget på 0,1 jerv per 100 km² fra år t til $t+2$, predikerte modellen et redusert lammetap på 4,5 dyr i samme periode. Det var en effekt av hiuttak av voksen jerv på endring i tapstall for lam både når variabelen ble inkludert som en kategorisk variabel med tre nivåer (hiuttak første år, andre år, eller ingen hiuttak), og med hiuttak som binomisk variabel (hiuttak i perioden eller ingen hiuttak). Modellen predikerte lavere tap av lam etter to år i beitelaget både om det var hiuttak første eller andre året i perioden sammenlignet med ingen hiuttak (**Tabell 4, Figur 6b**). Predikert endring var 31,0 færre lam tapt etter to år om det var hiuttak første året, og 23,8 færre lam tapt om det var hiuttak andre året, sammenlignet med ingen hiuttak i perioden. Det var ingen statistisk sikker forskjell i endring i tap av lam mellom nivåene, det vil si om det var hiuttak første eller andre året i perioden. Med hiuttak som binomisk variabel, predikerte modellen en reduksjon i tapstall for lam i perioden på 27,4 dyr om det hadde vært hiuttak i beitelaget sammenlignet med beitelag der det ikke var hiuttak. Til slutt viste modellen økt endring i tapstall i beitelag der endring i dokumentert tap til øvrig rovvilt økte, og en økende endring i tapstall med økende endring i antall lam sluppet i perioden (**Tabell 4; Vedlegg 6.2, Figur S7-S8**).

Modellen som undersøkte endring i samlet tap av sau og lam på beitelagsnivå fra år t til $t+2$ viste tilsvarende resultater som for endring i kun lammetap (**Vedlegg 6.1, Tabell S3**).



Figur 6. Predikerte verdier for endring i tapstall for lam på beitelagsnivå fra år t til $t+2$ som funksjon av a. endring i jervetetthet i samme periode og b. om det har vært hiuttak av voksen jerv i perioden, basert på en lineær regresjonsmodell med tilfeldig effekter. Øvrige variabler i modellen er holdt på gjennomsnitt. Det skraverte området i a. og de sorte linjene i b. representerer 95% konfidensintervall for predikerte verdier, og grønne linjer/punkter viser fordelingen av residualene.

4 Diskusjon

Vi har dokumentert at tap av lam i beitelagene økte med økende jervetetthet, og at reduksjon i jervetetthet i beitelagene fører til redusert lammetap. Antall lam tapt økte også med antall jerv felt under skadefelling. Hovedårsaken til at tapene økte med antall jerv felt under skadefelling er nok at skadefellinger gjennomføres i områder med store tap. Vi fant ingen effekt av antall jerv felt i lisensjakt eller skadefelling på endring i de lokale totaltapene av lam året etter eller to år etter felling. Derimot førte hiuttak til en reduksjon av tapene. Modellen predikerte en reduksjon i antall lam tapt i beitelagene året etter hiuttak på 27,5 dyr, sammenlignet med beitelag der det ikke var foretatt hiuttak. Vi fant også en fortsatt effekt av hiuttak på tapene etter to år, men kunne ikke skille på effekten mellom de to årene i perioden. Vi understreker at det var mye variasjon i dataene, det var store usikkerhet rundt de predikerte tapstallene fra modellene, og modellene for endring i lammetap forklarte kun 17,3 % og 16,5 % av variasjonen i dataene. Dette indikerer at resultatene bør tolkes med varsomhet. Hiuttak blir gjennomført i særlig skadeutsatte områder. Effekten av hiuttak kan både skyldes en lokal reduksjon i tetthet, men også eventuell endret bruk av området for andre jerver.

Den manglende effekten av lisensfelling på tapene kan nok skyldes at jerv skutt i lisensjakta ikke nødvendigvis blir skutt i beiteområder med store tap. Nye jerver tar raskt over områdene til de skutte jervene, men dette vil også skje etter hiuttak. På stor skala vil lisensjakta regulere tettheten av jerv, og som vi har vist påvirker jervetettheten lammetapene. Funnene her er på linje med studier av andre rovdyrarter der det er funnet at reduksjon i tap av husdyr på stor skala vil være avhengig av at felling fører til en bestandsreduksjon (se f.eks. Herfindal et al. 2005).

Vi fant samtidig at det var mye variasjon i tapene mellom ulike beitelag som tilsynelatende ikke kunne forklares av jervens tetthet eller de andre forklaringsvariablene i modellene her, spesielt i modellene som undersøkte endring i tap mellom år. Det kan være flere forklaringer på denne variasjonen. Ulike jerver kan ha ulik drapstakt på sau og ulike beitelag kan i ulik grad bli eksponert for jerv på grunn av beliggenhet i forhold til jervenes leveområder, arealbruk og alternative føderessurser. Lammetap vil også påvirkes av demografiske forhold i sauebesetningene, topografi, klimatiske forhold og mattilgang (Hansen 2006, 2007, Mabile et al. 2015, Steinheim et al. 2008, Warren & Mysterud 2001). Antallet lam sluppet på beite er en av de viktigste forklaringsvariablene for tap av lam. Flere andre studier har vist at tap er størst i områder med høye tettheter av sau, lave slaktevekter på lam og lavere alder på lam ved slipp (Mabile et al 2015, Warren et al 2001).

Analysene her har vist at det er behov for et bedret datagrunnlag som gjør det mulig å innhente mer kunnskap om mekanismene bak jervens predasjon på sau. Ingen studier har til nå beregnet individuelle drapsrater for jerv på sau, slik som tidligere er gjort for gaupas predasjon på sau (Odden et al. 2002, Odden et al. 2013) og predasjon på tamrein fra jerv, gaupe og bjørn (Mattisson et al. 2014, Mattisson et al. 2011, Mattisson et al. 2016, Odden et al. 2018, Støen et al. 2022). En tilnærming der man følger et antall individuelle jerver vil gi oss data på i hvilken grad variasjon i jervens drapstakt på sau påvirkes av jervenes kjønn og alder, alternative bytte-dyr, demografiske forhold i besetningene og miljøforhold.

5 Referanser

- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B.M. & Walker, S.C. 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* 67: 1-48. doi:10.18637/jss.v067.i01
- Bischof, R., Milleret, C., Dupont, P., Chipperfield, J., Brøseth, H. & Kindberg, J. 2019. RovQuant: Estimating density, abundance and population dynamics of bears, wolverines, and wolves in Scandinavia. MINA fagrapport. NMBU.
- Brooks, M.E., Kristensen, K., van Benthem, K.J., Magnusson, A., Berg, C.W., Nielsen, A., Skaug, H.J., Mächler, M. & Bolker, B.M. 2017. glmmTMB Balances Speed and Flexibility Among Packages for Zero-inflated Generalized Linear Mixed Modeling. *R Journal* 9(2): 378-400. doi:10.32614/rj-2017-066.
- Evans, J.S. & Murphy, M.A. 2021. spatialEco. R package version 1.3-6, <https://github.com/jeffrejevans/spatialEco>.
- Hansen, I. 2006. Tapsårsaker hos lam på Tjongsfjordhalvøya 2006. *Bioforsk Rapport* 1(Nr. 162 2006).
- Hansen, I. 2007. Tapsårsaker hos lam på østre Malangshalvøya 2006. *Bioforsk Rapport* 2(Nr. 22 2007).
- Hansen, I., Strand, G.-H., Krange, O., Mattisson, J., Støen, O.-G., Kårstad, S., Eilertsen, S., Winje, E., Austmo, L.B., Skogen, K. & Lindhjem, H. 2020. Vurdering av FKT-ordningen. NIBIO-rapport 6(130). Norsk institutt for bioøkonomi.
- Herfindal, I., Linnell, J.D.C., Moa, P.F., Odden, J., Austmo, L.B. & Andersen, R. 2005. Does recreational hunting of lynx reduce depredation losses of domestic sheep? *Journal of Wildlife Management* 69(3): 1034-1042.
- Krange, O. & Skogen, K. 2015. Support for Large Carnivore Management Measures in Norway: Lethal, Non-Lethal and Farmer Friendly Measures Compared. 21st International Symposium on Society and Resource Management (ISSREM) 13-18 Juni 2015 Charlston USA.
- Landa, A., Gudvangen, K., Swenson, J.E. & Røskaft, E. 1999. Factors associated with wolverine *Gulo gulo* predation on domestic sheep. *Journal of Applied Ecology* 36: 963-973.
- Landa, A., Linnell, J.D.C., Swenson, J.E., Røskaft, E. & Moskness, I. 2000. Conservation of Scandinavian wolverines in ecological and political landscapes. I: Griffiths, H. I. (red.) *Mustelids in a modern world: conservation aspects of small carnivore-human interactions*. Backhuys Publishers, Leiden, Netherlands. S. 1-20.
- Landa, A., Andersen, R., Halgunset, I., Henaug, C., Mathisen, J.H.M., Valnes, F., Fox, J.L., Holand, Ø. & Tveraa, T. 2001. Tapsrelaterte problemstillinger hos tamrein i Troms. NINA Fagrapport 50: 1-44. Norsk insitutt for naturforskning.
- Landa, A., Andersen, R., Tufto, J., Grov, B. & May, R. 2002a. Tap av sau til jerv: betydning av familiegrupper og effekten av uttak. I: Brainerd, S. (red.) *Konfliktdempende tiltak i rovviltforvaltningen*. NINA Fagrapport 66. S. 24-28. Norsk insitutt for naturforskning.
- Landa, A., Tufto, J. & Andersen, R. 2002b. Effekter av uttak av jerv og gaupe i reduserte tap av sau og tamrein i Troms. I: Brainerd, S. (red.) *Konfliktdempende tiltak i rovviltforvaltningen*. NINA Fagrapport 66. S. 18-23. Norsk insitutt for naturforskning.
- Linnell, J.D.C., Flagstad, Ø., Odden, J., Vang, S. & Mattisson, J. 2016. Samordning av forvaltning av jerv i Sør-Norge - en kunnskapsoversikt. NINA Rapport 1255: 63 s. Norsk insitutt for naturforskning.
- Mabille, G., Stien, A., Tveraa, T., Mysterud, A., Brøseth, H. & Linnell, J.D.C. 2015. Mortality and lamb body mass growth in free-ranging domestic sheep – environmental impacts including lethal and non-lethal impacts of predators. *Ecography*: 39(8): 763-773. doi:10.1111/ecog.01379
- Mattisson, J., Odden, J., Nilsen, E.B., Linnell, J.D.C., Persson, J. & Andren, H. 2011. Factors affecting Eurasian lynx kill rates on semi-domestic reindeer in northern Scandinavia: Can ecological

- research contribute to the development of a fair compensation system? *Biological Conservation* 144(12): 3009-3017. doi:10.1016/j.biocon.2011.09.004
- Mattisson, J., Arntsen, G.B., Nilsen, E.B., Loe, L.E., Linnell, J.D.C., Odden, J., Persson, J. & Andren, H. 2014. Lynx predation on semi-domestic reindeer: do age and sex matter? *Journal of Zoology* 292(1): 56-63. doi:10.1111/jzo.12084
- Mattisson, J., Odden, J., Strømseth, T.H., Rauset, G.R., Flagstad, Ø. & Linnell, J.D.C. 2015. Gaupe og jerv i reinbeiteland. Sluttrapport for Scandlynx Troms og Finnmark 2007-2014. NINA Rapport 1200: 45 s. Norsk institutt for naturforskning.
- Mattisson, J., Rauset, G.R., Odden, J., Andren, H., Linnell, J.D.C. & Persson, J. 2016. Predation or scavenging? Prey body condition influences decision-making in a facultative predator, the wolverine. *Ecosphere* 7(8): 14. doi:10.1002/ecs2.1407
- May, R., van Dijk, J., Forland, J.M., Andersen, R. & Landa, A. 2008. Behavioural patterns in ewe-lamb pairs and vulnerability to predation by wolverines. *Applied Animal Behaviour Science* 112(1-2): 58-67. doi:10.1016/j.applanim.2007.07.009
- Milleret, C., Dupont, P., Brøseth, H., Flagstad, Ø., Kleven, O., Kindberg, J. & Bischof, R. 2023. Estimates of wolverine density, abundance, and population dynamics in Scandinavia. MINA fagrapport
- Odden, J., Linnell, J.D.C., Moa, P.F., Herfindal, I., Kvam, T. & Andersen, R. 2002. Lynx depredation on domestic sheep in Norway. *Journal of Wildlife Management* 66(1): 98-105. doi:10.2307/3802876
- Odden, J., Nilsen, E.B. & Linnell, J.D.C. 2013. Density of main prey modulates lynx kill rates on free-ranging domestic sheep. *PlosOne* 8(11): e79261.
- Odden, J., Mattisson, J., Langeland, K., Stien, A., Linnell, J.D.C. & Tveraa, T. 2018. Rovdyr og rein i Midt-Norge. Sluttrapport. NINA Rapport 1380: 68 s. Norsk institutt for naturforskning.
- Steinheim, G., Eikje, L.S., Klemetsdal, G. & Ådnøy, T. 2008. Effect of birth weight, gender and litter characteristics on summer mortality in lambs of Norwegian breeds. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science* 58(1): 45-50. doi:10.1080/09064700802066471
- Støen, O.-G., Sivertsen, T.R., Tallian, A., Rauset, G.R., Kindberg, J., Persson, L.-T., Stokke, R., Skarin, A., Segerström, P. & Frank, J. 2022. Brown bear predation on semi-domesticated reindeer and depredation compensations. *Global Ecology and Conservation* 37: e02168. doi:<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02168>
- Core Team (2024). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.
- Tveraa, T., Stien, A., Brøseth, H. & Yoccoz, N.G. 2014. The role of predation and food limitation on claims for compensation, reindeer demography and population dynamics. *Journal of Applied Ecology* 51(5): 1264-1272. doi:10.1111/1365-2664.12322
- van Dijk, J., Gustavsen, L., Mysterud, A., May, R., Flagstad, O., Broseth, H., Andersen, R., Steen, H. & Landa, A. 2008. Diet shift of a facultative scavenger, the wolverine, following recolonization of wolves. *Journal of Animal Ecology* 77(6): 1183-1190. doi:10.1111/j.1365-2656.2008.01445.x
- Warren, J.J. & Mysterud, I. 2001. Mortality of lambs in free-ranging domestic sheep (*Ovis aries*) in northern Norway. *Journal of Zoology, London* 254: 195-202.
- Warren, J.T., Mysterud, I. & Hasvold, S. 1998. Lammedødeligheten i Lesja, Oppland 1997 med forvaltningsrelevante kommentarer. *Utmarksnæring i Norge / Biologisk institutt, Universitetet i Oslo*: 1-98.
- Wood, S. 2011. Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society (B)* 73: 3-36.

6 Vedlegg

6.1 Modeller for samlet tap av sau og lam

Vedlegget viser modelloppsummering med parameterestimer for modeller som analyserer effekter på samlet tap av sau og lam, tilsvarende modellene for tap av lam beskrevet under **avsnitt 2.2**.

Tabell S1. Parameterestimer for endelig modell som undersøker effekter på årlig tapstall av sau og lam på beitelagsnivå. Modellen er en negativ binomisk regresjonsmodell med år og beitelag som tilfeldige effekter, med standardavvik på hhv 0,04 og 0,39. Samtlige kontinuerlige variabler sentrert rundt 0, og antall sau og lam sluppet på beite er i tillegg log-transformert. N=5788.

Variabel	Estimat	Standardfeil	z-verdi	P-verdi
Skjæringspunkt	4,087	0,022	185,640	<0,001
Sau og lam sluppet	0,065	0,008	7,850	<0,001
Jervetetthet	0,065	0,008	7,850	<0,001
Jerv skadefelling	0,006	0,003	2,230	0,026
Dokumentert tapt til bjørn	0,026	0,002	11,690	<0,001
Dokumentert tapt til ulv	0,027	0,002	12,890	<0,001
Dokumentert tapt til gaupe	0,014	0,003	4,940	<0,001
Dokumentert tapt til kongeørn	0,008	0,003	2,930	0,003
Reinbeite: ja (ref: nei)	0,291	0,044	6,550	<0,001
Indeks for ulendt terreng	0,040	0,016	2,520	0,012

Tabell S2. Parameterestimer for endelig modell som undersøker effekter på endring i årlig tapstall av sau og lam på beitelagsnivå fra år t til $t+1$. Modellen er en lineær regresjonsmodell med år som tilfeldig effekt, med standardavvik = 7,48. Forklaringsvariablene er sentrert rundt 0. N=5033.

Variabel	Estimat	Standardfeil	t-verdi	P-verdi
Skjæringspunkt	-1,013	2,715	-0,373	0,720
Endring i antall lam sluppet	18,464	0,681	27,131	<0,001
Endring i jervetetthet	1,719	0,629	2,733	0,006
Hiuttak (ref: nei)	-29,577	11,313	-2,614	0,009
Endring i lam dok. tapt til annet rovvilt	15,743	0,694	22,695	<0,001

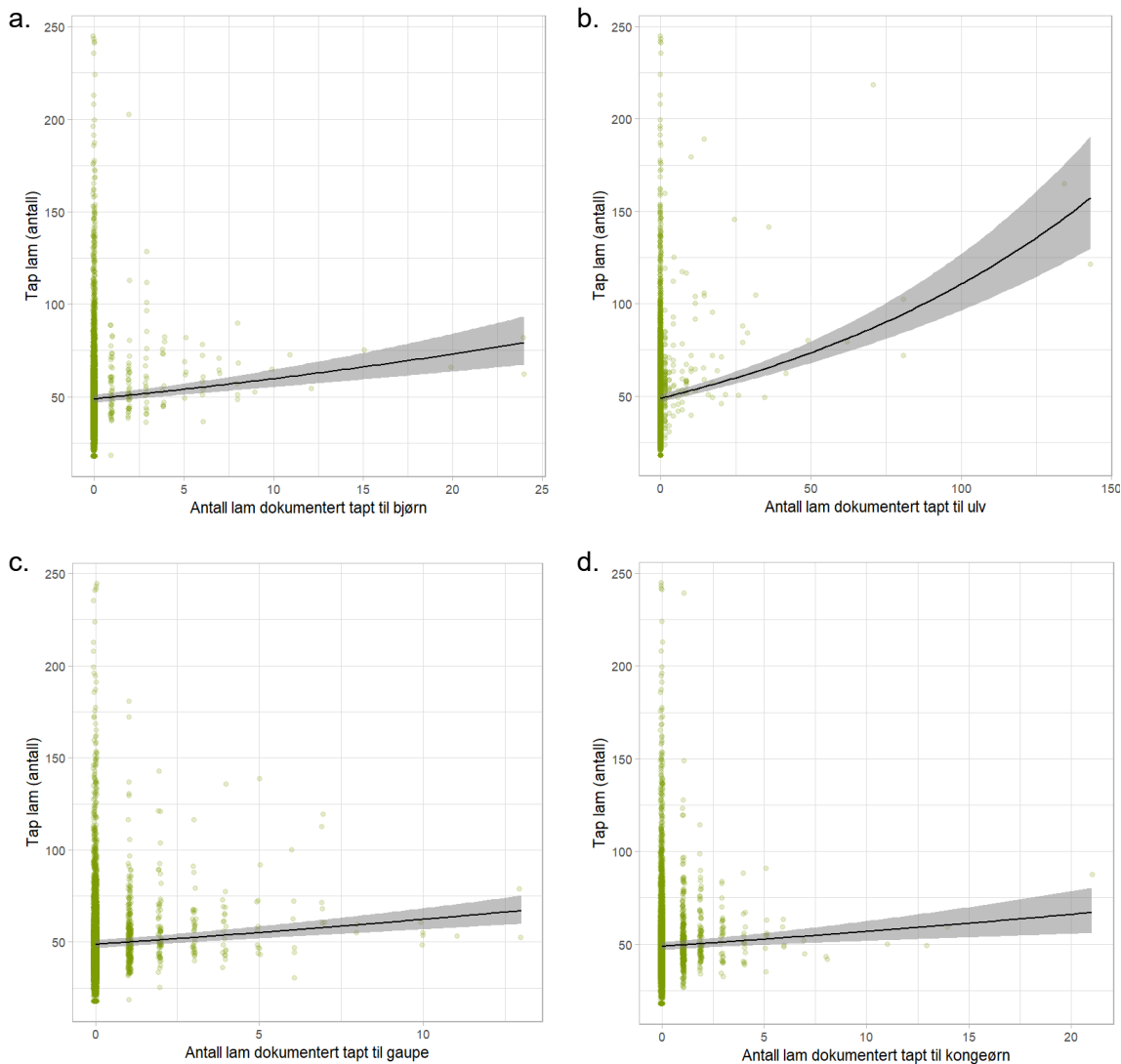
Tabell S3. Parameterestimer for endelig modell som undersøker effekter på endring i årlig tapstall av sau og lam på beitelagsnivå fra år t til $t+2$. Modellen er en lineær regresjonsmodell med år som tilfeldig effekt, med standardavvik = 8,23. Forklaringsvariablene er skalert (sentrert rundt 0). $N=4366$.

Variabel	Estimat	Standardfeil	t-verdi	P-verdi
Skjæringspunkt	-1,052	3,196	-0,329	0,753
Endring i antall lam sluppet	21,379	0,834	25,635	<0,001
Endring i jervetetthet	2,368	0,748	3,165	0,002
Hiuttak (ref: ingen i perioden)				
Første år	-34,428	14,079	-2,445	0.015
Andre år	-27,301	14,056	-1,942	0.052
Endring i lam dok. tapt til annet rovvilt	15,568	0,787	19,774	<0,001

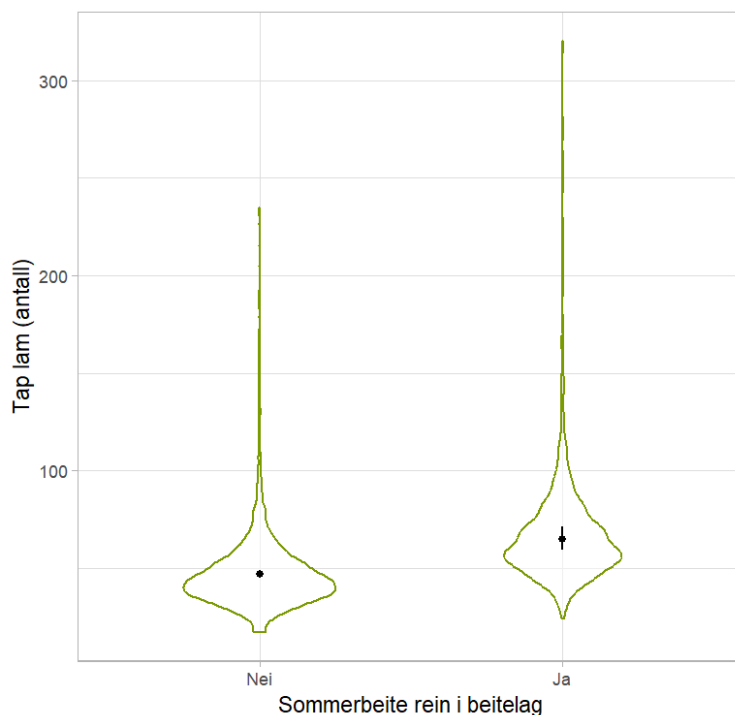
6.2 Figurer for øvrige variabler som påvirket lammetap

Vedlegget inneholder figurer med faktorer ikke relatert til jerv fra modellene i **avsnitt 3.1** og **3.2**, som undersøker effekter på lammetap på beitelagsnivå. Disse faktorene er inkludert for å korrigere for andre mulige faktorer som kan forklare lammetap.

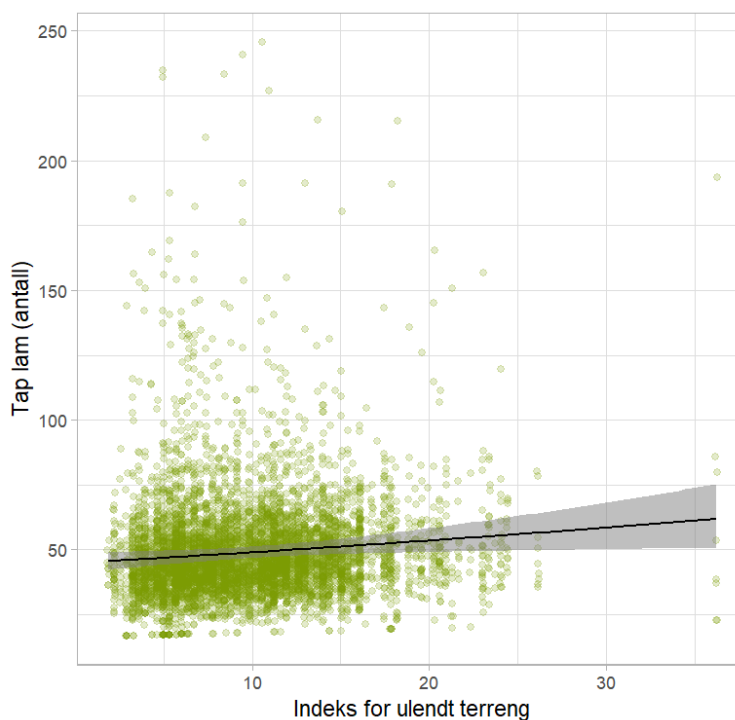
6.2.1 Årlig tap av lam



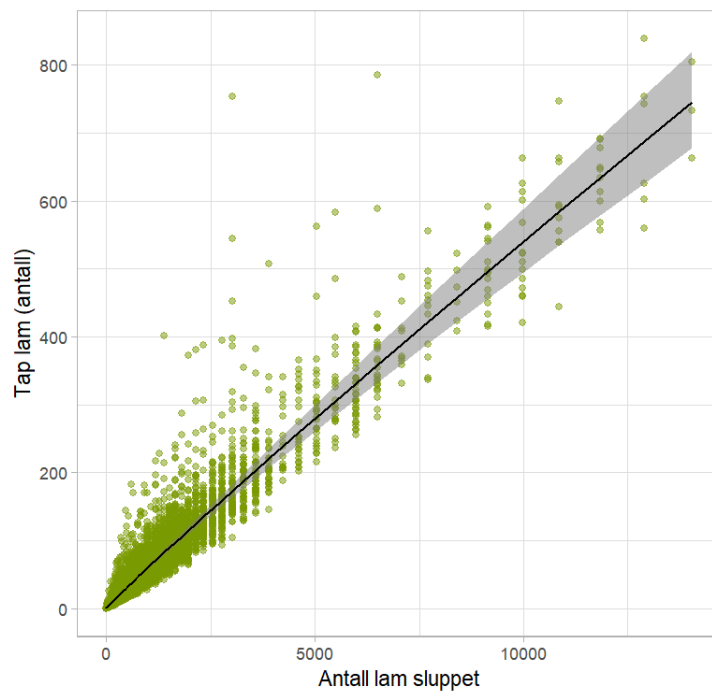
Figur S1. Predikerte verdier for årlig tapstall for lam per beitelag som funksjon av antall lam dokumentert tapt til a. bjørn, b. ulv, c. gaupe og d. kongeørn i beitelaget. Verdiene er basert på en negativ binomisk regresjonsmodell med tilfeldige effekter. Øvrige forklaringsvariabler i modellen er holdt på gjennomsnitt. Det skraverte området representerer 95% konfidensintervall for predikerte verdier, og grønne punkter er residualer.



Figur S2. Predikerte verdier for årlig tapstall for lam per beitelag som funksjon av om det var sommerbeite for rein eller ikke i beitelaget. Verdiene er basert på en negativ binomisk regresjonsmodell med tilfeldige effekter. Øvrige forklaringsvariabler i modellen er holdt på gjennomsnitt. De sorte barene representerer 95% konfidensintervall for predikerte verdier, og de grønne linjene viser tetthetsfordeling av residualer.

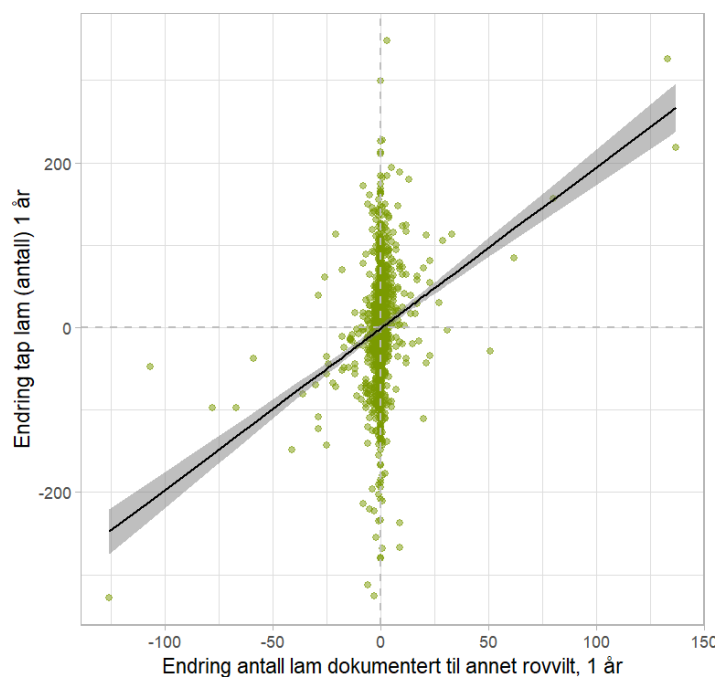


Figur S3. Predikerte verdier for årlig tapstall for lam per beitelag som funksjon av hvor ulendt terrenget er i beitelaget. Verdiene er basert på en negativ binomisk regresjonsmodell med tilfeldige effekter. Øvrige forklaringsvariabler i modellen er holdt på gjennomsnitt. Det skraverte området representerer 95% konfidensintervall for predikerte verdier, og grønne punkter er residualer.

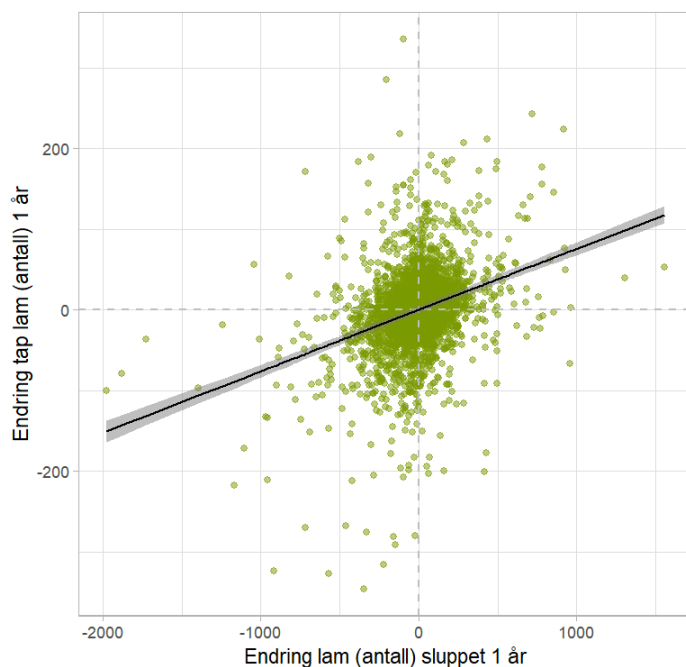


Figur S4. Predikerte verdier for årlig tapstall for lam per beitelag som funksjon av antall lam sluppet på beite i beitelaget. Verdiene er basert på en negativ binomisk regresjonsmodell med tilfeldige effekter. Øvrige forklaringsvariabler i modellen er holdt på gjennomsnitt. Det skraverte området representerer 95% konfidensintervall for predikerte verdier, og grønne punkter er residualer.

6.2.2 Endring i tap over ett år

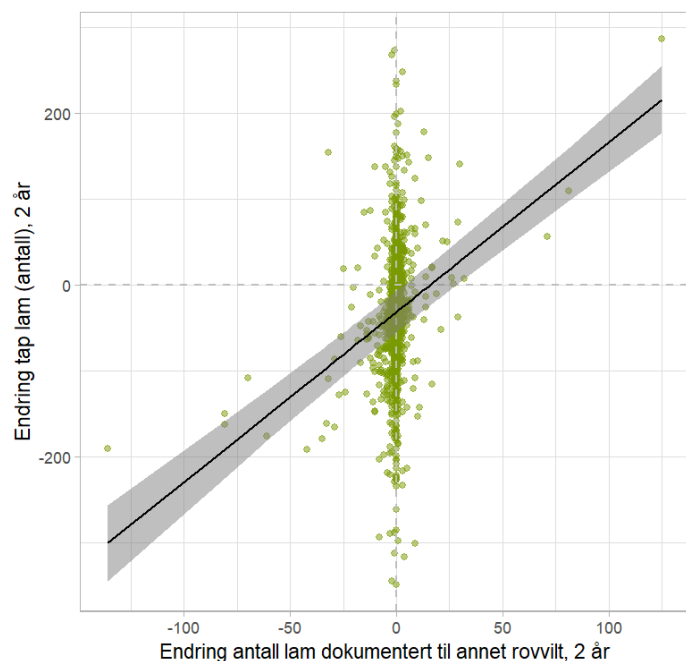


Figur S5. Predikerte verdier for endring i tapstall for lam på beitelagsnivå fra år t til $t+1$ som funksjon av endring i antall lam dokumentert tapt til annet rovvilt (bjørn, ulv, gaupe og kongeørn) i beitelaget i perioden, basert på en lineær regresjonsmodell med tilfeldig effekter. Øvrige variabler i modellen er holdt på gjennomsnitt. Det skraverte området representerer 95% konfidensintervall for predikerte verdier, og grønne punkter er residualer.

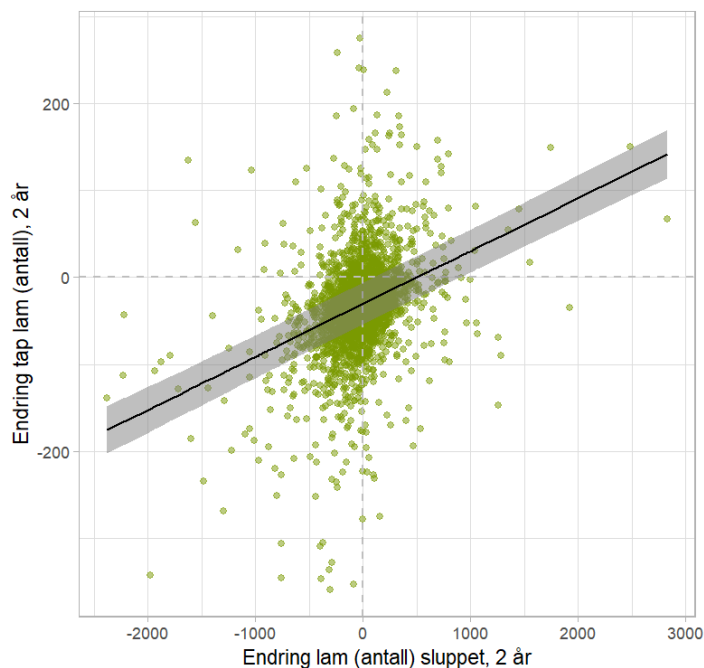


Figur S6. Predikerte verdier for endring i tapstall for lam på beitelagsnivå fra år t til $t+1$ som funksjon av endring i antall lam sluppet på beite i beitelaget i perioden, basert på en lineær regresjonsmodell med tilfeldig effekter. Øvrige variabler i modellen er holdt på gjennomsnitt. Det skraverte området representerer 95% konfidensintervall for predikerte verdier, og grønne punkter er residualer.

6.2.3 Endring i tap over to år



Figur S7. Predikerte verdier for endring i tapstall for lam på beitelagsnivå fra år t til $t+2$ som funksjon av endring i antall lam dokumentert tapt til annet rovvilt (bjørn, ulv, gaupe og kongeørn) i beitelaget i perioden, basert på en lineær regresjonsmodell med tilfeldig effekter. Øvrige variabler i modellen er holdt på gjennomsnitt. Det skraverte området representerer 95% konfidensintervall for predikerte verdier, og grønne punkter er residualer.



Figur S8. Predikerte verdier for endring i tapstall for lam på beitelagsnivå fra år t til $t+2$ som funksjon av endring i antall lam sluppet på beite i beitelaget i perioden, basert på en lineær regresjonsmodell med tilfeldig effekter. Øvrige variabler i modellen er holdt på gjennomsnitt. Det skraverte området representerer 95% konfidensintervall for predikerte verdier, og grønne punkter er residualer.

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: 978-82-426-5225-6

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

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

