

2037

NINA Rapport

## Kalvetilgang relatert til reintetthet, snøforhold, vårtidspunkt og planteproduksjon

Torkild Tveraa  
Audun Stien  
Knut Langeland  
Jenny Stien  
Ann Mikaela Tilman



## **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.

# Kalvetilgang relatert til reinitetthet, snøforhold, vårtidspunkt og planteproduksjon.

Torkild Tveraa

Audun Stien

Knut Langeland

Jennifer Stien

Ann Mikaela Tillman

Tveraa, T., Stien, A., Langeland, K., Stien, J. & Tillman, A.M. 2022.  
Kalvetilgang relatert til reintetthet, snøforhold, vårtidspunkt og  
planteproduksjon. NINA Rapport 2037. Norsk institutt for  
naturforskning

Tromsø, september 2022

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4820-4

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Jenny Mattisson

ANSVARLIG SIGNATUR

Cathrine Henaug (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

M-2348|2022

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Anders Braa

FORSIDEBILDE

Registrering av mor-kalvforhold © Torkild Tveraa

NØKKEWORD

Drektighet, Kalvetilgang, slaktevekt, reintetthet, tidspunkt for vår,  
primærproduksjon, snøforhold, ising, reinsdyr, Rangifer tarandus,  
reindrift

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)

## Sammen drag

Tveraa, T., Stien, A., Langeland, K., Stien, J. & Tillman, A.M. 2022. Kalvetilgang relatert til reintetthet, snøforhold, vårtidspunkt og planteproduksjon. NINA Rapport 2037. Norsk institutt for naturforskning

Klimaendringene griper stadig mer inn i vår hverdag, og effektene på plante- og dyreliv blir stadig mer omfattede. Mange typiske nordlige arter er på retrett, mens nye arter kommer inn fra sør. Samtidig ser vi at variasjon i klimatiske forhold påvirker overlevelse og reproduksjon hos mange arter. Forskning utført både nasjonalt og internasjonalt har gitt oss viktig kunnskap om hvordan variasjon i vær- og beiteforhold påvirker overlevelse og reproduksjon. For klauvdyr som er avhengig av å finne mat på bakken påvirkes mattilgangen, og derigjennom sannsynligheten for å produsere kalv, av hvor tilgjengelig maten er vinterstid og kvaliteten og mengden mat som er tilgjengelig gjennom sommeren. Mye snø, eller kompakt snø på grunn av mildvær og regn kan i stor grad redusere mattilgangen vinterstid. En lang vinter/sen vår er med på å redusere mattilgangen gjennom sommeren. Tilgang på rikelig med mat gjennom sommeren er nødvendig for å bygge opp ressurser til å fostre opp en kalv og samtidig sikre nok kroppsreserver til å overleve neste vinter. Er det høye tettheter er det flere munnar å mette og det blir mindre mat på hver, vektene blir lavere og dette har konsekvenser for hvor mange simler som blir drektige og som får kalv. Vi har undersøkt hvilke forhold som påvirker andelen simler som blir drektige og andelen som produserer kalv i reindriften i Norge basert på individdata fra 15 ulike reinflokker hvor vi har fulgt et utvalg av individmerkede simler i alt fra 1 til 17 år. Totalt omfatter materialet nesten 6400 observasjoner av individmerkede simler for å fastslå om de har lyktes med å produsere kalv. I tillegg er det gjort drøyt 3800 observasjoner av drektighet ved bruk av ultralyd. For å forstå hva som forårsaker variasjonen i drektighet og kalvetilgang har vi systematisert informasjon om beitekvalitet gjennom sommeren og vinteren, samt tetthet av rein på sommer- og vinterbeitene. Det er stor variasjon mellom de ulike flokkene i snøforhold, hvor tidlig det blir grønt om våren og hvor stor planteproduksjon det er på sommerbeitene. I tidligere studier er det vist at drektighetsraten hos simlene er nøye relatert til simlevektene og det er også vist at gjennomsnittlig slaktevekt på kalvene om høsten og vinteren forklarer hvor stor andel av simlene som er drektige om vinteren/våren. I tillegg er det vist at snøforhold vinterstid, tidspunkt for vår og planteproduksjonen om sommeren er med på å forklare hvor stor andel av simlene som blir sett med kalv. Hvor stor andel av simlene som produserer kalv påvirkes dermed både av hvor stor andel av simlene som blir drektige under parringen om høsten og hvordan beiteforholdene er gjennom den påfølgende vinteren og sommeren. Hvordan miljøforholdene påvirker andelen simler som produserer kalv har imidlertid ikke vært inkludert i modellene som beregner andelen simler som får kalv. Andelen simler som får kalv har tidligere blitt beregnet ved å ta utgangspunkt i kjente drektighetsrater og en antagelse om at det naturlige tapet etter fødsel er på 6 %. Vi har videreutviklet modellapparatet slik at naturlig tidlig-dødelighet av kalver beregnes med utgangspunkt i snøforholdene vinterstid, hvor tidlig det blir vår og hvor mye mat som er tilgjengelig på sommerbeitene. Denne modellen forklarte mellom 37 og 90% av variasjonen i kalvetilgang i studieflokkene. Modellen gir ny kunnskap om hvordan reindriften påvirkes av beite- og miljøforhold, og hvor stor andel av simleflokken som kan forventes å produsere kalv under ulike beiteforhold.

Torkild Tveraa (tt@nina.no)

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>4</b>
<b>Forord</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>6</b>
<b>2 Materiale og metoder</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Resultater</b> .....	<b>13</b>
<b>4 Diskusjon</b> .....	<b>19</b>
<b>5 Referanser</b> .....	<b>21</b>
<b>6 Supplerende figurer og tabeller</b> .....	<b>24</b>

## Forord

Klimaendringer påvirker i større og større grad reindriften og vi har de senere årene sett at fôring har vært nødvendig for å berge livdyrene gjennom vinteren. Dette har aktualisert behovet for kunnskap om hvordan reindriften påvirkes av værforhold. I denne rapporten systematiserer vi data på drektighet og kalvetilgang i 15 flokker hvor vi har fulgt individmerkede simler over en periode på 1-17 år. Totalt utgjør det over 100 flokker og år, og nesten 6400 observasjoner av kalvetilgang. Dette er et unikt materiale for å forstå hvilke forhold som påvirker kalvetilgang og har kun vært mulig å samle inn takket være god hjelp fra reineiere i et stort utvalg av reinbeitedistrikt (nordsamisk: siida, sørsamisk: sijte).

En stor takk rettes til alle som vi har samarbeidet med gjennom innsamlingen av datamaterialet. Det har opp gjennom årene vært mange lærerike diskusjoner knyttet til hvilke forhold som påvirker drektighet og kalvetilgang og det er disse diskusjonene som har ledet fram til denne rapporten. Uten den praktiske hjelpen vi har fått i forbindelse med innsamlingen av dataene ville det selvfølgelig ikke ha vært noen data å tuftte beregningene på. Forhåpentligvis bidrar rapporten med ny kunnskap som er med på å bidra til ei robust reindrift i ei tid hvor klimaendringer bidrar med stadig større utfordringer.

Torkild Tveraa  
Tromsø, september 2022

# 1 Innledning

Klimaet er i kraftig endring. Det blir varmere og våtere og dette har tydelig innvirkning på naturressursene vi høster av. Dette gjelder spesielt for reindriften som utnytter beiteressursene i utmark som til enhver tid påvirkes av værforholdene.

I senere år er det gjennomført flere forskningsprosjekter i Norge, Sverige og Finland for å kartlegge hvordan ulike forhold påvirker produktiviteten i reindriften. Denne innsatsen har resultert i at vi i dag har god generell kunnskap om hvilke faktorer som påvirker produksjon og tap i reindriften.

Tidligere studier har vist at det er de største simlene som er drektige (Stien & Tveraa 2007, Tveraa et al. 2016, Veiberg et al. 2017), og det er de største simlene som har størst sannsynlighet for å ta vare på kalven (Fauchald et al. 2004a, Lenvik 2005, Veiberg et al. 2017). Store simler har tilstrekkelig med ressurser til å investere i kalven sin samtidig som de sikrer tilstrekkelig med ressurser til egen overlevelse gjennom vinteren. Små simler er derimot nødt til å redusere investeringen i kalv gjennom sommeren for å sikre sin egen overlevelse den kommende vinteren (Bårdsen et al. 2008). Det resulterer i at små simler har lavere sannsynlighet for å produsere kalv enn store simler, og sannsynligheten for å produsere kalv går ned når reintettheten øker (Bårdsen et al. 2010), eller kvaliteten på vinterbeitene forringes slik at vekttapet gjennom vinteren øker (Bårdsen & Tveraa 2012, Bårdsen et al. 2010).

Med økende fokus på klimaendringer har det også blitt økende interesse for å forstå hvordan klimaforhold påvirker reinen. En tidlig vår og frodige grøntbeiter har positiv innvirkning på dyrenes vekst og mulighet til å reprodusere (Tveraa et al. 2014, Tveraa et al. 2013), mens vanskelige vinterforhold har stor negativ innvirkning på dyrenes evne til å reprodusere, og kan i verste fall resultere i at voksne dyr dør (Helle & Kojola 1993, Aanes et al. 2002, Aanes et al. 2000). Vanskelige vinterforhold forventes å opptre oftere i årene som kommer (Hansen et al. 2011). Samtidig er det vist at kombinasjonen av høye tettheter og vanskelige beiteforhold kan ha svært negativ innvirkning på reinbestander (Tveraa et al. 2007, Tyler 2010, Aanes et al. 2000).

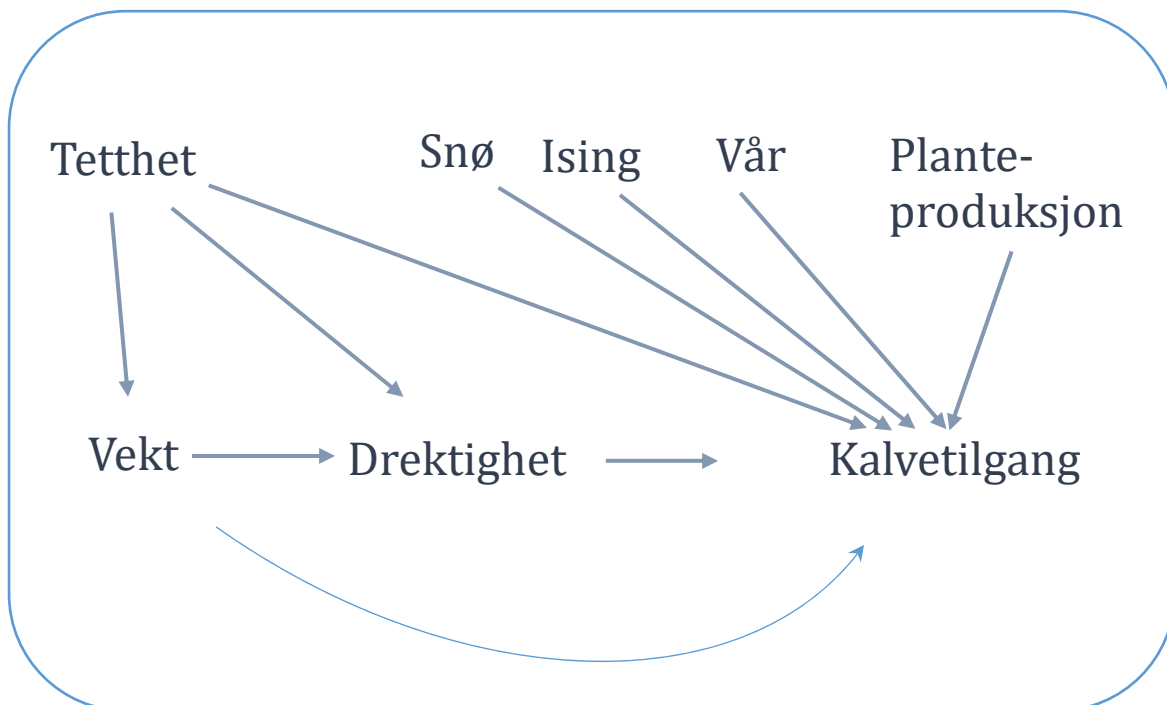
For rein er økende tettheter spesielt kritisk for mattilgangen gjennom vinteren. Dette er ei tid hvor maten i begrenset grad er tilgjengelig under snøen og hvor næringsinnholdet i plantene er lavere. Høye tettheter øker konkurransen om maten. Det resulterer i større vekt tap gjennom vinteren og større behov for å bygge opp fettreserver gjennom sommeren, og det reduserer sannsynligheten for å produsere kalv (Bårdsen et al. 2014, Bårdsen & Tveraa 2012, Bårdsen et al. 2010).

Sammenhengen mellom vekt og drektighet hos simler som ble slaktet i tre reinbeitedistrikter i Sør-Trøndelag og 17 i Finnmark var utgangspunktet for Finnmarksmodellen for beregning av kalvetilgang i reindriften (Stien & Tveraa 2007). Modellen tok utgangspunkt i gjennomsnittlig drektighet og slaktevekt for voksne simler. Analysen viste at for slaktevekter på simler opp til 29.1 kg økte sannsynligheten for drektighet med 7.3 % per kg mens for vekter over 29.1 kg var den ingen økning i sannsynligheten for drektighet. Maksimal andel drektige simler ble estimert til 92.7 %. Videre, ble det med bakgrunn i tidligere studier antatt et tidligtap på 6%, uavhengig av simlenes vekt. Modellen ble innlemmet i forvaltningen for å beregne andelen kalver som var forventet født i de ulike reinbeitedistriktene.

Men den ble kritisert for å ta utgangspunkt i drektighet hos simler som ble slaktet, og det ble poengtert at det ikke er tilfeldig hvilke simler som trekkes til slakt. Ofte er dette simler som reineier vurderer å være av dårlig kvalitet og med lavere drektighet enn simlene som beholdes som produksjonsdyr. Denne kritikken gjaldt til dels også en supplerende datainnsamling som viste at drektigheten hos kalv var så lav en ikke kunne forvente å finne åringer som produserte kalv. Dog besto en stor del av denne datainnsamlingen av en hel reinflokk som ble slaktet på grunn av avvikling slik at datamaterialet omfattet mer enn de antatt dårligste dyrene.



I tillegg, ble modellen kritisert for at antagelsen om et flatt 6% tidligtap var for lavt for flokker med små simler og for høyt for dem med store simler (Lenvik 1990).



*Figur 1: Skjematisk oversikt over mulige forhold som påvirker slaktevekter, drektighet og til slutt kalvetilgang. Norgesmodellen (Tveraa et al. 2016) evaluerte ikke hvorvidt kalvetilgangen (andelen simler som får kalv) påvirkes tetthet, snø- og isingsforhold, vårtidspunkt eller planteproduksjon. Det er den kombinerte effekten av alle disse forholdene som er i fokus her.*

Med bakgrunn i kritikken som ble reist mot Finnmarksmodellen, ble det fra 2009 samlet inn data på drektighet med bruk av ultralyd i ni distrikter for utvikling av en ny modell, Norgesmodellen, som inkluderte alle reinbeiteområdene, unntatt Tamreinlagene. Drektighet i de ulike flokkene ble relatert til slaktevekter for både simler og kalver, og det viste seg at bruk av kalvevekter for beregning av drektighet fungerte vel så bra som bruk av simlevekter (Tveraa et al. 2016), muligens fordi et større tallmateriale var tilgjengelig for kalver enn for simler. Modellen resulterte i noe høyere forventet drektighet, særlig ved lave slaktevekter, enn forløperen som var basert på drektighet hos slaktedyr. Også denne modellen antok et flatt tidligtap av kalv på 6% uavhengig av vekt, eller andre forhold.

I de senere årene har vi fått økende kunnskap om hvordan klimatiske forhold i kombinasjon med tetthetseffekter påvirker rein. Kostnadene ved å bære fram kalv øker med økende snømengder gjennom slutten av drektighetsperioden (Hendrichsen & Tyler 2014), og disse kostnadene synes å øke betydelig med økende tetthet (Tyler 2010). I tillegg til mengden snø, har også snøens konsistens stor betydning for hvor energetisk kostbart det er for reinen å grave seg gjennom snøen. Det er særlig mye snø og mildvær med regn som kan ha negativ innvirkning på beitenes tilgjengelighet vinterstid. Mildvær og regn som etterfølges av frost skaper islag i snøen som øker kostnaden med å grave seg gjennom snøen. Spesielt vanskelig er det hvis isdannelsen skjer

helt nede på bakken (Skjenneberg & Slagsvold 1968), og når flere islag danner en nærmest sammenhengene iskappe uten luftlommer av snø mellom islagene (Hansen et al. 2011, Aanes et al. 2002). En tidlig vår eller høy planteproduksjon gjennom sommeren er derimot med på å gjenvinne energibalansen gjennom at næringsrike planter blir lett tilgjengelig (Tveraa et al. 2013).

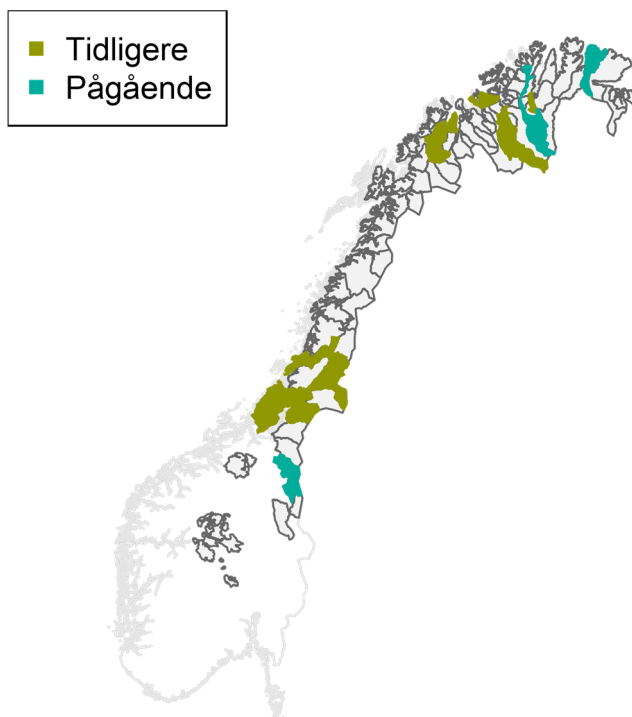
Tapene av kalv i forbindelse med fødsel kan være betydelige når miljøforholdene er vanskelige (Tveraa et al. 2003), eller simlevektene er lave (Lenvik & Aune 1988). I den finske forsøksflokk som kalvet i hegn ble det i årene 1970-1985 funnet at 23 % av kalvene døde i løpet av det første døgnet etter fødsel og totalt 34.5 % døde fram til november-desember (Eloranta & Nieminen 1986). Denne kunnskapen tilsier at beregning av kalvetilgang med bakgrunn i drektighetsundersøkelser som regel vil overestimere kalvetilgangen.

Målsetningen med denne rapporten er å vurdere om det finns grunnlag for en mer dynamisk modell for beregning av kalvetilgang som tar hensyn til at kalvetilgangen varierer både som et resultat av den generelle kondisjonen eller reintettheten i de ulike flokkene, og som et resultat av mattilgangen både gjennom sommeren og vinteren. Både Finnmarksmodellen og Norgesmodellen har tatt utgangspunkt i slaktevekter foregående år, og fanger dermed ikke opp hvordan variasjon i mattilgang gjennom drektighets- og kalvingsperioden påvirker kalvetilgangen (Figur 1).

For å undersøke nærmere om det finnes grunnlag for en mer dynamisk modell har vi tatt utgangspunkt i 15 flokker med ulike sommerbeiter, eller driftsmønster og hvor vi har samlet data på individnivå over hvilke simler som er drektige og hvem som får kalv. Vi tok utgangspunkt i at drektighetsratene i flokkene er relatert til slaktevektene om høsten under brunsten og videreutviklet modellen ved å inkludere forhold som fra tidligere studier er kjent å påvirke andelen simler som produserer kalv. Spesifikt undersøkte vi i hvilken grad reintetthet, snødybde, antall isingshendelser, tidspunkt for vår og planteproduksjon også var med på å påvirke slaktevekter, drektighet og kalvetilgang.

## 2 Materiale og metoder

Siden 2001 har vi i samarbeid med reindriftsutøvere i 15 ulike sommergrupper, spredt fra Tana i nord-øst til Røros i sør samlet inn informasjon om vekt, drektighet (siden 2009) og kalvetilgang for et utvalg av individmerkede simler (Figur 2). Dette omfatter Njeaiddán siida i Karasjok vestre sone hvor det i perioden 2001 – 2011 ble gjennomført studier ved bruk av dødsvarselsendere i samarbeid med en siidaandel som gjennomførte kalving i hegn (Fauchald et al. 2004b). Fra 2002-2011 ble studiet i Njeaiddán utvidet til å inkludere en siidaandel som ikke hadde kalving i hegn og tilleggsføring slik at effekten av dette tiltaket kunne evalueres (Ballesteros et al. 2013, Bårdsen et al. 2008). Fra 2002-2011 ble to sommersiida-grupper fra Silvvetnjárga med felles vintersiida i midtre sone i Kautokeino inkludert (Bårdsen et al. 2010). Fra 2003-2011 ble



Figur 2: Oversikt over tidligere og pågående studieflokker som er inkludert i denne rapporten.

tre sommersiidaer fra Ittunjárga, Cuokcauotna, og Joahkonjárga med felles vintersiida i midtre sone i Kautokeino inkludert (Bårdsen & Tveraa 2012). Dette er flokker med vinterbeiter i indre Finnmark med tørt kontinentalt klima hvor mildværsperioder midtvinters er uvanlig. Fra 2008-2011 ble Mauken/Tromsdalen i Troms reinbeiteområde inkludert (Bårdsen et al. 2014). Fra 2008-2012 ble Skjækerfjell (Skæhkere) i Nord-Trøndelag inkludert (Tablado et al. 2014). Fra 2011-2012 ble en sommersijte i Tjækere / Øste-Namdal inkludert, etter at det ikke lyktes å gjennomføre studier mer enn ett år (2009) i Voengelh-Njaarke. I tillegg er det gjennomført studier i sørgruppen på Fosen (Fovsen-Njaarke) fra 2012-2015 (Odden et al. 2018). Flokkene fra Troms, Nordland og Nord-Trøndelag har alle vinterbeiter som i større eller mindre grad er utsatt for kystklima med mye nedbør både i form av snø og regn. I Gåebrien-sijte (Riast/Hylling, Sør-Trøndelag) har vi drevet individbaserte studier siden februar 2009. Gåebrien-sijte utnytter kalde kontinentale vinterbeiter i Femunden. I Rávdol-siida (Karasjok fellesbeite, vestre sone, Øst-Finnmark) har vi drevet individbaserte studier på simler med kjent alder siden høsten 2002. I Rákkonjárga-siida (Polmak/Varanger, Øst-Finnmark) startet vi opp studier i 2016. De utnytter sommerbeiter ute på Varangerhalvøya og har sine vinterbeiter ved Polmak, inn mot Finskegrensen. Vinterbeitene ligger såpass kystnært at de kan være utsatt for mildværsperioder.

Siden 2009 er drektighet undersøkt i forbindelse med ordinære samlinger på ettervinteren/våren ved hjelp av ultralyd. I noen tilfeller det første året ble det brukt rektalprobe, men i ettertid er det kun brukt en standardprobe mot den hårløse huden på juret. Drektighet er kun sjekket i flokker som har samling på ettervinteren og våren. Det innebærer at drektighetsdata mangler fra Rákkonjárga, Njeaiddánflokkene som ikke ble føret og Skjækerfjell. Antall simler som er sjekket for drektighet i de like flokkene og årene er gitt i Figur S6

Simler og deres kalver blir koblet gjennom å observere kalver som følger tett inntil simla, helst over lengre tid. I dag er det vanligst å henge nummerskilt (gilkor) på kalvene slik at det er mulig å gjøre gjentatte observasjoner av simle-kalv-relasjonen før registrering blir gjort, men i enkelte flokker fanges kalven med lasso. Da kan det av og til være vanskeligere å avgjøre koblingen mellom simle og kalv fordi det er vanskeligere å sjekke kalv-simle-relasjonen gjentatte ganger og fordi fangsten skjer så fort. For de flokkene hvor kalvene før merking utstyres med nummerskilt (gilkor) før simle-kalv-relasjonen bestemmes har vi gjort flere observasjoner for å være sikre på at det ikke blir gjort feilaktige observasjoner, men i de flokkene hvor kalvene tas fast med lasso under merking har vi ikke hatt den samme muligheten til å sjekke flere ganger og bestemmelsen er dermed mer usikker. Vi har indikert i en del av figurene (f. eks. Figur S6) hvilke flokker og år vi har lite data (mindre enn 40 simler tilstede under merking ved bruk av lasso og mindre enn 20 simler ved bruk av gilkor). Vi vurderte å ekskludere disse, men har valgt å inkludere dem da mønsteret var det samme uavhengig av utvalgsstørrelse og innsamlingsmetode. Usikkerheten i estimatene ble imidlertid naturlignok påvirket, og dette presenterer vi i resultatkapitlet. Antall simler som ble registrert i de ulike flokkene og årene er gitt i Figur S7.

I Ressursregnskap for reindriftsnæringen er det informasjon om reintall fordelt på antall kalver, simler og okserein (Anonym 2020). Disse dataene danner grunnlaget for å beregne kalvetilgang for alle reinbeitedistriktene i Norge. I tillegg har vi systematisert en del miljøvariabler som er beskrevet under.

Innenfor de ulike reinbeitedistriktene er det i variabel grad arealer som ikke er tilgjengelig for reindriften, enten fordi det er innmark, bebyggelse, større innsjøer eller blokkmark (Ims & Kosmo 2001). Spesielt i Nord-Trøndelag er det noen distrikter som har en relativt høy andel innmark innenfor distriktsgrensene (Johansen et al. 2009). For vinterbeitene beregnet vi arealet av områder klassifisert som blautmyr, eksponerte rabber, blokkmark, berg i dagen, gras- og musesnøleier, ekstremsnøleier, bre- og snødekt mark, vann, bebygde områder og innmark (klassene 11,12, 19-24). I tillegg fjernet vi områder som i en terrengmodell med hundre meters oppløsning var brattere enn 25 grader. Dette arealet trakk vi fra på det totale vinterbeitearealet. For sommerbeitene beregnet vi hvor stort område som var dekket av klassene 1 (tett barskog), pluss klassene 20-24 og trakk dette fra på det totale sommerbeitearealet. Også her trakk vi fra områder som var brattere enn 25 grader. Ved å regne ut tilgjengelig beiteareal, er det lettere å sammenligne tetthet på tvers av distriktene. Som et alternativ til å benytte bratthetskart og vegetasjonskart kunne vi brukt oppteigningen av årstidsbeitene som er tilgjengelig på NIBIOs nettsted <https://kilden.nibio.no>. Vi erfarte imidlertid at det er stor variasjon i hvordan årstidsbeitene er definert for de ulike siidane/sijtene. Dette gjorde det vanskelig å sammenligne på tvers av områder og vi valgte å ikke bruke disse kartene.

En tommelfingerregel innen klauvdyrøkologien er at mattilgangen gjennom vinteren bestemmer hvor mange dyr det er plass til på beitene og hvor mange som reproduserer, mens mattilgangen på sommeren avgjør veksten og derigjennom størrelsen på dyrene (Klein 1965). Å få et mål på mattilgangen gjennom både sommeren og vinteren er derfor avgjørende for å forstå hvor stor andel av simlene som produserer kalv. Derfor beregnet vi tetthet både med bakgrunn i tilgjengelig areal på sommers- og vinterstid. For områdene i Finnmark hvor vinterbeitene ikke er klart beskrevet for hvert enkelt distrikt, beregnet vi gjennomsnittlig tetthet for hele flyttesystemet, for eksempel for hele midtre sone i Kautokeino. Tetthet på sommerbeitene ble derimot beregnet for hvert enkelt distrikt. De ulike distriktene har ganske klart definerte vinterbeiteområder, og ideelt sett skulle vi hatt informasjon om hver enkelt vintersiida. Når det er sagt, så er de alle en del av samme flyttesystem og beiter etter tur på store deler av beitene, så det er ikke gitt at informasjon om hver enkelt vintersiida vil bidra med veldig mye ekstra informasjon. Generelt har vi antatt at distriktene bruker halvparten av tiden på sommerbeitene, men for Kautokeino er mange mindre tid på sommerbeitene, og vi vektet tettheten på sommerbeitene til en fjerdedel mot halvparten for de andre distriktene. For Orda, som har kortere offisiell beitetid, vektet vi sommertettheten til en femtedel.

Miljøforholdene varierer også i betydelig grad mellom distriktene. Dette gjelder både i forhold til hvor mye mat som er tilgjengelig på beitene, hvor lang vekstsesongen er, hvor mye snø som faller på vinterbeitene, og i hvilken grad vinterbeitene er utsatt for isingshendelser. Hvor mye mat som er tilgjengelig på beitene, og hvor lang vekstsesongen er, kan måles gjennom bruk av fjernmålingsdata av vegetasjonen. MODIS-plattformen til NASA tar daglige bilder av bakken med en oppløsning på ca. 250 meter (Huete et al. 2002), og gjennom å sammenligne refleksjonen i det røde og det nær infrarøde spektret, får man et mål på planteproduksjonen. Ved å følge den fenologiske utviklingen gjennom sesongen kan tidspunkt for når våren kommer og hvor mye plantebiomasse som er tilgjengelig beregnes. Dette er forhold som har vist seg å ha stor betydning for kalvetilgang (Bårdsen & Tveraa 2012, Tveraa et al. 2014, Tveraa et al. 2013). Vi gjorde denne beregningen for områdene over skoggrensen og utelot blokkmark, innmark og bebygde områder (klassene 1-3, og 20-24; Johansen et al. 2009).

Meteorologisk institutt og Norges vassdrags og elektrisitetsvesen (NVE) har gjort tilgjengelig kart med informasjon om bl.a. daglig temperatur, nedbør og snødybde på nettstedet <https://senorge.no>. Ved å kombinere informasjon om temperatur, nedbør og snødybde, kan vi identifisere dager og områder hvor det har kommet regn på snø. Regn komprimerer snøen og i kombinasjon med påfølgende frost dannes det islag som det er vanskelig for reinen å trenge gjennom. Vi definerte isings-hendelser som dager med snø på bakken, nedbør og temperaturer på over 1 grad celsius. I tillegg satte vi som krav at mer enn 95% av vinterbeiteområdet måtte være berørt av hendelsen.

Totalt har vi samlet data på kalvetilgang (andel simler med kalv) fra 15 ulike sommerflokker i totalt 117 år. Datamaterialet omfatter 6388 observasjoner av individmerkede simler i forbindelse med kalvemerking for å registrere hvorvidt de har lyktes med å produsere kalv. Vi begrenset analysen til simler som var eldre enn ett år ettersom drektighetsanalysene har vist at bare en meget lav andel (0-5%) av simlekalvene er drektige. I tillegg har vi kun med to anledninger observert ettåringer med kalv under merking, slik at andelen er så liten at vi mener den kan anses som lik null. Vi har aldri observert simler med tvillingskalver. Av og til kan en simle ha to kalver som følger henne for en kort periode, men vi har aldri observert at ei simle har to kalver som følger over lengre tid. Med det som utgangspunkt har vi brukt en statistisk modell hvor vi for hver flokk og hvert år har modellert andelen simler som er observert med kalv. Videre antok vi at andelen simler som ble observert med kalv både er påvirket av andelen simler som er drektige og andelen av simlene som får kalv.

Vi bygde en modell for å teste de mulige årsakssammenhengene skissert i Figur 1. Vi evaluerte om tetthet påvirket slaktevektene på oksekalvene som er rapportert i ressursregnskapet, og videre i hvilken grad vekt påvirket andelen simler som vi registrerte drektige og som ble observert med kalv. Videre bygde vi inn i modellen at andelen simler som kan få kalv er avhengig av andelen simler som er drektige og evaluerte i hvilken grad snømengde, isings-hendelser, tidspunkt for vår og planteproduksjonen på sommerbeitene påvirket andelen simler som ble observert med kalv.

Vi valgte ut vektene på kun oksekalvene ettersom det er vist at det er store forskjeller mellom ulike distrikter i hvor stor andel simlekalver de slakter, og dette påvirker den gjennomsnittlige slaktevekten ettersom hannkalvene er større enn hunnkalvene (Anonymous 2019). Årsaken til at vi brukte slaktevekter fra ressursregnskapet framfor vekter på de individmerkede kalvene som vi fulgte som en del av prosjektet, er at vi ønsket å kunne bruke modellen til å beregne kalvetilgang også for alle flokkene hvor det finnes slaktevekter og reintallsdata.

Vi brukte en Bayesisk analysetilnærming (Gelman & Hill 2007). Analysene ble kodet i rjags (Plummer et al. 2022). Alle prediktorene ble sentrert til sin gjennomsnittsverdi og variansen skalert til 1 før vi analyserte den relative betydningen av de ulike prediktorene. Tetthet ble i tillegg først log-transformert. For å lette tolkningen av resultatene presenterer vi også estimater for variable som ikke er skalert, men hvor variablene er sentrert til gjennomsnittet for variabelen for

å lette estimeringen. Vi har imidlertid delt tidspunkt for vår på 7 (en uke), ganget planteproduksjon med 100 for at koeffisientene skulle bli på omtrent samme skala.

Vi baserte parameterestimaterne og kredibilitetsintervallene på fire kjeder av 60000 iterasjoner hvor de 10000 første iterasjonene ble forkastet som oppvarming. For å unngå autokorrelasjon mellom iterasjonene brukte vi hver 20. permutasjon som resulterte i 10000 permutasjoner i hver analyse.

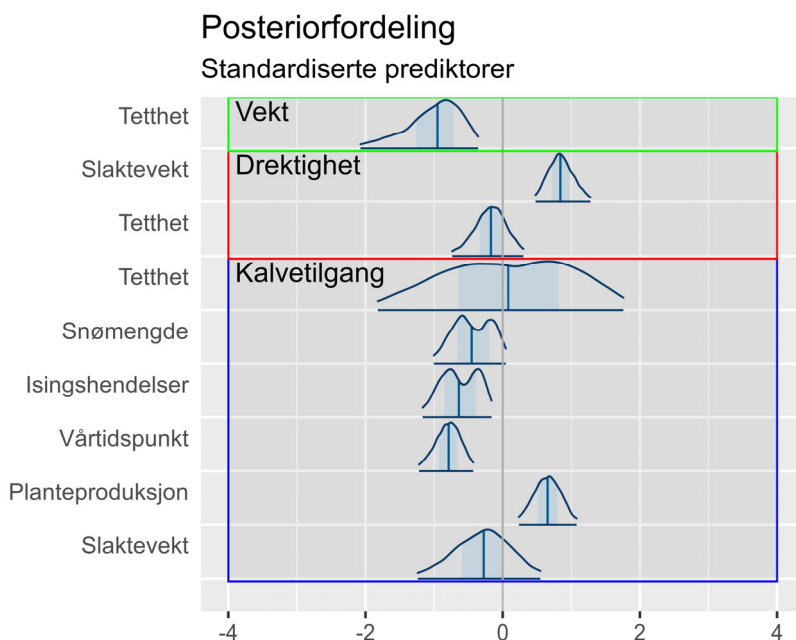
Vi inkluderte flokk og år som tilfeldige faktorer i modellen og evaluerte hvor bra modellene konvergente ved å studere miksingen av de de ulike kjedene og sjekket at r hat verdiene lå rundt 1 (Gelman & Rubin 1992).

### 3 Resultater

Det var stor variasjon i snømengde på vinterbeitene for de ulike flokkene. Tjåekere i Nord-Trøndelag var den flokken hvor vi registrerte mest snø på vinterbeitene i 2012, men også i de andre områdene har det vært mye snø i enkelte år, sånn som i 2020 da det var rekordmye snø både i Gåebrien og i Rávdol (Figur S1). Det tilsier stor variasjon i beitetilgang vinterstid mellom år og områder.

I Finnmark inntraff isings-hendelser bare i enkelte år mens det i de kystnære områdene skjedde i stort omfang hvert år. På Fosen hadde vi fra 6-22 isings-hendelser de fire årene studiene ble gjennomført der, mens det i Rávdol har vært mellom 0-6 Isings-hendelser (Figur S2). De to flokkene lever vinterstid under svært forskjellige klimatiske forhold og derigjennom også med svært ulik tilgang til beitene.

Tidspunkt for når det ble vår varierer med inntil en måned mellom år (Figur S3). Det gjenspeiler stor variasjon i hvor tidlig næringsrik vegetasjon blir tilgjengelig for reinen. Det er også betydelig med variasjon i planteproduksjonen mellom områder og år (Figur S4). For Karasjokflokkene ser det i tillegg ut til å ha vært en nedgang over år.



Figur 3. Posteriorfordeling på standardiserte prediktorvariable med usikkerhetsestimert. Det fargelagte området i figuren angir 50% intervall mens selve figuren angir 95% intervall.

Det var stor variasjon i tetthet mellom de ulike flokkene, og for enkelte av flokkene som vi har fulgt over flere år var det også betydelig variasjon over år (Figur S5). Flokkene i Karasjok og Kautokeino vokste raskt etter tusenårsskiftet, men har i senere år stabilisert seg og gått litt ned. Generelt er det et mye større spenn i tetthet

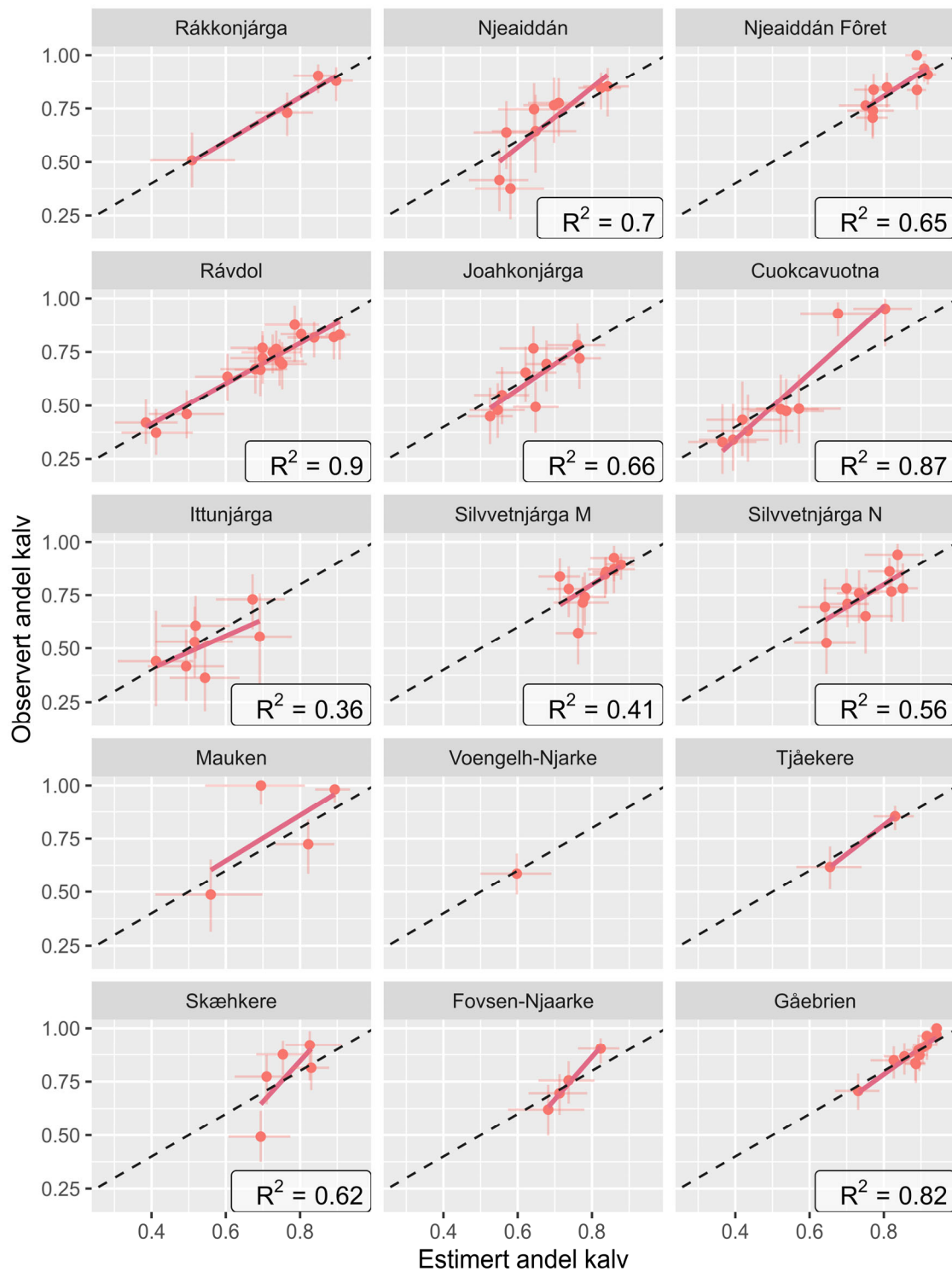
i Finnmarksflokkene enn i de andre flokkene.

Karasjokflokkene (Njeaiddán og Rávdol) har noe høyere tetthet på sommerbeitene enn på vinterbeitene, mens

Kautokeinflokkene (Joahkonjárga og Silvvetnjárga), har vesentlig høyere tetthet på sommerbeitene enn på vinterbeitene. I flokkene utenfor Finnmark er det omtrent like stor tetthet på

sommer- og vinterbeitene. Rákkonjárga og Gåebrien har høyere tetthet på vinterbeitene enn på sommerbeitene og beiter dermed trolig mer samlet på vinterstid enn på sommerstid.

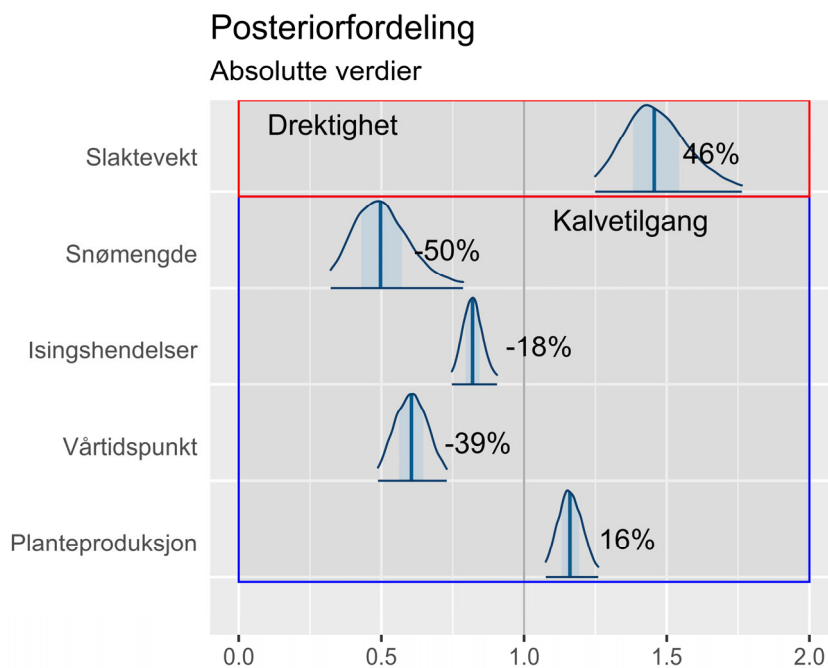
Det var en viss variasjon i andelen simler som ble registrert drektige (Figur S6), men som forventet var det større variasjonen i andelen simler som ble observert med kalv både mellom år og flokker. I enkelte år har kalvetilgangen vært svært høy. På det meste har det vært registrert mellom 78 % og 100 % kalv i de ulike flokkene som vi fulgte i to eller flere år. Tilsvarende har det på de minste vært observert mellom 23 % og 71 % kalvetilgang (Figur S7). Et særtrekk er at det kan være stor variasjon mellom år. I Rákkonjárga var andelen simler som ble observert med



Figur 4. Observert andel kalv mot estimert andel kalv basert på individmerkede simler fra 15 forskjellige sommergrupper. Den stiplede linjen angir 1:1 forholdet mellom observert og estimert andel kalv. R<sup>2</sup> er kun vist for flokker med observasjoner av kalvetilgang i fem år eller mer.



kalv i august 51 % i 2017 og 88 % i 2018. I Njeaiddánflokken som ikke ble føret ble det under merkingen i slutten av juni registrert 74 % kalv i 2005 og 38 % i 2006, i Rávdol ble det observert at 81 % av simlene hadde kalv i september 2016 mens det året etter ble observert 37 %. I Cuokcavuotna ble det under merkingen i 2010 registrert at 92 % av simlene hadde kalv, mens året etter ble bare 33% av simlene sett med kalv. I Tjåekere sijte i 2011 og 2012 var andelen simler som ble observert med kalv på henholdsvis 85% og 62%. I enkelte år var andelen simler som ble observert med kalv svært høy og lå i flere tilfeller over det som ble beregnet med bakgrunn i kjente drektighetsrater og en antatt dødelighet på 6 % mellom fødsel og merking, mens i andre år var andelen simler som ble observert med kalv svært lav og lå betydelig under det som var forventet med bakgrunn i kjente drektighetsrater.



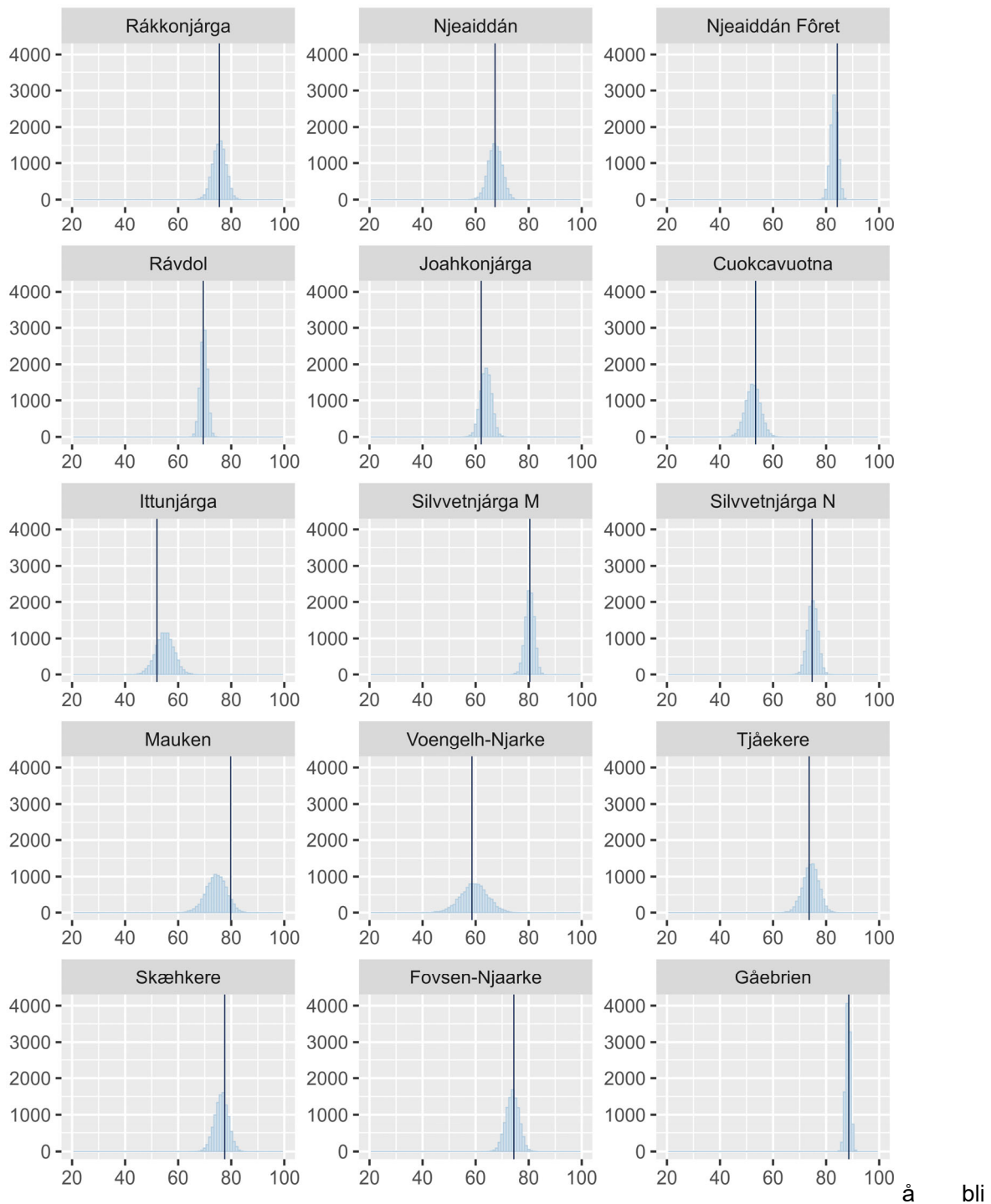
Figur 5: Posteriorfordeling for absolutte prediktorvariabler presentert som odds med usikkerhetsestimater. Det fargelagte området i figuren angir 50% intervall mens selve figuren angir 95% intervall. Enhetene er: Slaktevekt = kg; Snømengde = meter; Isingshendelser = antall; Vårtidspunkt = uke, Planteproduksjon = 1/100.

planteproduksjon (Figur 3). Med bakgrunn i disse estimatene fjernet vi effekten av tetthet på drektighet og kalvetilgang, samt effekten av vekt på kalvetilgang, og kjørte modellen på nytt for å oppdatere parameterestimaterne for de gjenværende prediktorene. I den endelige modellen ble dermed slaktevekt modellert som en funksjon av tetthet, mens drektighet ble modellert som en funksjon av slaktevekt, mens sannsynligheten for å produsere kalv ble modellert som en funksjon av snømengde, antall isingshendelser, tidspunkt for vår og planteproduksjonen på sommerbeitene. Denne modellen forklarte mellom 36 og 90 % av variasjonen i andelen simler som ble observert med kalv i studieflokkene (Figur 4).

For å få estimater som er lettere å tolke kjørte vi den endelige modellen på ikke-standardiserte prediktorvariabler. Modellen viser at en økning i reintallet på en rein per kvadratkilometer reduserer slaktevektene med 0,36 kg, mens en økning i slaktevektene på en kg øker odds for

I likhet med hva vi har funnet tidligere var det en nøye sammenheng mellom reintetthet og slaktevekt, og slaktevekt har en positiv effekt på drektighet. Tetthet så i tillegg ut til å ha en negativ innvirkning på drektighet, men parameterestimater var usikkert og 95%-intervallet overlappet 0. For kalvetilgang var tetthetsestimater derimot tilnærmet likt 0 og med stor usikkerhet. Estimater for slaktevekt på kalvetilgang var negativt, men også her overlappet 95%-intervallet 0.

Posteriorfordelingen for snø overlappet også så vidt 0. 95%-intervallet for isingshendelser og tidspunkt for vår var negativt mens det var positivt for



Figur 6. Gjennomsnittlig prosentandel kalv observert under merking (mørkeblå heltrukken linje) og estimert andel kalv basert på simuleringene fra modellen (lyseblå) for de ulike studieflokkene.

drektig med 46%. En økning i snømengden på en meter reduserer oddsen for å produsere kalv gitt drektig med 50%. En isingshendelse reduserer oddsen for å produsere kalv gitt drektig med 18%. En uke senere vår reduserer oddsen for å produsere kalv gitt drektig med 39%. En økning i planteproduksjonen med en hundredel øker oddsen for å produsere kalv gitt drektig med 16% (Figur 5).

For flokker hvor vi har flere år med data er det mindre usikkerhet i estimatene enn for flokker med få år med data. For eksempel ser vi at Voengelh-Njarke hvor vi kun har data fra ett år er usikkerheten større enn i Rávdol hvor vi har data fra flere år (Figur 6). I Ittunjárga hvor vi har få observasjoner i hvert år er det også større usikkerhet enn Gåebrien hvor vi har flere observasjoner hvert år. Dette er som forventet, men illustrerer behovet for å ha data over flere år og helst et utvalg på rundt 100 simler.

Andel simler eldre enn ett år med kalv kan beskrives med følgende ligning:

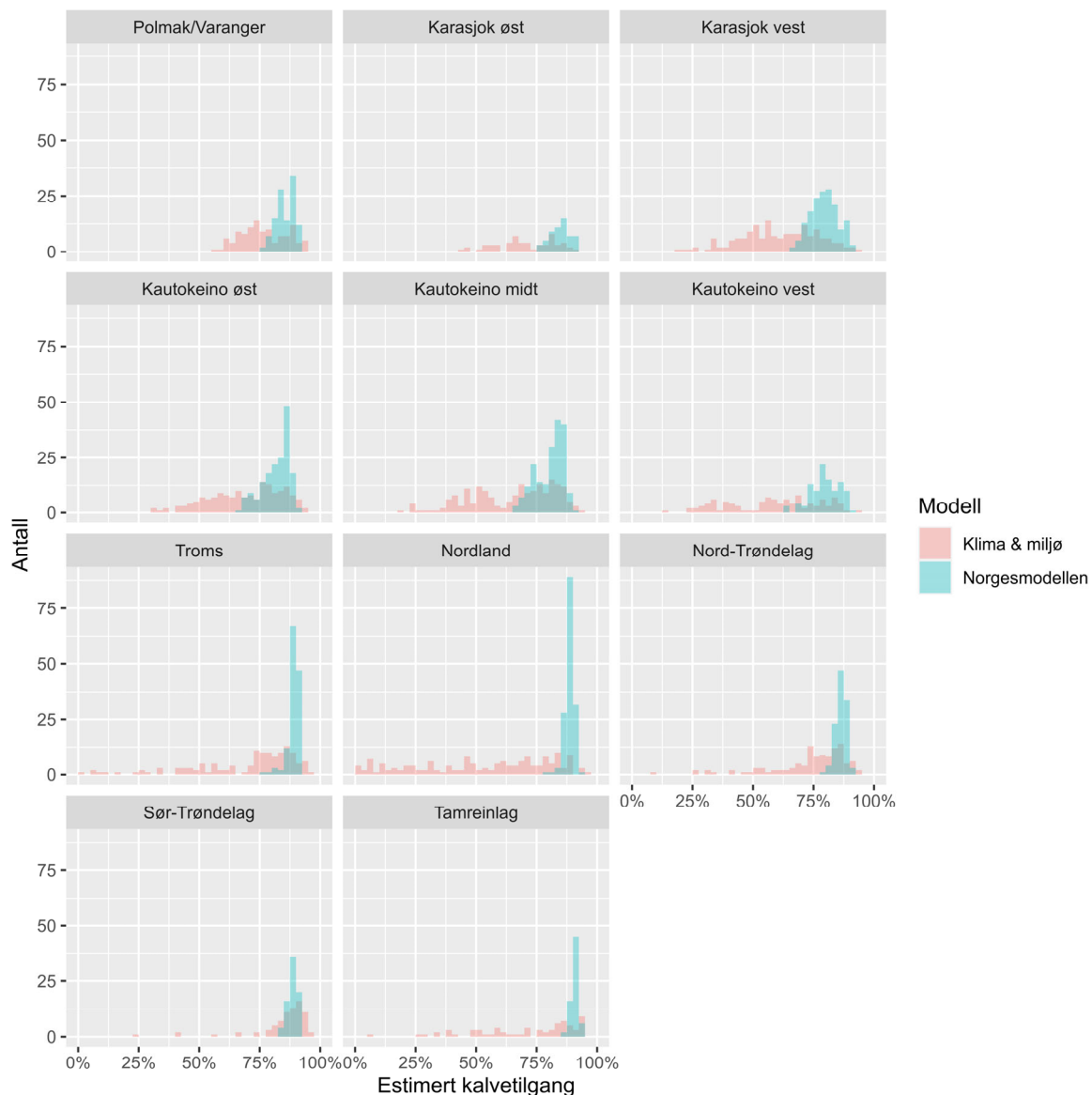
*Andel kalv =*

*logit ( 2,10 + 0,376\*[slaktevekt - 19,83] ) \**

*logit( 2,00 - 0,699\*[snømengde - 1,69] - 0,199\*[isingshendelser - 2,214] - 0,502\*[tidspunkt for vår - 163,8] / 7 + 0,149\*[planteproduksjon - 0,368] \*100 )*

hvor  $\text{logit}(p) = \ln(p/(1-p))$

Ligningen over kan brukes til å predikere kalvetilgang for hele reindriften på samme måte som Norgesmodellen brukes for å beregne kalvetilgang med bakgrunn i kun slaktevekter (Figur 7). Modellen presentert i denne rapporten gir som forventet en større spredning i beregnet kalvetilgang. Et sammendrag av resultatene ved bruk av modellen på de ulike reinbeitedistriktene i Norge er gitt i Tabell S1.



**Figur 7.** Beregnet andel simler med kalv basert på Norgesmodellen hvor andelen simler med kalv beregnes med bakgrunn i slaktevekter for kalv foregående år og drektighet minus et flatt kalvetap mellom fødsel og merking på 6 % (Tveraa et al. 2016), og modellen presentert i denne rapporten hvor andelen simler med kalv også beregnes med bakgrunn i slaktevekter, snømengde, antall isings-hendelser, tidspunkt for vår og planteproduksjon.

## 4 Diskusjon

Vi har bygget videre på Norgesmodellen som forklarer andelen simler som blir drektige og fant i tillegg at snømengde, antall isingshendelser, tidspunkt for vår og planteproduksjonen på sommerbeitene er viktige forhold for å forstå andelen simler som produserer kalv.

Det var stor variasjon i andelen simler som ble registrert med kalv under kalvemerking i studieflokkene. På det laveste registrerte vi 37 % kalv og på det meste ble det registrert 100% kalv. Vi fant også stor variasjon mellom år innad i flokker. I Østre-Namdal/Tjåekere registrerte vi 85 % i 2011. Året etter registrerte vi 62 % kalv. Denne variasjonen i kalvetilgang kan forklares av variasjon mellom år i beiteforhold. For eksempel kom våren halvannen uke senere i 2012 og vi registrerte fem isingshendelser, mot to i 2011. I tillegg var det 30% mer snø i 2012 enn i 2011. Forskjeller mellom områder kan også være betydelige. Voengelh-Njaarke opplevde over dobbelt så mange isingsepisoder som Tjåekere, men våren kom til gjengjeld nesten en uke tidligere i Voengelh-Njaarke. Disse forskjellene i beiteforhold ser vi har store effekter på hvor stor andel av simlene som produserer kalv. Det er store lokale forskjeller i snømengde og i hvor stor grad beitene utsettes for isingshendelser. I tillegg til beiteforholdene vinterstid, er kalvetilgangen påvirket av hvor tidlig våren kommer og hvor mye mat det er på beitene. Det illustrerer hvor komplisert det er å forstå kalvetilgang både innad og mellom flokker.

Vi fant ikke sterke bevis for at reintetthet hadde en direkte effekt hverken på andelen simler som blir drektige eller andelen som produserte kalv. Den viktigste effekten av tetthet ser ut til å gå gjennom slaktevektene. Høy tetthet gir lavere slaktevekter, og derigjennom lavere forventet drektighet og dermed også lavere forventet kalvetilgang. Mer data vil i framtiden kunne belyse hvorvidt tetthet også påvirker sannsynligheten for at simlene er i stand til å beholde fosteret gjennom vinteren, eller om aborter gjennom vinteren primært skjer som et resultat av lav kroppsvekt ved inngangen til vinteren.

Vi fant at både mye snø og antall isingshendelser hadde negativ effekt på andelen simler som produserte kalv. Mye snø er opplagt negativt for reinen, men det er generelt god forståelse for at det er snøens kompakthet, og da spesielt islag som dannes i snøen i etterkant av mildvær og regn, som er det som har størst negativ innvirkning på reinens mulighet for å kunne grave seg ned til bakken (Skjenneberg & Slagsvold 1968). Isingsforhold inntreffer oftere langs kysten enn lengre inn i landet. Dette gjør reindriften i kystområdene sårbare selv om reinen er i generelt godt hold før vinteren setter inn.

Tidspunkt for når våren kommer og hvor stor planteproduksjonen er har stor innvirkning på hvor stor andel av simlene som produserer kalv. En sein vår forlenger i praksis vinteren og tiden uten tilgang på næringsrik mat på den tiden av året hvor energireservene er på sitt laveste. Det er trolig derfor at vårtidspunktet er så viktig for at simlene skal lykkes med å fostre opp kalven.

Norgesmodellen antar at 6% av de fødte kalvene ikke er levedyktige og dør før kalvemerking. Maksimal kalvetilgang vil dermed bli 94 %, mens vi med utgangspunkt i antall kalv på merking finner at bortimot alle simlene kan ha kalv i enkelte år. Dette samsvarer med tidligere publiserte resultater fra begynnelsen av åttitallet i Gåebrien sijte (Riast/Hylling) hvor det ble vist at kalvetapet mellom fødsel og merking er mindre når ressursforholdene for simlene er gode enn når ressursforholdene er mer begrenset (Lenvik & Aune 1988). I motsatt ende, viser modellen som vi har presentert her at kalvetilgangen kan være betydelig lavere enn det som beregnes av Norgesmodellen. Dette inntreffer når reintetthetene er høye eller når beiteforholdene er svært vanskelige, sånn som f. eks. i årene 2017 og 2020. Lav kalvetilgang forventes også på mer generell basis for flere av distriktene i Nordland og Troms hvor beiteforholdene vinterstid er generelt vanskelige, og for en del av Kautokeino og Karasjok flokkene med høye tettheter og lave vekter. Modellen gir dermed innsikt i hvilke utfordringer som er gjeldende for de ulike distriktene.

Modellen presentert her tar utgangspunkt i Norgesmodellen. I tillegg fanger den opp kjente effekter av beiteforhold på andelen kalver som forventes å klare seg fram til merking. I sum

resulterer det i at modellen presentert her gir høyere forventet kalvetilgang for flokker med høye slaktevekter og gode beiteforhold, mens lave vekter eller dårlige beiteforhold gir forventning om lavere kalvetilgang.

Det kan diskuteres om modellen bør brukes for Tamreinlagene i og med at ingen flokker fra Tamreinlagene har vært inkludert i de individbaserte studiene som danner grunnlaget for modellen. I tillegg driftes til på et annet vis enn de samiske reindrifftsområdene.

For å utvikle modellen er det brukt individdata fra en rekke flokker spredt fra Tana i Nord-Øst til Røros i sør. Dette omfatter i stor grad de samme flokkene som dannet grunnlaget for Norgesmodellen (Tveraa et al. 2016). For Finnmark og Trøndelag er det data fra flere flokker tilgjengelig, mens for Troms og Nordland kun er data fra to flokker og bare noen få år. Det er begrenset med data fra flokker med tettheter over ca 12 dyr per kvadratkilometer, for snømengder over 3 (i meter vannekvivalenter) og for mer enn 6 isingshendelser. Data fra Nordland og Troms hvor det er relativt mye snø på vinterbeitene og hvor det oftere er mildværsperioder med regn vinterstid vil utfylle det datagrunnlaget som finnes per i dag. Nordland er det reinbeiteområdet hvor modellen predikerer lavest andel kalv per simle. Dette samsvarer bra med situasjonen i Fylket hvor flere distrikter sliter med svært lav kalvetilgang. I Troms er det flere distrikter hvor det slaktes lite og hvor det følgelig mangler slaktedata. Også for Troms tilsier dagens kunnskap at det er vanskelig å opprettholde høy produksjon i mange av distriktene fordi vinterforholdene er vanskelige.

Værforhold som påvirker beitetilgangen gjennom snømengde eller låsing av beitene har stor innvirkning på andelen simler som produserer kalv. De pågående klimaendringene gjør at vi i årene som kommer forventer mer nedbør vinterstid og flere perioder med mildvær og regn på snø. Dette kan ha svært negative effekter for reinens mulighet til å skaffe seg mat vinterstid (Hansen et al. 2011). I ytterste konsekvens kan beitene bli snøfrie vinterstid om noen få tiår (Xu et al. 2013). Hvilke effekter det har er utenfor målet for denne rapporten, men inntil det skjer tilsier resultatene presentert her at beiteforholdene vinterstid kan bli vanskelige, og at dette kan ha store negative konsekvenser for hvor mange simler som produserer kalv. Kraftig regn og relativt lite snø som danner en ugjennomtrengelig iskappe for reinen er kjent for å ha store negative effekter (Skjenneberg & Slagsvold 1968, Aanes et al. 2000) og kan tvinge fram en mer ustrakt bruk av føring for å sikre overlevelse av voksne dyr også andelen simler som produserer kalv. Fullføring av rein vinterstid krever imidlertid svært god infrastruktur og mat tilsvarende 1.5-2 kg kraftfôr per simle per dag (Åhman 2000). Per i dag er det svært få distrikter som har infrastruktur og økonomi til å gjennomføre dette, og reintallet må uansett tilpasses beitegrunnlaget om føring skal være effektivt fordi beiteressursene sommerstid også er begrenset (Ballesteros et al. 2013). Dette gjenspeiler seg i Njeáiddan-flokken som ble føret på ettervinteren og gjennom kalvingsperioden. Andelen kalv som ble observert var noe høyere, men flokken syntes ellers å være påvirket av de samme prosessene som flokken som ikke ble føret. Kalvemerkingen var dessuten ca en måned tidligere, i slutten av mai, eller begynnelsen av juni i flokken som ble føret, og dette kan også ha påvirket estimatene. Samtidig ser vi at vårtidspunkt og planteproduksjonen på sommerbeitene også har stor innvirkning på hvor stor andel av simlene som produserer kalv. Hvordan klimaendringene påvirker grøntbeitene gjennom sommeren vil derfor også ha innvirkning på hvordan reindriften påvirkes av klimaendringene.

## 5 Referanser

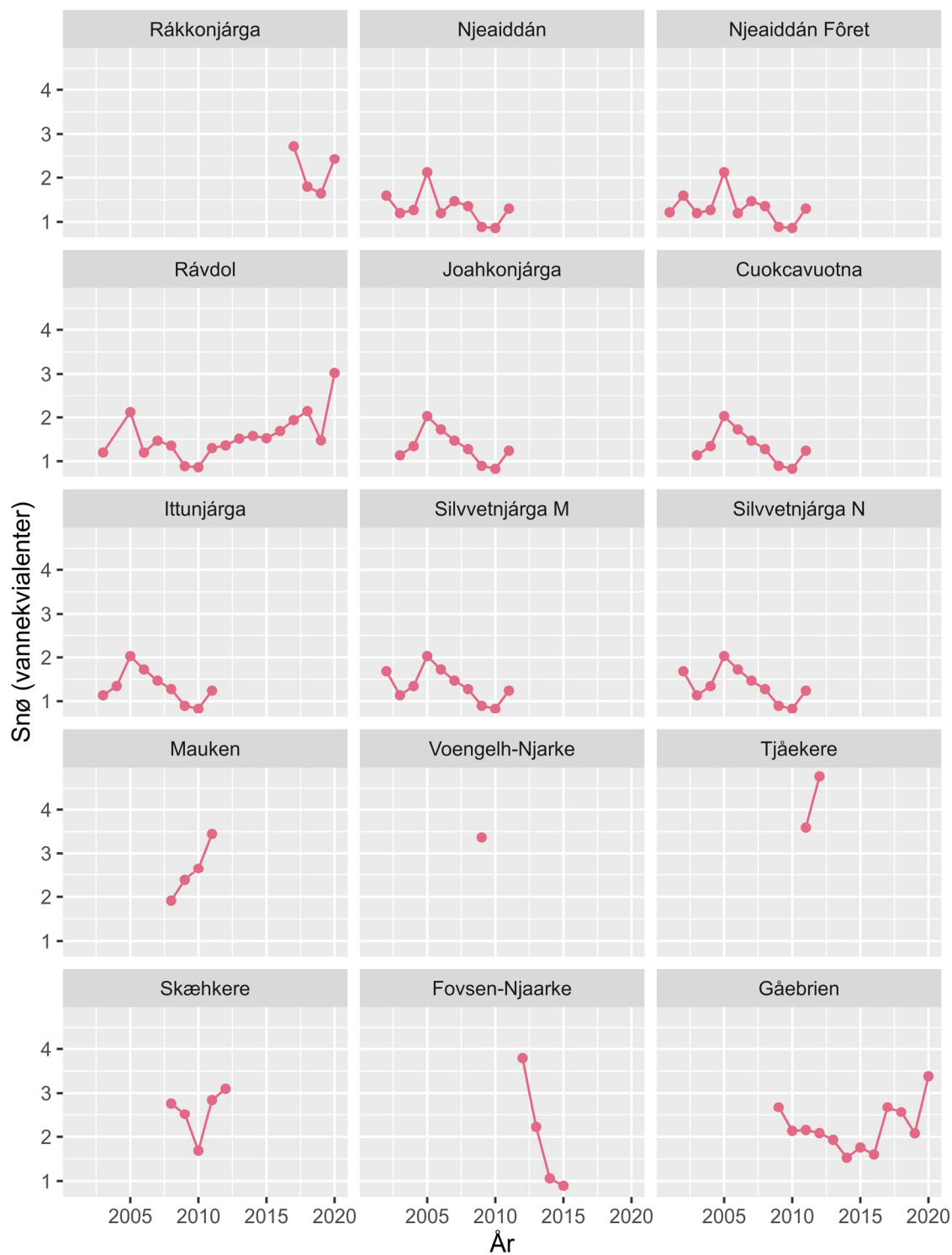
- Anonym. 2020. Ressursregnskap for reindriftsnæringen. Landbruksdirektoratet. Avdeling reindrift.
- Anonymous. 2019. Ressursregnskap for reindriftsnæringen. Reindriftsforvaltningen.
- Ballesteros, M., Bårdsen, B.J., Fauchald, P., Langeland, K., Stien, A. & Tveraa, T. 2013. Combined effects of long-term feeding, population density and vegetation green-up on reindeer demography. *Ecosphere* 4(4): art45.
- Bårdsen, B.-J. & Tveraa, T. 2012. Density-dependence vs. density-independence – linking reproductive allocation to population abundance and vegetation greenness. *Journal of Animal Ecology* 81: 364-376.
- Bårdsen, B.-J., Næss, M.W., Tveraa, T., Langeland, K. & Fauchald, P. 2014. Risk-sensitive reproductive allocation: fitness consequences of body mass losses in two contrasting environments. *Ecology and Evolution* 4(7): 1030-1038.
- Bårdsen, B.J., Fauchald, P., Tveraa, T., Langeland, K., Yoccoz, N.G. & Ims, R.A. 2008. Experimental evidence of a risk-sensitive reproductive allocation in a long-lived mammal. *Ecology* 89(3): 829-837.
- Bårdsen, B.J., Tveraa, T., Fauchald, P. & Langeland, K. 2010. Observational evidence of risk-sensitive reproductive allocation in a long-lived mammal. *Oecologia* 162(3): 627-639.
- Eloranta, E. & Nieminen, M. 1986. Calving of the experimental reindeer herd in Kaamanen during 1970-85. *Rangifer* 1: 115-121.
- Fauchald, P., Tveraa, T., Henaug, C. & Yoccoz, N. 2004a. Adaptive regulation of body reserves in reindeer, *Rangifer tarandus*: a feeding experiment. *Oikos* 107(3): 583-591.
- Fauchald, P., Tveraa, T., Yoccoz, N.G. & Ims, R.A. 2004b. En økologisk bærekraftig reindrift. Hva begrenser naturlig produksjon og høsting? NINA Fagrapport 76.
- Gelman, A. & Rubin, D.B. 1992. Inference from Iterative Simulation Using Multiple Sequences. *Statist. Sci.* 7 457–472.
- Gelman, A. & Hill, J. 2007. *Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models*. Cambridge University Press.
- Hansen, B.B., Aanes, R., Herfindal, I., Kohler, J. & Saether, B.E. 2011. Climate, icing, and wild arctic reindeer: past relationships and future prospects. *Ecology* 92(10): 1917-1923.
- Helle, T. & Kojola, I. 1993. Reproduction and mortality of Finnish semidomesticated reindeer in relation to density and management strategies. *Arctic* 46(1): 72-77.
- Hendrichsen, D.K. & Tyler, N.J.C. 2014. How the timing of weather events influences early development in a large mammal. *Ecology* 95(7): 1737-1745.
- Huete, A., Didan, K., Miura, T., Rodriguez, E.P., Gao, X. & Ferreira, L.G. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment* 83(1-2): 195-213.
- Ims, A.A. & Kosmo, A.J. 2001. Høyeste reintall for distriktene i Vest-Finnmark. Reindriftsforvaltningen, Alta. s 153.
- Johansen, B., Aarrestad, P.A. & Øien, D.I. 2009. Vegetasjonskart for Norge basert på satellittdata. NORUT IT.

- Klein, D.R. 1965. Ecology of Deer Range in Alaska. *Ecological Monographs* 35: 259-284.
- Lenvik, D. & Aune, I. 1988. Utvalgsstrategi i reinflokken. IV. Det tidlige kalvetap relatert til mødrenes vekt. *Norsk landbruksforskning* 2: 71-76.
- Lenvik, D. 1990. Flokkstrukturering - tiltak for lønnsom og ressurstilpasset reindrift. *Rangifer* 4(Special Issue): 21-35.
- Lenvik, D. 2005. Utviklingen av bærekraft i reindriften i Trøndelag og Jotunheimen - "Rørosmodellen" Jord og gjerning. *Norsk Landbruksmuseum, Ås*. S. 9-26.
- Odden, J., Mattisson, J., Linnell, J.D.C., Langeland, K., Stien, A. & Tveraa, T. 2018. Rovdyr og rein i Midt-Norge NINA Rapport 1380.
- Plummer, M., Stukalov, A. & Denwood, M. 2022. rjags: Bayesian Graphical Models using MCMC. <https://cran.r-project.org/web/packages/rjags/>.
- Skjenneberg, S. & Slagsvold, L. 1968. Reindriften og dens naturgrunnlag. Universitetsforlaget
- Stien, A. & Tveraa, T. 2007. Delrapport for prosjektet "Utvikling av modell for beregning av kalvetilgangen i reindriften".
- Tablado, Z., Fauchald, P., Mabile, G., Stien, A. & Tveraa, T. 2014. Environmental variation as a driver of predator-prey interactions. *Ecosphere* 5: art164-art164.
- Tveraa, T., Fauchald, P., Henaug, C. & Yoccoz, N.G. 2003. An examination of a compensatory relationship between food limitation and predation in semi-domestic reindeer. *Oecologia* 137: 370-376.
- Tveraa, T., Fauchald, P., Yoccoz, N.G., Ims, R.A., Aanes, R. & Høgda, K.A. 2007. What regulate and limit reindeer populations in Norway? *Oikos* 116: 706-715.
- Tveraa, T., Stien, A., Bårdsen, B.J. & Fauchald, P. 2013. Population densities, vegetation green-up, and plant productivity: impacts on reproductive success and juvenile body mass in reindeer. *PLoS ONE* 8: e56450.
- 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* 10.1111/1365-2664.12322.
- Tveraa, T., Stien, A. & Langeland, K. 2016. Oppdatering av tallgrunnlaget for beregning av rovviltskadeerstatning på tamrein. NINA Rapport 1248, 28 pp.
- Tyler, N.J.C. 2010. Climate, snow, ice, crashes, and declines in populations of reindeer and caribou (*Rangifer tarandus* L.). *Ecological Monographs* 80: 197-219.
- Veiberg, V., Loe, L.E., Albon, S.D., Irvine, R.J., Tveraa, T., Ropstad, E. & Stien, A. 2017. Maternal winter body mass and not spring phenology determine annual calf production in an Arctic herbivore. *Oikos* 126: 980-987.
- Xu, L., Myneni, R.B., Chapin, F.S., Callaghan, T.V., Pinzon, J.E., Tucker, C.J., Zhu, Z., Bi, J., Ciais, P., Tommervik, H., Euskirchen, E.S., Forbes, B.C., Piao, S.L., Anderson, B.T., Ganguly, S., Nemani, R.R., Goetz, S.J., Beck, P.S.A., Bunn, A.G., Cao, C. & Stroeve, J.C. 2013. Temperature and vegetation seasonality diminishment over northern lands. *Nature Climate Change* 3: 581-586.
- Åhman, B. 2000. Utfodring av renar. GTC Grafisk Huset, Luleå.

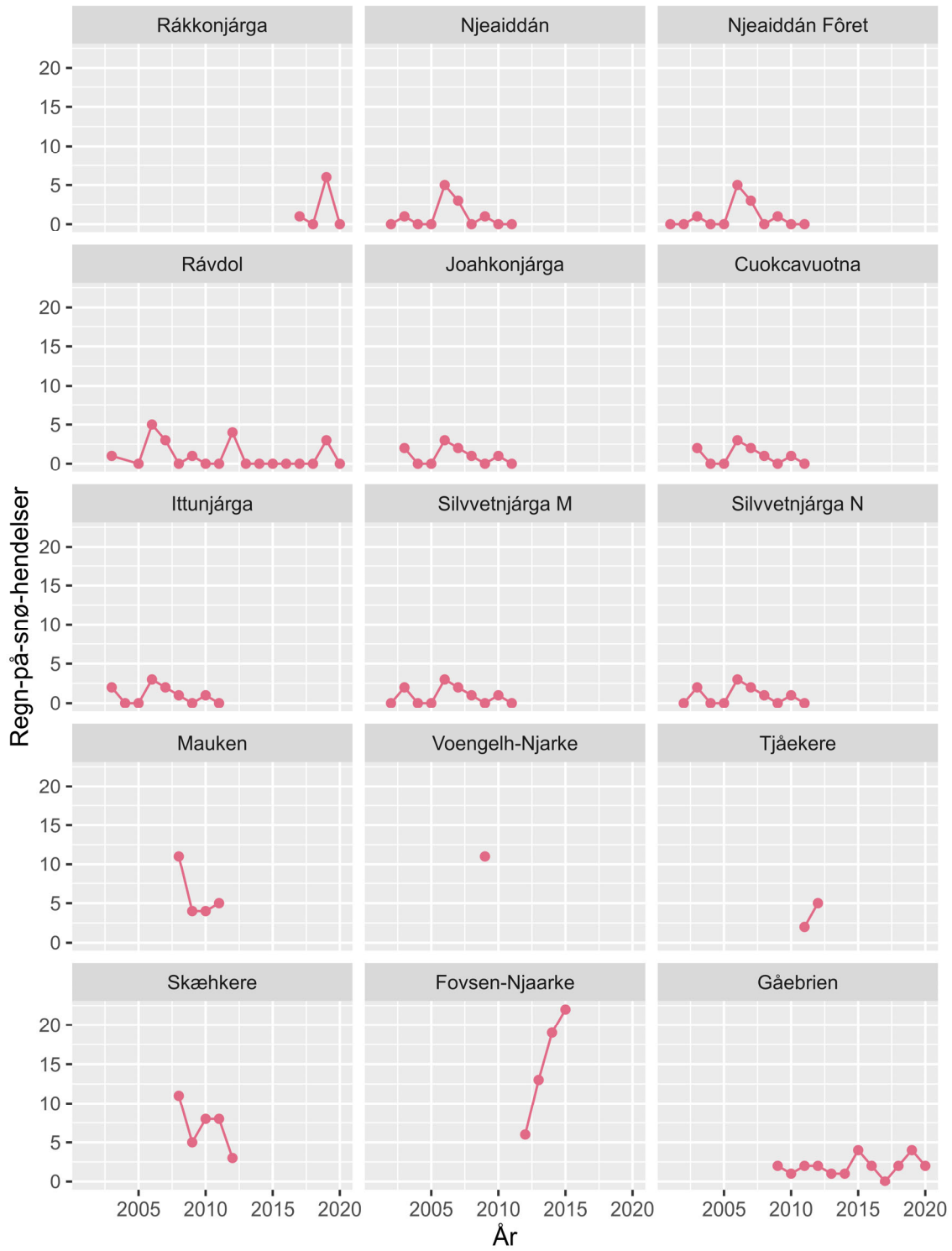


- Aanes, R., Sæther, B.-E. & Øritsland, N.A. 2000. Fluctuations of an introduced population of Svalbard reindeer: The effects of density dependence and climatic variation. *Ecography* 23: 437-443.
- Aanes, R., Sæther, B.-E., Smith, F.M., Cooper, E.J., Wookey, P.A. & Øritsland, N.A. 2002. The Arctic Oscillation predicts effects of climate change in two trophic levels in a high-arctic ecosystem. *Ecology Letters* 5: 445-453.

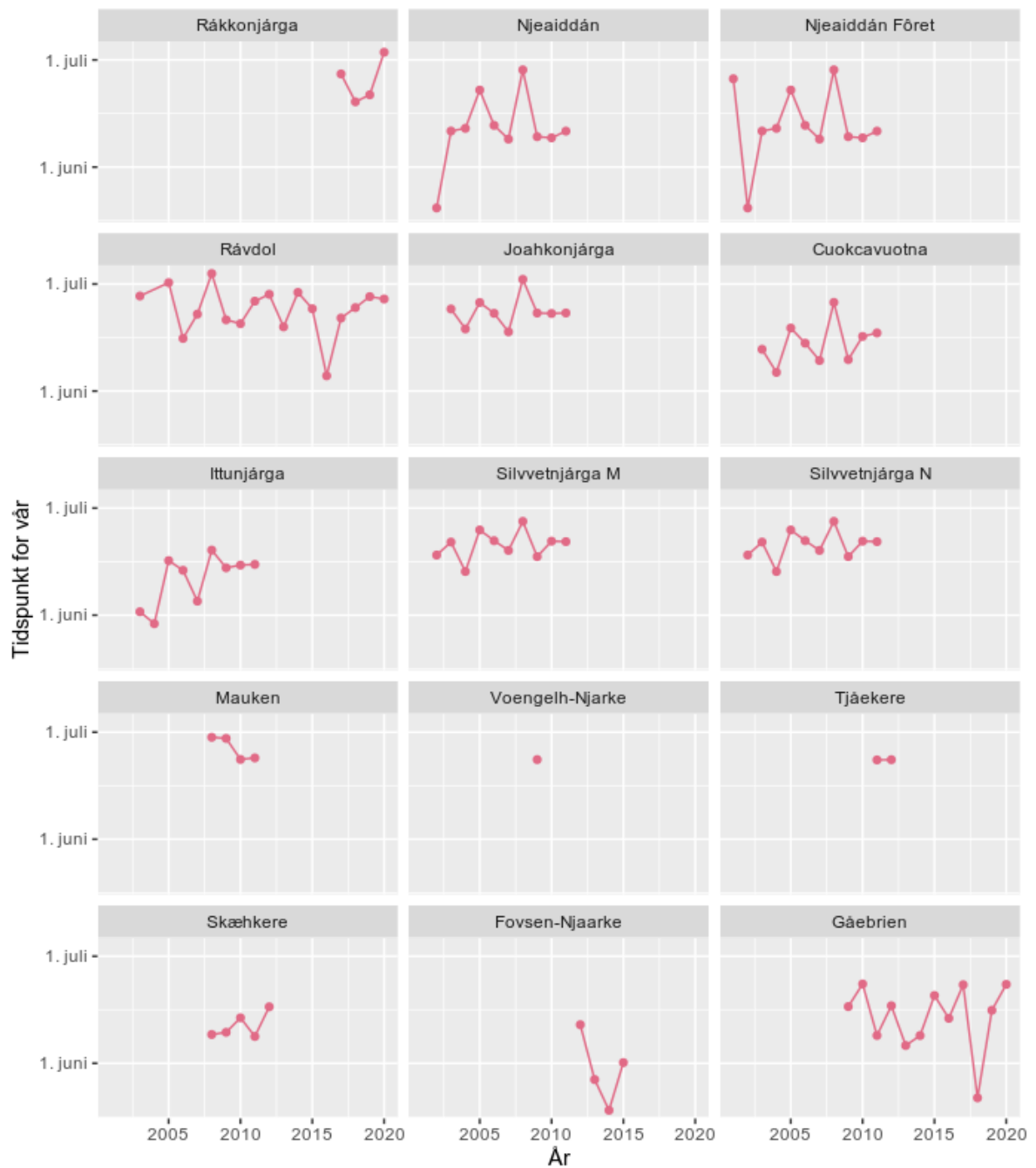
## **6 Supplerende figurer og tabeller**



Figur S1. Maksimal snømengde (målt i vannekvivalenter) på vinterbeitene for hver av studieflokkene.



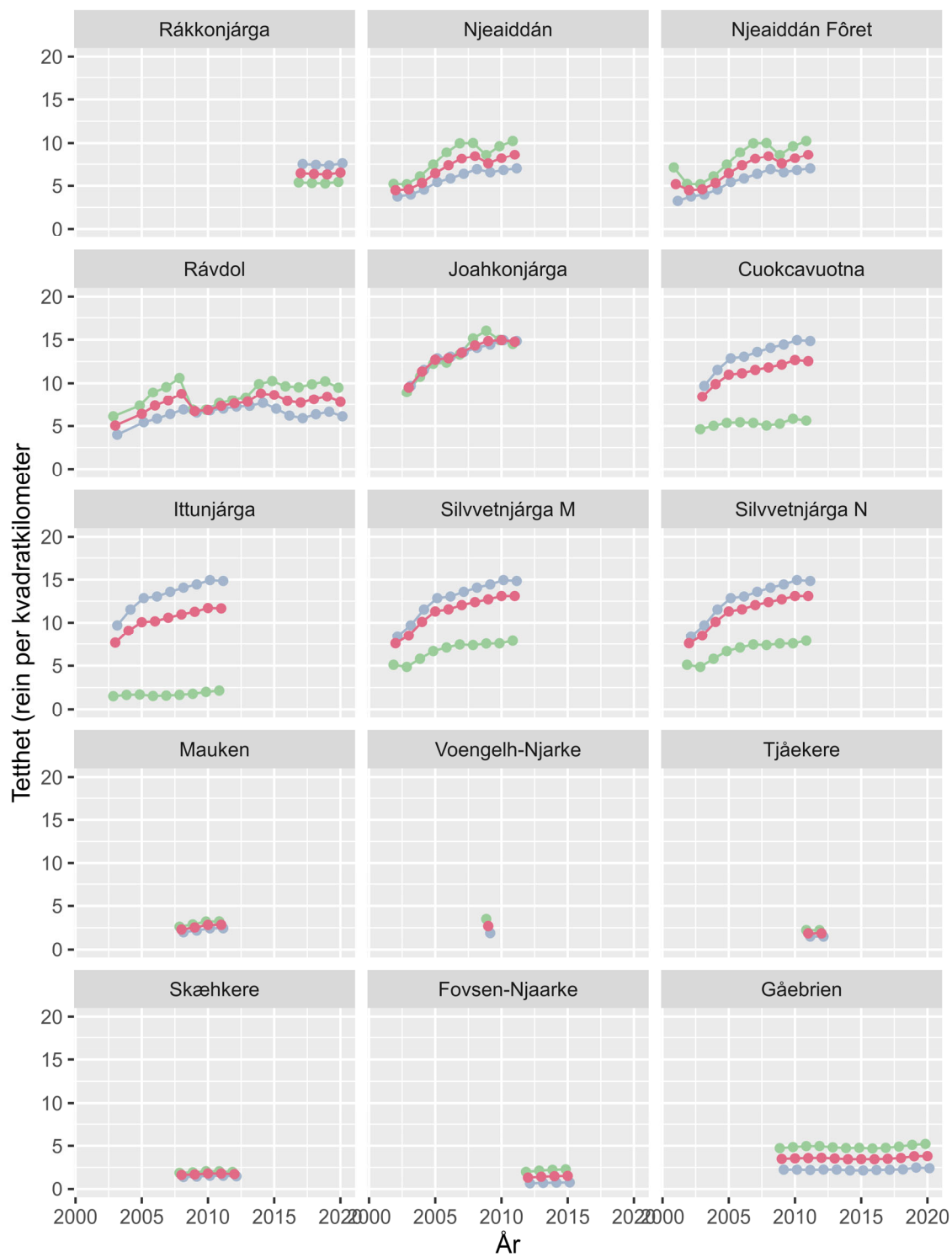
Figur S2. Antall isings-hendelser på vinterbeitene for hver av studieflokkene.



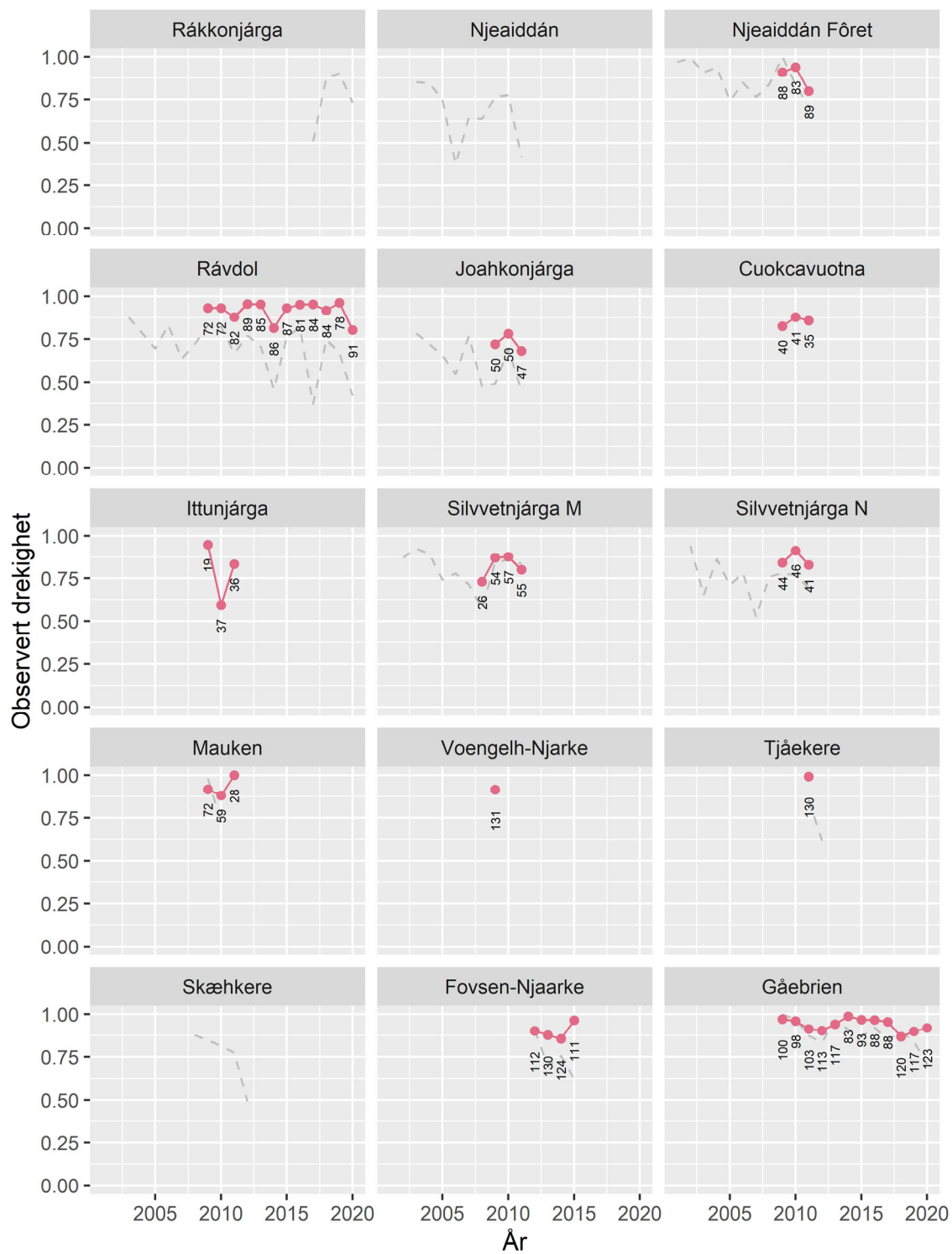
Figur S3. Tidspunkt for vår for hver av studieflokkene,



Figur S4. Planteproduksjon målt som maksimal evi gjennom vekstsesong for hver av studieflokkene

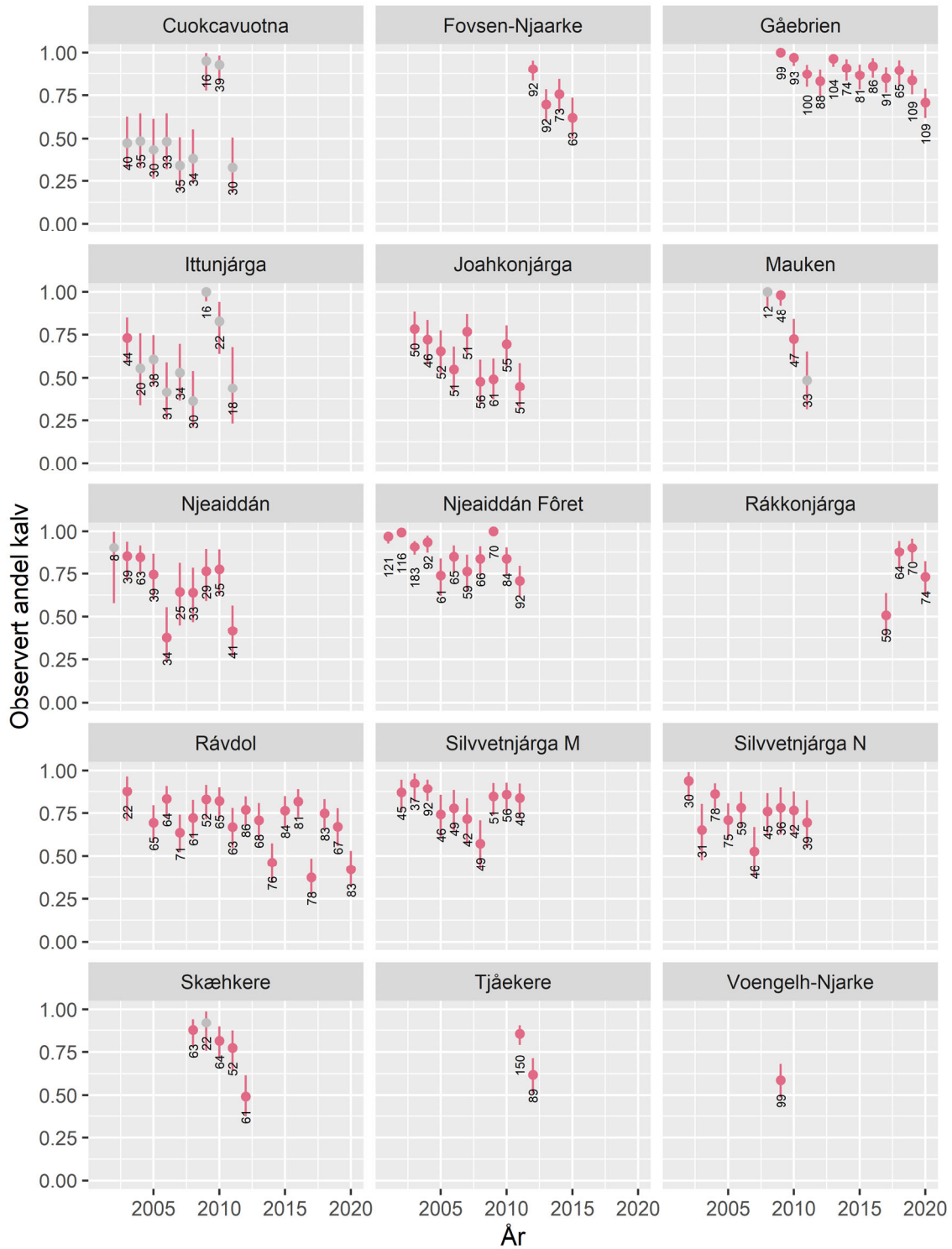


Figur S5. Tetthet på sommerbeitene (grønne punkter), vinterbeitene (gråblå punkter), og gjennomsnittlig tetthet (røde punkter) for de ulike flokkene.



Figur S6: Andel av de individmerkede simlene (eldre enn ett år) som ble registrert drektig under samling om vinteren eller våren (røde punkter og linje). Numrene i figuren angir antall simler som ble sjekket for drektighet. Grå stiple linje angir andel simler som ble sett med kalv.





Figur S7: Andel av de individmerkede simlene (eldre enn to år) som ble observert med kalv under klavemerking i de ulike studieflokkene. Tallene indikerer antall individer som ble undersøkt. Grå punkter marker år og flokker hvor datagrunnlaget var lite (n<40 ved lassokasting og n<20 ved bruk av nummerskilt/gilkor, se materiale og metoder).

Tabell S1: Andel kalv per simle forventet med bakgrunn i klima og miljø-modellen og norgesmodellen (Tveraa et al. 2016), samt gjennomsnittlig tetthet (antall per kvadratkilometer, basert på sommer- og vinterbeitene), snømengde, antall isings-hendelser, planteproduksjon, tidspunkt for vår og planteproduksjon. Verdiene er gjennomsnitt for perioden 2005-2020. År og distrikter hvor det mangler slaktedata er utelatt.

Distrikt	Sone	Klima og miljø modellen	Norges modellen	Slaktevekt (oksekalv)	Tetthet	Snø	Ising	Vår (dag nr)	Plante-produksjon
Østre Sør-Varanger	Polmak/Varanger	76.9 %	86.6 %	21.6	1.06	2.15	2.15	157.6	0.352
Vestre Sør-Varanger	Polmak/Varanger	74.4 %	83.1 %	18.8	5.57	1.62	2.00	150.4	0.310
Pasvik	Polmak/Varanger	87.5 %	89.3 %	22.8	5.79	1.62	2.00	149.9	0.329
Várjijatnjárga	Polmak/Varanger	69.5 %	82.5 %	18.4	2.79	1.83	1.33	163.2	0.354
Rákkonjárga	Polmak/Varanger	78.5 %	88.9 %	22.6	1.91	1.98	2.07	163.4	0.358
Corgaš	Polmak/Varanger	72.6 %	83.0 %	18.8	2.50	1.97	1.80	160.4	0.360
Lágesduottar	Karasjok øst	62.5 %	81.3 %	18.1	7.83	1.56	0.80	165.9	0.310
Spierttanjárga	Karasjok øst	79.9 %	86.8 %	20.6	5.89	1.56	0.80	160.8	0.342
Spierttagáisá	Karasjok øst	63.3 %	83.0 %	18.7	7.33	1.56	0.80	166.9	0.309
Máhkarávju	Karasjok vest	61.1 %	78.2 %	17.1	8.91	1.49	1.07	157.7	0.302
Skuothanjárgga	Karasjok vest	57.6 %	75.2 %	16.1	8.62	1.49	1.07	161.0	0.345
Skáiddeduottar	Karasjok vest	71.7 %	80.3 %	17.9	5.92	1.49	1.07	159.7	0.370
Jáhkenjárgga	Karasjok vest	48.7 %	77.5 %	16.3	8.02	1.49	1.07	161.0	0.262
Márrenjárgga	Karasjok vest	47.4 %	77.7 %	16.7	8.06	1.49	1.07	164.7	0.269
Rávdol	Karasjok vest	70.2 %	84.5 %	19.5	5.82	1.49	1.07	168.4	0.333
Njeaidán	Karasjok vest	69.0 %	80.5 %	17.9	6.32	1.49	1.07	161.2	0.343
Vuorje	Karasjok vest	49.2 %	74.4 %	15.6	6.31	1.49	1.07	169.5	0.326
Láhtin	Karasjok vest	39.4 %	74.1 %	15.4	8.56	1.49	1.07	167.4	0.272
Sállan	Kautokeino øst	87.1 %	86.7 %	20.7	7.50	1.51	1.07	158.2	0.393
Fálá/Kvaløy	Kautokeino øst	51.9 %	76.9 %	16.7	8.71	1.54	1.00	162.4	0.282
Gearretnjárga	Kautokeino øst	63.8 %	80.8 %	17.8	7.56	1.51	1.07	165.3	0.325
Fiettar	Kautokeino øst	59.1 %	79.7 %	17.3	8.09	1.51	1.07	169.1	0.328
Valgenjárgga	Kautokeino øst	75.8 %	85.1 %	20.0	8.30	1.51	1.07	170.3	0.370

Girenjårgga/Garnášša	Kautokeino øst	47.9 %	72.0 %	15.1	9.18	1.51	1.07	167.8	0.349
Jalgon	Kautokeino øst	63.1 %	78.8 %	17.4	8.23	1.51	1.07	169.2	0.357
Ealenjårgga	Kautokeino øst	84.2 %	86.4 %	19.9	6.64	1.50	0.80	158.4	0.370
Oarje-Sievju	Kautokeino øst	77.5 %	85.4 %	20.2	8.01	1.51	1.07	168.4	0.364
Nuorta-Sievju	Kautokeino øst	67.4 %	81.1 %	18.0	6.56	1.30	2.33	160.2	0.326
Stierdná	Kautokeino midt	82.5 %	85.9 %	19.7	8.10	1.46	0.78	168.5	0.404
Lakkonjårga	Kautokeino midt	51.1 %	76.1 %	16.3	10.30	1.51	1.00	172.5	0.333
Joahkonjårga	Kautokeino midt	42.7 %	74.5 %	15.9	11.83	1.51	1.00	174.1	0.309
Cuokcavuotna	Kautokeino midt	73.2 %	85.2 %	19.6	7.38	1.51	1.00	170.9	0.359
Seakkesnjårga ja Sildá	Kautokeino midt	70.7 %	82.2 %	18.4	8.42	1.51	1.00	163.4	0.338
Silvvetnjårga	Kautokeino midt	70.8 %	83.0 %	18.7	8.74	1.51	1.00	170.0	0.357
Spalca	Kautokeino midt	47.4 %	73.1 %	15.4	8.45	1.51	1.00	169.5	0.329
Ábborašša	Kautokeino vest	33.6 %	72.0 %	15.1	11.59	1.47	1.20	174.9	0.288
Fávrosorda	Kautokeino vest	61.0 %	77.9 %	16.9	9.64	1.47	1.20	171.4	0.363
Beahcegealli	Kautokeino vest	67.2 %	83.3 %	18.8	7.23	1.47	1.20	168.0	0.330
Cohkolat	Kautokeino vest	55.8 %	75.9 %	16.0	7.88	1.47	1.20	167.7	0.346
Skárfvåggi	Kautokeino vest	36.2 %	79.2 %	17.2	9.25	1.47	1.20	180.7	0.289
Árdni/Gávvir	Kautokeino vest	79.9 %	84.6 %	19.4	9.07	1.47	1.20	165.8	0.392
Orda	Kautokeino midt	36.9 %	73.0 %	15.6	10.18	1.51	1.00	177.3	0.304
Beaskádas	Kautokeino midt	63.6 %	77.7 %	16.6	6.79	1.54	0.77	162.4	0.360
Ittunjårga	Kautokeino midt	82.3 %	84.3 %	19.2	5.47	1.72	0.88	159.8	0.403
Ivgoláhku	Kautokeino midt	81.6 %	83.9 %	19.0	6.49	1.51	1.00	167.6	0.451
Ringvassøy	Troms	68.1 %	87.7 %	22.1	0.66	1.52	10.33	166.0	0.429
Rebbenesøy	Troms		75.2 %	20.6	2.35	0.80	18.00	149.2	0.448
Kvaløy	Troms	45.4 %	86.2 %	22.1	1.09	3.99	9.75	162.4	0.436
Mauken/Tromsdalen	Troms	77.1 %	88.8 %	21.7	0.97	3.31	4.33	166.6	0.469
Sør-Senja	Troms	60.3 %	90.0 %	22.7	0.64	3.35	9.30	161.3	0.432
Hjerttind	Troms	81.1 %	89.8 %	22.7	1.27	3.48	4.60	165.7	0.495
Gielas	Troms	63.9 %	90.1 %	23.2	1.02	4.03	3.08	170.1	0.439
Kongsvikdalen	Troms	70.9 %	88.5 %	22.3	0.71	3.45	8.80	159.9	0.474

Helligskogen/Bassevuovdi	Troms	45.9 %	87.2 %	20.8	2.65	3.12	2.27	173.0	0.348
Kanstadfjord/Vestre Hinnøy	Troms	73.7 %	90.2 %	23.5	1.39	2.54	11.13	156.7	0.456
Tjeldøy	Troms	71.4 %	88.4 %	22.4	1.60	2.62	8.42	149.2	0.373
Frostisen	Nordland	77.6 %	91.1 %	23.2	0.23	3.41	4.00	157.7	0.402
Stajggo/Hábmer	Nordland	68.0 %	89.8 %	22.8	0.36	3.98	5.60	153.6	0.409
Duokta	Nordland	80.4 %	88.1 %	22.3	0.56	3.17	4.40	156.3	0.429
Balvatn	Nordland	56.4 %	90.0 %	23.7	0.74	3.73	4.00	169.6	0.416
Saltfjellet	Nordland	47.6 %	88.5 %	22.0	0.80	4.75	3.27	167.0	0.408
Hestmannen/Strandtindene	Nordland	46.2 %	88.9 %	22.1	0.92	3.13	15.91	156.9	0.427
Voengelh-Njaarke	Nordland	55.5 %	87.6 %	21.2	1.19	3.22	10.73	149.5	0.386
Jillen-Njaarke	Nordland	34.7 %	87.4 %	21.4	0.49	2.10	17.90	156.1	0.380
Byrkije	Nordland	33.7 %	88.3 %	21.9	0.72	5.25	3.31	171.4	0.402
Røssåga/Toven	Nordland	60.0 %	88.9 %	22.6	0.43	4.56	6.92	154.2	0.430
Ildgruben	Nordland	26.5 %	89.5 %	22.8	0.44	6.59	5.27	168.1	0.422
Vestre Namdal/Åarjel-Njaarke	Nord-Trøndelag	55.4 %	87.9 %	21.6	0.59	2.70	13.47	149.1	0.389
Østre-Namdal/Tjåehkere Sijte	Nord-Trøndelag	77.0 %	88.0 %	21.7	0.65	3.19	4.93	155.1	0.424
Luru/Låarte	Nord-Trøndelag	68.1 %	85.5 %	20.0	0.78	3.20	4.27	156.6	0.398
Skjækerfjell/Skæhkere	Nord-Trøndelag	75.3 %	84.1 %	19.3	0.84	2.13	9.00	147.7	0.417
Færen/Gasken-Laante	Nord-Trøndelag	82.1 %	87.5 %	21.1	0.54	2.18	8.00	149.3	0.426
Fosen/Fovsen-Njaarke	Nord-Trøndelag	74.9 %	84.8 %	19.5	0.42	1.76	17.40	132.2	0.418
Essand	Sør-Trøndelag	86.9 %	86.8 %	21.0	6.11	2.19	1.93	158.0	0.423
Riast/Hylling	Sør-Trøndelag	89.3 %	89.0 %	22.6	5.92	2.19	1.93	158.0	0.418
Elgå	Sør-Trøndelag	84.5 %	87.8 %	21.5	6.70	2.19	1.93	148.0	0.341
Trollheimen	Sør-Trøndelag	74.5 %	91.0 %	25.0	2.62	2.92	5.33	159.7	0.414
Lom Tamreinlag	Tamreinlag	57.7 %	92.0 %	27.4	2.99	3.11	1.00	166.7	0.326
Vågå Tamreinlag	Tamreinlag	77.8 %	91.6 %	26.4	2.22	2.73	0.92	161.9	0.361
Fram Reinlag	Tamreinlag	77.4 %	89.4 %	23.2	1.67	3.06	1.92	160.0	0.399
Filefjell Reinlag	Tamreinlag	75.7 %	91.0 %	24.7	2.01	2.62	3.08	159.3	0.370



*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 Ims 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: 978-82-426-4820-4

## 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