

1903

NINA Rapport

# Villrein-ferdselsanalyser på Hardangervidda

Anbefalinger og tiltak

Vegard Gundersen, Bram van Moorter, Manuela Panzacchi,  
Geir Rune Rauset & Olav Strand



## **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.

# Villrein-ferdselsanalyser på Hardangervidda

Anbefalinger og tiltak

Vegard Gundersen  
Bram van Moorter  
Manuela Panzacchi  
Geir Rune Rauset  
Olav Strand

Gundersen, V., van Moorter, B. Panzacchi, M., Rauset, G.R. & Strand, O. 2021. Villrein-ferdselsanalyser på Hardangervidda - Anbefalinger og tiltak. NINA Rapport 1903. Norsk institutt for naturforskning.

Lillehammer, juni 2021

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4677-4

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Oddgeir Andersen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Jon Museth (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Styringsgruppa til FoU Ferdsl Hardangervidda

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Leder i styringsgruppa Even Knutsen, Fylkesmannen i Viken

FORSIDEBILDE

© Olav Strand

NØKKEWORD

Avbøtende tiltak

Forstyrrelse

Infrastruktur

Nasjonalpark

Turisme

Friluftsliv

Villrein-ferdsel analyser

KEY WORDS

Mitigation measurements

Human disturbance

Infrastructure

National park

Tourism

Outdoor recreation

Human-reindeer analyzes

KONTAKTOPPLYSNINGER

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

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

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

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

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

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

## Sammendrag

Gundersen, V., van Moorter, B. Panzacchi, M., Rauset, G.R. & Strand, O. 2021. Villrein-ferdselsanalyser på Hardangervidda - Anbefalinger og tiltak. NINA Rapport 1903. Norsk institutt for naturforskning.

Denne rapporten oppsummerer resultatene fra villrein-ferdselsanalyser på Hardangervidda. Data på ferdsel danner et viktig materiale for analysene og for anbefalingene, og er oppsummert i fire separerte rapporter (Selvaag m.fl. 2018, 2019, 2020, Gundersen m.fl. 2021).

Bruken av fjellområdene følger samfunnstrender og har stor betydning for villreinen. Hardangervidda er mye brukt til turisme og friluftsliv, og det har skjedd og skjer en massiv utbygging av hytter og annen infrastruktur i randsonene. På nasjonalt nivå har turismen blomstret opp som viktig næring i distriktene. Merkevere og besøksstrategier for nasjonalparkene skal forvalte attraktive områder og gi brukerne gode naturopplevelser samtidig som man skal ta vare på verneverdiene. Forvaltningsplanen for nasjonalparken, regional plan for villreinområdet og kvalitetsnorm for villrein, skal håndtere den menneskelige bruken innenfor det som er akseptabelt nivå for å ta vare på villreinen og andre verneverdier. Forvaltningen trenger derfor mer kunnskap om hvilke konsekvenser den menneskelige bruken har for villreinen.

For å svare på dette bruker vi flere typer data og analyser. Det er gjennomført analyser som beregner villreinens sannsynlighet for å krysse stier og løyper med et gitt volum av trafikk fra automatiske tellere og stiindekser. Vi har også gjennomført stor-skala romlige analyser av villreinens arealbruk og trekk og som kvantifiserer betydningen av en lang rekke faktorer av naturgitte og menneskeskapt forhold. Analysene som er en del av analyseverktøyet OneImpact som NINA har utviklet, beskriver den samlede effekten av menneskelig aktivitet, og kvantifiserer bidraget fra de ulike komponentene i denne forstyrrelsen. Produktene i denne helhetlige analysen viser landskapets habitatkvalitet og permeabilitet (motstand), og disse er videreutviklet til analyser som beskriver villreinens kjerneområder og forflytningsruter. Bidraget, positivt eller negativt, fra de ulike naturgitte og menneskeskapt faktorene er tallfestet. Det er også gjennomført en scenario-analyse, der fravær av eksisterende infrastruktur er manipulert i analysene for villreinens kjerneområder og forflytningsruter, og der analysene viser resultater før og etter manipuleringen. Differansen før og etter for villreinens kjerneområder og forflytningsruter er da gitt som et prosenttall (+/-), avhengig av om tiltaket er beregnet å virke positivt eller negativt for villreinen.

Analysene viser at menneskelig aktivitet samlet sett gir det største bidraget til å forklare villreinens bruk av Hardangervidda, og denne effekten er sterkere om sommeren enn om vinteren. Det er den «tunge» utbyggingen av infrastruktur i randsonen som har medført sterkt redusert habitatkvalitet og mulighet for trekk. Analysene identifiserer store arealer i randsonen med dårlig habitatkvalitet, og der også GPS dataene som er samlet inn siden 2001 viser at villreinen helt eller delvis unnviker disse arealene. Eksempler her er store arealer med hyttefelt, turistdestinasjoner, vannkraftutbygginger og med tilhørende infrastruktur av veger, oppkjørte skispor, merka stier og annen tilrettelegging for fritidsaktiviteter. Denne utbyggingen har «presset» villreinen inn i kjerneområdene. Likeledes har utbyggingen av «tung» nasjonal viktig infrastruktur som hovedveger (Rv7 og E134), mindre veger (Imingfjell, Dagali) og jern-bane (mot Nordfjella) medført at viktige sesongtrekk mellom viktige funksjonsområder er sterkt redusert eller opphørt. Dette har medført ytterligere fragmentering av villreinbestandene i Langfjella. Analysene viser at det er den samlede effekten av disse inngrepene i randsonen som gir arealunntvekst og brudd i trekk, og at fjerning av en type infrastruktur, f. eks. en veg, kan gi redusert effekt fordi det fortsatt er mye annen type infrastruktur (private hytter, turisthytter, reguleringsmagasin) som gir dårlig habitatkvalitet for villreinen.

Modellene identifiserer de beste habitatene for villreinen i de sentrale delene av Hardangervidda. Dette er områder som har infrastruktur av spredte private hytter og buer, private turisthytter, DNT turisthytter, buer og «myk» infrastruktur av merka stier og stikka løyper. Modellene viser at merka stier og turisthytter gir negative bidrag til å forklare habitatkvalitet og

forflytningsruter for villreinen i kjerneområdene. De mer detaljerte analysene av den dynamiske bruken av merka stier viser at det er en negativ sammenheng mellom reinens sannsynlighet for å krysse stier på ulike dager og det volumet av mennesker som bruker stien de respektive dagene. Hvis antall passeringer (teller, stiindeks) på en sti er mer enn 25-30 personer per dag, viser reinen sterk unngåelse av disse stiene og krysser i mange tilfeller ikke over stien. Vi fant derimot ingen sammenheng mellom krysningsfrekvens til villrein og telldata fra de stikka løypene vinterstid, og reinen krysser over de stikka løypene som forventet ut fra tilgjengelighet. Vi har redegjort for usikkerhet knyttet til analysene.

Hardangervidda villreinområde har nå et kunnskapsgrunnlag som evner å se de kumulative effektene for hele arealet i sammenheng, samtidig med at det er gitt beskrivelser av lokale problemstillinger. Det er også gitt detaljert kunnskap om hvordan forvaltningen kan jobbe videre med å bedre situasjonen for villreinbestanden. En bærekraftig utvikling av villreinbestanden er betinget at den kan vandre mer fritt og bruke mer av de gode habitatene. Tiltakene må rette seg mot å begrense den menneskelige aktiviteten i de mest kritiske områdene. Rapporten gir forslag til endringer i infrastruktur av merka stier og turisthytter sentralt på vidda. Det gjelder spesielt for å øke bruken av og tilgjengeligheten til de gode sommerhabitatene i vest. Forvaltningen må videre ta høyde for at den menneskelige bruken kan øke ytterligere i årene fremover, og den må være fleksibel i forhold til både økt bruk og nye former for bruk. Derfor haster det med å gjennomføre noen store endringer i infrastruktur for friluftsliv og turisme på Hardangervidda.

Vegard Gundersen – NINA, Vormstuguvegen 40, 2624 Lillehammer, [vegard.gundersen@nina.no](mailto:vegard.gundersen@nina.no)  
Bram van Moorter – NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, [bram.van.moorter@nina.no](mailto:bram.van.moorter@nina.no)  
Manuela Panzacchi – NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, [manuela.panzacchi@nina.no](mailto:manuela.panzacchi@nina.no)  
Geir Rune Rauset – NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, [geir.rauset@nina.no](mailto:geir.rauset@nina.no)  
Olav Strand – NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, [olav.strand@nina.no](mailto:olav.strand@nina.no)

## Abstract

Gundersen, V., van Moorter, B. Panzacchi, M., Rauset, G.R. & Strand, O. 2021. Integrated x wild reindeer and human presence analyses at Hardangervidda range – Recommendations and measurements. NINA Report 1903. Norwegian Institute for Nature Research.

This report summarizes the results from wild reindeer – human impact analyses in the Hardangervidda wild reindeer range. The descriptions of data on human activity and presence form an important basis for the analyses and for the recommendations, and are summarized in four separate reports (Selvaag m.fl. 2018, 2019, 2020, Gundersen m.fl. 2020).

The Hardangervidda wild reindeer range is in a time when there are a lot of comprehensive changes in the society that are important for the wild reindeer habitat. The mountain areas have once again received great focus as a recreational landscape, and there is a massive development of second-home areas and recreational infrastructure in the peripheral zones. Tourism has flourished, and the management of protected areas has opened up from "pure protection" to "wise use". Branding and visiting strategies in protection areas had the aim to pull visitors to attractions and good experiences and to handle the use by pushing away people from vulnerable areas to preserve the conservation values. The management plan, regional plan and recent implementation of quality standard for wild reindeer shall, on the basis of knowledge, define accepted level of human activity within the main goal to protect the wild reindeer. The management authorities therefore needs more knowledge about impact of human activity on wild reindeer.

To answer the questions related to how human activity affects the wild reindeer on the Hardangervidda, we use several types of analyses. Analyses that look at the wild reindeer's trail and track crossing at trails with a given traffic volume that day. To do this we use GPS data in relation to two types of independent trail data; automatic counters and Trail Use index (TUI) derived from users that draw down their trip. Analyses of the wild reindeer's habitat selection quantify the contribution from natural properties and human influence. Analyses of the landscape's permeability or landscape friction identify variables that explain the resistance the reindeer encounters when it is on the move, also here in relation to both natural properties and human influence. Finally, we carry out scenario analyses, in which we quantify the effects of infrastructure removal on the reindeer's habitat selection and landscape permeability.

The analyses have identified large areas with suitable habitat on the Hardangervidda, but the reindeer do not use this habitat optimally. Both regional cumulative effects and ceased migration routes, as well as regional area avoidance and also local responses to human presence have been identified. The results show that it is "heavy" infrastructure in the peripheral zone of the wild reindeer range that has had the greatest negative impact on the reindeer's area use and migration. This applies to hydropower dams, houses, main roads, gravel roads, second-home areas, while power lines and railways (less presented) have had less effect. Great pressure from the peripheral zone has the consequence that the more remote areas have been given increased value, and here much-used trails and tourist cabins have a negative effect. The analyses identified a correlation between the reindeer's trail crossing and the volume of people who use the trail that particular day. If the number of people on a trail increases beyond 25-30 people per day, there is a descending curve for frequency of trail crossing.

The management authorities can use these results to create strategies to identify both robust areas for people visitation and particularly vulnerable areas for wild reindeer, and implement management measures that either reduce human use or increase it. We have proposed a zoning tool on the Hardanger plateau that can be used as a basis for a long list of different concrete measures. Based on the scenario analysis, we propose some overall measures that can improve the situation for the wild reindeer in a long-term perspective.

Vegard Gundersen – NINA, Vormstuguvegen 40, 2624 Lillehammer, [vegard.gundersen@nina.no](mailto:vegard.gundersen@nina.no)  
Bram van Moorter – NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, [bram.van.moorter@nina.no](mailto:bram.van.moorter@nina.no)

Manuela Panzacchi – NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, [manuela.panzacchi@nina.no](mailto:manuela.panzacchi@nina.no)  
Geir Rune Rauset – NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, [geir.rauset@nina.no](mailto:geir.rauset@nina.no)  
Olav Strand– NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, [olav.strand@nina.no](mailto:olav.strand@nina.no)



# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>5</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>7</b>
<b>Forord</b> .....	<b>8</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Teori</b> .....	<b>13</b>
2.1 Forstyrrelsesstudier på villrein.....	13
2.2 Forvaltningstiltak.....	20
<b>3 Materiale og metode</b> .....	<b>28</b>
3.1 Villreinstammen.....	28
3.2 Bestandsutvikling.....	32
3.3 Ferdsl.....	34
3.4 Habitatkvalitet og menneskelig infrastruktur.....	39
3.5 Villreindata.....	39
3.6 Analyser.....	40
<b>4 Analyser om menneskelig påvirkning og villrein</b> .....	<b>45</b>
4.1 Ferdsl og villrein.....	45
4.2 Ferdsl-villrein løypeanalyser vinter.....	49
4.3 Ferdsl-villrein stianalyser sommer.....	51
4.4 Foretrukne habitat.....	52
4.5 Motstandskart.....	58
4.6 Landskapets funksjonalitet og trekkveier.....	62
4.7 Scenarier - fjerning av infrastruktur.....	64
<b>5 Diskusjoner på tvers: Ferdsl og villrein</b> .....	<b>68</b>
5.1 Utbygging av infrastruktur og effekter på villreinen.....	68
5.2 Ferdsl på stier og effekter på villreinen.....	70
5.3 Hvordan kan forvaltningen endre turfolkets bruksmønster?.....	72
5.4 Aktiv forvaltning for bedre samspill mellom villrein og folk.....	74
<b>6 Anbefalinger og tiltak</b> .....	<b>77</b>
6.1 Vinter.....	77
6.2 Sommer.....	79
6.3 Oppsummering av anbefalinger.....	87
<b>7 Referanser</b> .....	<b>90</b>

## Forord

Det er gjennomført en rekke lokale GPS-merkeprosjekter i villreinområdene. Disse prosjektene har hatt som mål å utrede effekter av tekniske inngrep og ferdsel. Denne rapporten oppsummerer villrein-ferdsel analysene fra det brukerfinansierte FoU ferdselsprosjektet på Hardangervidda i perioden 2016-2020, og gir anbefalinger om tiltak til forvaltningen. Villreinens på Hardangervidda har vært overvåket ved hjelp av GPS-sendere siden 2001, og er en av de lengste tidsseriene for GPS merka hjortedyr i verden. Denne rapporten ser på økosystemet på Hardangervidda som et sosio-økologisk system, der kunnskap fra både økologi og samfunn innarbeides i konkrete analyser og diskusjoner.

Ferdselsprosjektet har vært en del av «GPS-merkeprosjektet på Hardangervidda og i Nordfjella». Prosjektet har en bredt sammensatt styringsgruppe med representanter fra et stort antall private og offentlige aktører på Hardangervidda med mandat å spesifisere problemstillinger og kunnskapsbehov, skaffe finansiering, samt kontrollere at kunnskapsinnhenting er i henhold til bestillingen: NINA Olav Strand (faglig leier), Norsk Villreinsenter Sør Lena Romtveit (sekretariat), Fylkesmannen i Oslo og Viken Even Knutsen (leier), Miljødirektoratet Vemund Jaren (observatør), Vegdirektoratet – Miljøseksjonen Pål Rosland, Vegdirektoratet - Miljøseksjonen Karianne Thøger Haaverstad, Vegdirektoratet -Nasjonal Turistveg Therese Ruud, NVE Jan Henning L'Abèe-Lund, NVE Frode Johansen, Hardangervidda Villreinutvalg Henning Poulsson, Villreinnemnda for Hardangerviddaområdet, Villreinnemnda for Hardangerviddaområdet Endre Læg Reid og Martine Hamnes, Oslo og Viken fylkeskommune Ellen Korvald, Nordfjella Villreinutvalg Sigmund Tveitehagen, Nordfjella Villreinutvalg Harald Skjerdal, Villreinnemnda for Nordfjella Siri Bøthun, Villreinnemnda for Nordfjella Per Aksel Knudsen, SNO Lars Inge Enerstvedt og Petter Bråten, Vassdragsregulantene Bjørn Otto Dønnum (E-CO), Kommunene (finansierer, ulike representanter), og DNT Jan Erik Reiten.

Det er gjennomført svært mye feltarbeid i prosjektet. Det er derfor mange utenfor styringsgruppa som har bidratt med assistanse på ulikt vis i prosjektet for å samle inn data. Vi vil spesielt rette en takk til fjellstyrene, SNO, tilsynsutvalgene, osv. for hjelp til feltarbeid, fremskaffe kunnskap og data, og for alle bidrag som fordrer lokalkunnskap om området: Ragnar Ystanes, Sveinung Hylland Olsnes, Jan Erik Reiten, Olaf Bratland, Georg Gjøstein, Anders Mossing, Lena Romtveit, Eivind Kaltenborn, Svein Erik Lund, Harald Normann Andersen, Jan Øvregård, Johan Vaa, Helena Læg Reid, og Endre Læg Reid. Vi vil spesielt få takke Lars Inge Enerstvedt SNO for uvurderlig hjelp til feltarbeidet sommer som vinter.

Forfatterne av rapporten står ansvarlige for innholdet. Bram van Moorter og Manuela Panzacchi har gjennomført de helhetlige analysene av villreinens habitatseleksjon og permeabilitet på Hardangervidda. Detaljene om data, metode og analyser er gjengitt i NINA Temahefte, Panzacchi m.fl. 2021 under arbeid. Geir Rune Rauset har gjennomført analyser på sti- og løypekryssinger. Olav Strand er ansatt 50 % i Norsk institutt for naturforskning NINA, og 50 % i Norsk villreinsenter NVS. I NINA har han blant annet ansvar for bestandsovervåking og generelt forskning på villreinens utvikling. I NVS jobber han med forskningsformidling om villrein. De to stillingene henger tett sammen og for begge rollene er objektivitet og etterprøvnbarhet viktig. NINA og NVS har et tett samarbeid om denne felles stillingen.

Så kom den skremmende nyheten om at det var påvist CWD på en bukk på Hardangervidda høsten 2020, og midt i kjerneområdet sommerstid. Det er ingen som i dag vet hva dette innebærer for den fremtidige villreinstammen. Denne rapporten her diskuterer ikke implikasjoner for forvaltningen av at det er funnet CWD på villreinstammen på Hardangervidda. Vårt mandat har ikke vært å innarbeide framtidsscenarioer på CWD i våre vurderinger. Denne rapporten handler ferdsel og villrein, og hvordan dette kan sameksistere på best mulig måte på Hardangervidda.

Lillehammer, juni 2021

Vegard Gundersen, prosjektleder

# 1 Innledning

Hardangervidda står i en særstilling i villrein-Norge (**Figur 1.1**). Det er den største nasjonalparken, det største villreinområdet og her har reinen fortsatt mulighet for en nomadisk arealbruk gjennom året, mellom sommer, vinter og kalving. Kunnskap om ferdsel og bruk som påvirkningsfaktor på villreinen er viktig for å sikre god arealbruk for villreinen på Hardangervidda i framtida. Prosjektet handler derfor om å påvise eventuelle negative effekter av ferdsel og infrastruktur på villreinens funksjonelle bruk av areal og ressurser på Hardangervidda, og å foreslå tiltak som skal kunne forbedre situasjonen for villrein. Det er spesielt viktig å skille mellom de rollene som forskning og forvaltning har i denne prosessen. Forskerne skal ikke mene noe om hva som er riktig eller galt å gjøre i forvaltningen, men forskningen skal derimot med bakgrunn i data synliggjøre konsekvensene for villreinen av ulike former for menneskelig ferdsel og infrastruktur. Anbefalingene som presenteres i denne rapporten her er derfor forslag fra forskningen, under den forutsetningen at forvaltningen har gitt forskerne mandat om å kunne identifisere tiltak som vil ha størst positive effekt på villreinen arealbruk og trekk på Hardangervidda.

Problemstillinger rundt bruk og vern av Hardangervidda nasjonalpark og villreinområde har fått økt oppmerksomhet siste tiårene (Andersen & Hustad 2004, Vaa & Bitustøyl 2015, Bråtå 2015), ikke minst etter at GPS merkeprosjektene på villrein ga ny kunnskap og forståelse for villreinens arealbruk og trekk på begynnelsen av 2000 tallet (Strand m.fl. 2005, 2015). Det har lenge vært stor ferdsel på vidda for å høste av de ressursene som finnes der av beite, fisk, vilt, bær, sopp osv., men karakter av bruk har endret seg stort og vil fortsette å endre seg stort i fremtida med utvikling av teknologi og med rådende trender i samfunnet (Selvaag m.fl. 2018, 2020). I tillegg til de gamle høstingstradisjonene som er knyttet til slepene innover fjellet, og ferdsel over fjellet for å holde bygdene sammen, har enklere tilgang med bil via helårsåpne hovedveger, samt grusveger og etablering av hyttefelt og infrastruktur for friluftsliv og turisme, gitt en helt ny type bruk av vidda. Det har skjedd et regimeskifte de siste tiårene, der fritidslandskapet med fysisk aktivitet og naturopplevelse er viktige formål, enten det er å krysse over vidda i telt eller reise til hytta. Det har blitt en langt mer mangfoldig og differensiert bruk av arealene, og også på mange arealer en økt bruk over tid, som samlet sett har medført en langt større belastning på vegetasjon og dyreliv, og som har gitt spesielt store utfordringer for villreinen.

De som bor i bygdene rundt Hardangervidda har ofte en sterkere tilknytning til området, enn de som besøker området langveis fra eller mer sporadisk (Selvaag m.fl. 2020). De lokale brukerne utgjør et relativt lavt antall i forhold til de tilreisende, om lag 4-6 %, og har også en annen arealbruk (Selvaag m.fl. 2018, 2020). Arealbruken til de lokale brukerne er i mindre grad knyttet til merka stier, og er i større grad knyttet til høsting og tradisjonell bruk. Antall tilreisende til Hardangervidda øker stadig, men er i hovedsak dagsturer og sterkt konsentrert til spesielle innfallsporter eller attraksjoner slik som for eksempel Trolltunga, Husedalen, Hjølmoberget og Tinnhølen, eller til hyttefelt og turistdestinasjoner som for eksempel Røldal, Garen-Mauset, Geilo og Rauland. Økningen i antall tilreisende er et uttrykk for generelle trender i samfunnet knyttet til at folk reiser mer og lenger, flere har privat hytte, og at det er stadig lettere å få informasjon og planlegge turen via internett og sosiale medier. I tillegg viser undersøkelser at de besøkende ønsker sterkere tilrettelegging nå enn for noen tiår siden (Raadik m.fl. 2010) og dette vil si at de besøkende er sterkere knyttet til tilrettelegging og infrastruktur (Gundersen m.fl. 2015, 2019). Samtidig skal verneområdene, og spesielt nasjonalparkene, gi viktige bidrag til verdiskaping lokalt. Det er per 2021 utarbeidet besøksstrategier i de aller fleste større verneområder i Norge (landskapsvern og nasjonalparker), og som skal legge til rette for at nye områder som tåler bruk skal «eksponeres» mer. Dette kan medføre en spiral av tilrettelegging. Dette kan man gjenkjenne i en del attraksjoner på Hardangervidda, der økt tilrettelegging medfører mer folk, og mer folk fører til mer tilrettelegging. Eksempel på dette kan være Trolltunga og Falkeriset (Selvaag m.fl. 2021). I dette korte avsnittet har vi forsøkt å vise at Hardangervidda har svært mange ulike typer brukere og også ulike aktører. Disse har alle sin bruk, sine opplevelser og sine meninger om fjellet. Det er grunn til å spørre seg, hvem sitt fjell?

Målet med analysene er å få en bedre forståelse på hvordan menneskelig påvirkning har medført lokale responser, regionale unnavvikelsesresponser eller regionale kumulative responser hos villreinen (jfr. Kap. 3). De fysiske-biologiske forutsetningene på Hardangervidda gjør at villreinen finner gode habitater, og som legger grunnlaget for historiske trekkruiter, at habitatkvaliteten varierer stort innenfor korte avstander, og at villreinen kan ha en variasjon i bruk av arealet gjennom året. I dette naturlige landskapet er det naturlige barrierer som daler, elver, vassdrag, og bratte skrenter. I tillegg kommer de menneskeskaptene elementene som bygninger, infrastruktur og ferdsel som mennesket tilfører landskapet, som er en del av habitatet til villreinen. Vi vil i denne rapporten forsøke å svare på i hvilken grad det naturlige landskapet og de menneskeskaptene elementer er bestemmende for villreins bruk av Hardangervidda. Vi vil videre vise hvordan den romlige og tidsmessige variasjonen i ferdsel på Hardangervidda kommer i konflikt med villreins bevegelsesmønster, både sommer og vinter. For å analysere dette materialet har vi blant annet sett på reinens responser nær løypenettene, og analysert krysningsfrekvensen. Resultatene fra denne type analyser kan si noe sannsynligheten for at reinen krysser en sti gitt et målbart antall folk på stien samme dagen, og det er også mulig å identifisere terskelverdier for når reinen begynner å få problemer med å krysse og når reinen ikke krysser i det hele tatt. Hvis reinen har problemer med å krysse eller ikke krysser stien uttrykker vi dette som en motstand i landskapet som kan forårsake at ressurser (beite, kalving, nedkjøling osv.) ikke blir brukt optimalt eller ikke blir brukt i det hele tatt. Derfor er det viktig å identifisere hva en slik motstand i landskapet medfører av eventuelle tap av habitat.

Med utgangspunkt i modeller for habitatseleksjon (habitatets kvalitet) og permeabilitet (landskapets motstand) kan man simulere effekten av fysiske elementer eller egenskaper som landskapet innehar. Rent analytisk fjernes da elementet, f. eks. en veg eller en turisthytte digitalt fra grunnlagsdataene og man kjører analysene med og uten elementet. Da får man ut en differanse, en prosentverdi, som sier hva dette elementet hadde av positive eller negative bidrag til reinens landskap på både habitatkvalitet og permeabiliteten. Dette unike verktøyet kan dermed brukes av forvaltningen til å anslå effekten av inngrep som kommer eller som er avbøtende for villreinen, og som kan gjøre beslutningene mer kunnskapsbaserte og som gjør man i stand til å prioritere mellom tiltak.

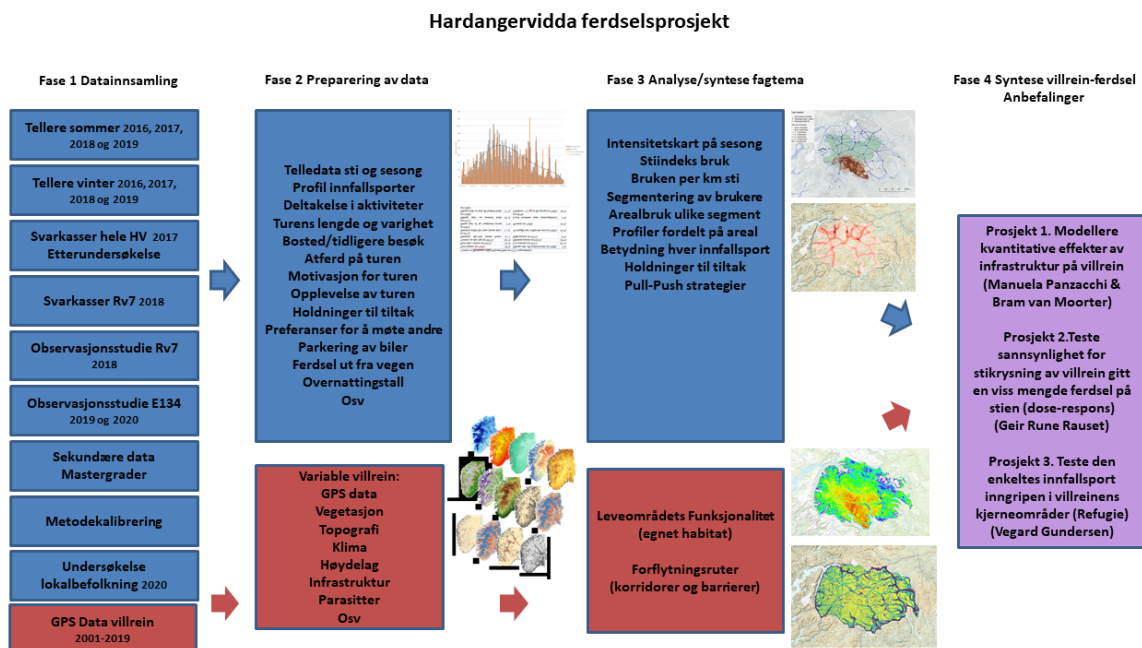


Figur 1.1. Kart over Hardangervidda med grensene for nasjonalparken og villreins leveområde.

Den 3. september 2020 ble det felt en villreinbukk på Hardangervidda som testet positivt for skrantesyke. I VKM rapporten «Handlingsrommet etter påvisning av skrantesyke (Chronic Wasting Disease, CWD) på Hardangervidda – grunnlag for fremtidige forvaltningsstrategier» (Ytrehus m.fl. 2021) står det om tiltak for å **begrense smitte**: «Reduksjon av menneskelig ferdsel på deler av Hardangervidda, vil kunne gi reinen større tilgjengelig areal og dermed senke tettheten og redusere sannsynligheten for at dyra eksponeres for miljøsmitte. Et omfattende skifte i områdebruken vil kunne hindre at dyra utsettes for allerede akkumulert miljøsmitte, men kan samtidig gjøre at eventuelle infiserte dyr sprer smitten til andre deler av vidda. Gjerder mellom Hardangervidda og omkringliggende områder kan forhindre inn og utvandring av rein, noe som er viktig for å unngå spredning til andre bestander. Tiltakene for å styre villreinens arealbruk vil ha størst effekt om de påbegynnes nå og gjennomføres i løpet av kort tid (tre år).» Dette er et viktig bakteppe for NINA rapport 1903 (denne rapporten), som nettopp handler om tiltak for å gi villreinen mer areal.

Rapporten oppsummerer resultatene fra villrein-ferdselsanalyser på Hardangervidda. Beskrivelsene av data på ferdsel danner et viktig grunnlag for analysene og for anbefalingene, og er oppsummert i fire separerte rapporter (Selvaag m.fl. 2018, 2019, 2020, Gundersen m.fl. 2021). Vi har lagt opp til kortfatta rapport som svarer på hovedutfordringene knyttet til menneskelig påvirkning, siden mye av bakgrunnskunnskapen foreligger i de nevnte rapporter. Formålet med rapporten er å gi en helhetlig beskrivelse av ferdsel og villrein på Hardangervidda med et sett av ulike metoder. Forekomst av infrastruktur og menneskelige inngrep er analyser i forhold til villreinens arealbruk og trekk. I tillegg er volumdata for besøkende til Hardangervidda villreinområde i perioden 2016-2020 samlet inn med tellere og spørreundersøkelser, og som også analyseres i forhold til villreinens arealbruk og trekk. Vi vil vise hvordan bruken varierer mellom innfallsporter og på areal i randsone og villreinens kjerneområder, og koble ferdselsdata med GPS data på villrein med analyser på stikrysning, unnvikelseeffekter, scenarier på fjerning av infrastruktur, landskapets permeabilitet og habitatseleksjon. Rapporten ender opp med noen forslag til anbefalinger og konkrete forvaltningstiltak for videre bruk og vern av Hardangervidda. Analysene og anbefalingene oppsummeres i tillegg i en mer leservennlig kortversjon for å lette tilgjengeligheten for målgruppen av brukere, forvaltere og politikere (NINA Temahefte 2021).

Vi har brukt følgende systematiske rammeverk for å beskrive og analysere villrein-ferdselsanalyser på Hardangervidda, og som ender opp i forvaltningsmessige anbefalinger om veien videre (**Figur 1.2**)



**Figur 1.2.** Prosjektstruktur på ferdselsprosjektet Hardangervidda, 2016-2020.

Vi bruker betegnelsen «forvaltning» som et begrep for overordnet nivå i rapporten, der det ikke er spesifisert. Forvaltning vil si å ta vare på, benytte eller administrere ulike egenskaper, ressurser eller goder, både private og offentlige, og som omhandler arealer både innenfor og utenfor grensene for de verna områdene på Hardangervidda. Forvaltningen på Hardangervidda er svært fragmentert og involverer svært mange aktører, så denne rapporten har ikke som mål å beskrive denne. Ei heller hvem som er ansvarlig myndighet og eventuelle barrierer i forvaltningen for å iverksette tiltak og få til en bærekraftig utvikling av villreinstammen. Vi omtaler kun forvaltningen på et overordnet nivå i tråd med definisjonen over.



Foto: Vegard Gundersen

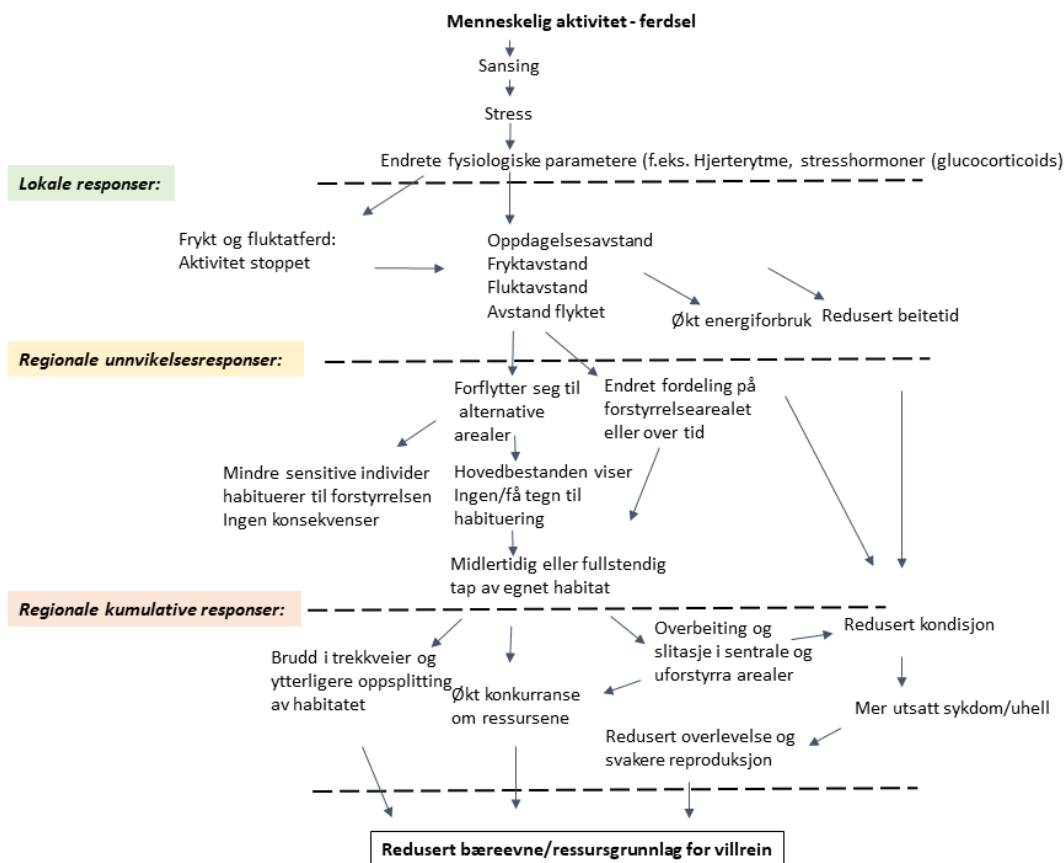
## 2 Teori

### 2.1 Forstyrrelsesstudier på villrein

Det er gjennomført mange forskningsstudier av menneskelig forstyrrelse på villrein og tamrein i Norge, Sverige og Finland tilbake til 1970-80-tallet og frem til nå. Vi oppsummerer her kort de viktigste funnene fra disse studiene av relevans for situasjonen på Hardangervidda (Gundersen m.fl. 2020b, 2021b). Tamrein viser de samme responser som villrein, den lever ganske fritt og har sesongtrekk, selv om den gjetes og har større toleranse for menneskelig forstyrrelse. Vi har ikke inkludert studier på Caribou i Nord-Amerika, fordi de lever i mye større og urørte landskap enn de til sammenligning små fragmenterte og sterkt påvirkete områdene i Norge. I alt har vi inkludert 73 vitenskapelige artikler fra 1971 og frem til i dag i analysen.

Vi definerer forstyrrelse på dyrelivet i samsvar med Frid og Dill (2002) som responser der reinen unngår forekomster av mennesker eller menneskeskapt infrastruktur i leveområdet. Selve forskningsfeltet har en relativt kort historie, tilbake til Klein (1971) sin artikkel i *Science*, og det var i starten en del konsekvensutredninger knyttet til for eksempel vannkraftutbygginger og kraftlinjer. Disse er ikke inkludert i gjennomgangen, siden vi har satt som krav at studiene skal være internasjonalt publiserte vitenskapelige artikler med fagfellevurdering. På 1980-tallet ble forstyrrelsesstudier i økende grad publisert (Skogland 1986), og siden 2000 har det vært stor økning i antall publiserte artikler. Publikasjonene viser en trend der fokuset er endret fra lokale studier der man for eksempel har sett på fluktavstand, til regionale studier som studerer arealunnavikelse og effekter på bestandsnivå (Vistnes & Nellemann 2008). Til en viss grad samsvarer økningen i antall studier med økningen i utbygging og friluftsbruk i fjellet. Typer av infrastruktur som er studert inkluderer hovedveier (dvs. asfalterte), mindre veier (dvs. grus), jernbaner, demninger og magasin, kraftledninger, vindparker (vindturbiner og veinett), turistsenter, hyttefelt, alpinanlegg, og ulike typer av infrastruktur knyttet til friluftsliv og turisme slik som merkede løyper, umerkede løyper, samt preparerte og stikka skiløyper.

Vi deler forskningen innenfor dette temaet i tre kategorier, avhengig av omfanget av effektene (**Figur 2.1**): 1) Lokale responser, 2) regionale unnavikelsesresponser og 3) regionale kumulative responser. Lokale responser fokuserer på absolutte responser i dyrets fysiologi eller atferd, ofte målt som frykt- og fluktatferd, og som kan ha lokale effekter knyttet til for eksempel økt hjerterefrekvens, endret hormonnivå, redusert tid til beiting, og økt energibruk (Colman m.fl. 2003). Lokale responser har hovedsakelig blitt studert gjennom direkte observasjon når en person beveger seg i rett linje mot flokken (Reimers m.fl. 2003, 2012). Regional unnavikelse er effekter som studerer fordeling av reinen over tid, det vil si områder som reinen unngår eller at reinen bruker andre områder mer hyppig. I de fleste tilfeller er dataene i denne kategorien direkte observasjoner i felt (telling av dyr, tetthet), beitekartlegginger som måler beitestrykket eller forekomst av ekskrementer på bakken. Det er også en del telemetri studier som er gjennomført på begrensete areal innen villreinområdet, og senere år har også GPS merking blir brukt for å studere regional unnavikelse. Regionale kumulative responser er studert gjennom å merke et representativt utvalg i populasjonen med GPS (eller telemetri) og studere effekter av menneskelig påvirkning i hele området under ett. I slike kumulative analyser modelleres reinens nåværende areal bruk med fysiske, biologiske og antropogene forklaringsvariabler. Informasjon om habitatets egnethet og eventuelle trekk kan bidra til bedre forståelse av kumulative effekter som følge av menneskelig aktivitet (Panzacchi m.fl. 2015a, 2015b).



**Figur 2.1.** Oversikt over kunnskap om ulike responser individ og bestand av villrein kan ha som følge av menneskelig forstyrrelse i villreinområdet (Gundersen m.fl. 2020b, 2021b).

### Lokale responser

De fleste studier i denne kategorien er utført på villrein. Studiene baserer seg på å bevege seg direkte mot flokken for aktivt å provosere frem en reaksjon. For en flokk som beiter eller hviler, tar forstyrrelser fra mennesker vanligvis samme form som om det er et rovdyr i nærheten og som flokken reagerer på (Frid & Dill 2002, Reimers m.fl. 2009). Slike forstyrrelseseffekter deles inn i oppdagelsesavstand, fryktavstand, fluktavstand og total distanse flyktet. To egenskaper er vanligvis registrert i slike studier, nemlig oppdagelsesavstand og fluktavstand. Oppdagelsesavstand betyr at enkelte dyr stopper sin aktivitet for å være på vakt overfor den potensielle trusselen, mens fluktavstand er avstanden der flokken starter å unndra seg en trussel som nærmer seg (Colman m.fl. 2012). Begge de målte faktorene settes i sammenheng med situasjonsbetingete faktorer slik som størrelsen på flokken, kjønn- og aldersfordeling (kalv), årstid og hvor ofte flokken er forstyrret, noe som gjør at responsene man observerer varierer i tid og rom (Reimers m.fl. 2006, Dahle m.fl. 2008, Stankowich 2008, Eftestøl m.fl. 2016). For eksempel kan store flokker tillate observatøren å komme nærmere enn små flokker, og simleflokker med kalv er mer sensitive enn bukkflokker.

Fluktavstand brukes ofte for å forklare forskjeller i frykt mellom villrein og tamrein (Nieminen 2013), og varierer også stort mellom villreinbestandene (Reimers m.fl. 2012). Frykt er avhengig av bestandens genetiske opprinnelse, volum av menneskelig tilstedeværelse i området, og graden av tilvenning til mennesker og infrastruktur (Reimers m.fl. 2010, 2012). På grunn av at villreinområdene har svært ulik historie knyttet til tamreindrif, varierer nivået av årvåkenhet og frykt stort mellom bestandene (**Tabell 2.1, Figur 2.2**). Men man vet mye om for eksempel fluktavstander til de fleste av de 24 villreinområdene i Norge (Kjørstad m.fl. 2017). Av de ti nasjonale villreinområdene (unntatt Forollhogna) som er inkludert i definisjonen av områder med nasjonalt ansvar, har ni en gjennomsnittlig fluktavstand på mer enn 150 meter (Reimers m.fl. 2006, Reimers

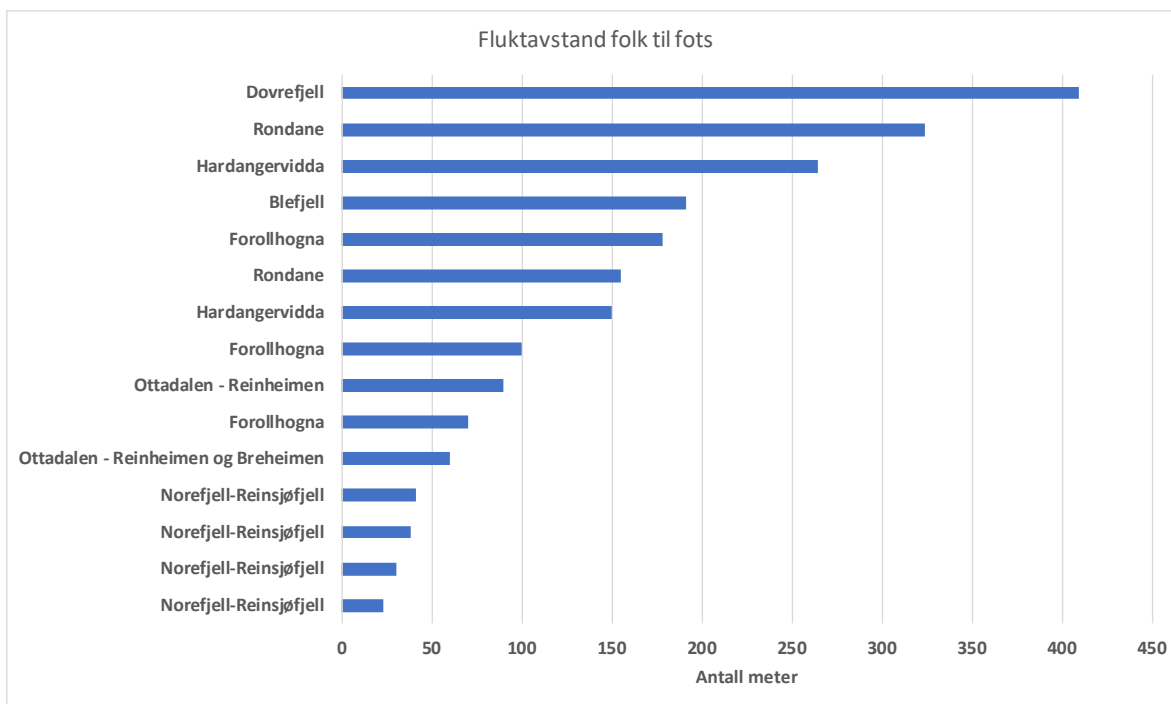


m.fl. 2012). De fire villreinområdene som genetisk sett ligger nærmest de opprinnelige villreinbestandene i Europa er Snøhetta, Knutshø, Sølnekletten og Rondane (Røed m.fl. 2014).

Vi må betrakte effekter av menneskelig påvirkning på villreinen som dynamisk og variert. Villrein viser generelt sterkere fryktresponser mot skiløpere enn snøscootere (Reimers m.fl. 2012), og snø-kitere gir større forstyrrelseseffekt enn skiløpere (Colman m.fl. 2012). Høyere hastighet og størrelse på objektet gir større oppmerksomhet for villreinen og lengre fluktavstander (Reimers m.fl. 2003). Over tid viser noen studier at villreinen ble vant til observatøren, fordi gjentatte forstyrrelser ga kortere fluktavstander, såkalt habituering (Reimers m.fl. 2010). Gjentatte lokale forstyrrelser av flokkene er også satt i sammenheng med redusert beitetid og økt energibruk, som videre kan virke inn på kondisjonen til dyra. Colman m.fl. (2003) indikerer for eksempel at redusert beitetid grunnet forstyrrelse fra mennesker eller insekter kan redusere dyrenes evne til å gå opp i vekt. Gjentatte og langvarige forstyrrelser kan derfor ha negative konsekvenser for reinsdyra, gjennom høyere energiforbruk og redusert næringsinntak som videre påvirker kondisjonen til dya (Skogland & Grøvan 1988). Undersøkelsene viser generelt at slike lokale forstyrrelseseffekter er relativt kortvarige, siden mange av studiene også har målt hvor langt dyrene løper før de roer seg ned igjen og opptar normal aktivitet (Reimers m.fl. 2010). Men uansett, studier på lokale responser foregår på en så liten skala at det ikke er mulig å konkludere hvilke effekter dette har for hele villreinbestanden (**Tabell 2.1, Figur 2.2**).

**Tabell 2.1.** Viser gjennomsnittlig fluktavstand for villrein i noen områder. Vurderingen tar utgangspunkt i en enkelt person som går rolig rett på middels stor villrein flokk i flatt terreng om sommeren før jakt og der reinen ikke vindtrekket fra personen.

Villreinområde	Avstand målt						Referanse
	Type aktivitet	Oppdagelse	Frykt	Flukt	Hvor langt?	Total bevegelse	
Setesdal-Ryfylke	Snøskuter	534	328	264	486	660	Reimers m.fl. 2003
	Folk på ski	370	328	281	543	970	
Dovrefjell	Folk til fots	471		409			Baskin & Hjälten 2001
Forollhogna	Folk til fots	300		178			Reimers m.fl. 2006. Basert på avlesning i figur
Forollhogna	Folk til fots	Ca 110		Ca 100	Ca 400		
	Folk på ski	Ca 180		Ca 100	Ca 200		
Norefjell-Reinsjøfjell	Folk til fots	70		30	180		
	Folk på ski	100		50	190		
Ottadalen	Folk til fots	110		60	400		Reimers m.fl. 2012
	Folk på ski	170		120	410		
Forollhogna	Folk til fots	100		70	220		
	Folk på ski	150		130	230		
Hardangervidda	Folk til fots	180		150	1450		
	Folk på ski	280		280	1600		
Rondane	Folk til fots	175		155	1050		
	Folk på ski	270		285	1150		
Norefjell-Reinsjøfjell	Folk på ski	120		80	85		Colman m.fl. 2012
	Snø-kite	410		250	470		
Norefjell-Reinsjøfjell (1992)	Folk til fots	61		23	135		Reimers m.fl. 2009. Basert på avlesning i figur
	Folk på ski	118		59	400		
Norefjell-Reinsjøfjell (2002)	Folk til fots	64		41	185		Reimers m.fl. 2009 Dervo & Muniz 1992
	Folk på ski	123		115	205		



**Figur 2.2.** Viser gjennomsnittlig fluktavstand under påvirkning fra folk til fots for villrein i noen områder. Vurderingen tar utgangspunkt i en enkelt person som går rolig rett på middels stor villrein flokk i flatt terreng om sommeren før jakt og der reinen ikke kjenner vindtrekket fra personen.

### Regionale unnvikelsesresponser

Studier innen denne kategorien inkluderer både villrein- og tamreinbestander. Habitatvalg handler for reinsdyra om en avveining mellom opplevd risiko og potensielle fordeler ved å bruke et bestemt område. Responsene av menneskelig forstyrrelse på reinen gjenspeiler opplevd predasjonsrisiko, og flokkens respons på trusselen blir dermed modulert ut fra både intensitet og type forstyrrelse i forhold til andre risikoer og fordeler i habitatet (Gill m.fl. 1996). Det er flere studier som handler om kortsiktige effekter av etablering av ny infrastruktur som vindparker, hovedveier, grusveier, dammer og magasiner, samt kraftledninger i utkanten av området, og som sammenligner habitatbruk hos rein før, under og etter bygging eller som sammenligner områder med og uten utbygging (f.eks. Colman m.fl. 2013, 2015, Eftestøl m.fl. 2016, Tsegaye m.fl. 2017). Noen studier har testet reinens bruk av arealene som en funksjon av avstand fra forstyrrelseskilden, f.eks. turiststeder eller hyttefelt (Nellemann m.fl. 2001, Dahle m.fl. 2008, Helle m.fl. 2012), mens andre studier har sett på infrastruktur som er fjernet eller flyttet for å studere effektene på habitatbruken (f.eks. Nellemann m.fl. 2010). En forutsetning for slike studier er at dyrene har alternative områder å bruke og ikke er «stengt inne» i landskapet (Vistnes & Nellemann 2008). Et vanlig funn i disse undersøkelsene er at dyrene øker bruken i områder med færre mennesker og infrastruktur, og følgelig vil beitetrykket øke i disse foretrukne områdene. Slike funksjonelle effekter er funnet i Nordfjella og Hardangervidda (Nellemann m.fl. 2001). Her var tettheten av villrein høyere i områder med mindre forekomst av infrastruktur, og beiteressursene var langt mer nedbeitet i de foretrukne områdene (Nellemann m.fl. 2003). Men vi må tolke disse studiene på funksjonelle effekter med forsiktighet, fordi det mangler kontrollområder, og fordi en forklaring på de observerte mønstrene kan være at infrastruktur er konsentrert i mindre foretrukne områder slik som lavt i terrenget eller i dalbotn. Det er ikke helt intuitivt at reinen skal gjøre stor bruk av områder med redusert mattilgang, men studiene antyder dermed at fordelene med mindre opplevd risiko i disse urørte områdene oppveier kostnadene ved å ha dårligere beitekvalitet. Nyere studier har vist at unnvikelsesresponser i stor grad avhenger av omfanget og intensiteten i menneskers bruk av infrastrukturen. Flere studier har kvalitativt vist en positiv sammenheng mellom økende menneskelig aktivitet og unnvikelsesrespons (f.eks. Helle m.fl. 2012, Colman m.fl. 2013, 2015, Skarin & Åhman, 2014, Eftestøl m.fl. 2016, Tsegaye m.fl. 2017). Problemet er at disse

studiene ikke har data som viser menneskers bruk av infrastruktur, men er basert på beskrivelser av situasjonen.

Et generelt trekk i disse studiene er at de studerer fenomener som er svært kompliserte og har inkludert en rekke faktorer som virker inn på reinens valg av habitat. Det viser seg at man ofte ikke har kontroll på alle de viktige faktorene i slike studier, og det er også få studier som har en design som inkluderer data før, under og etter inngrepet. Derfor spriker svarene en del mellom studiene, og rundt 60 % av studiene av Caribou og villrein påviser negative effekter av inngrepet (Colman m.fl. 2017, Flydal m.fl. 2019). En annen svakhet med studiene er at de ikke inkluderer kvantitative data på den menneskelige bruken av infrastruktur (dvs. romlig omfang, tidsmessig omfang og variabilitet, volum). Infrastruktur alene kan utgjøre en hindring for reinens bruk av habitatet (dam, vegskjæring, gjerde osv.), men i tillegg gir menneskelig eksponering effekter (Gundersen m.fl. 2019, 2020); hvorvidt en vei blir et hinder avhenger derfor av design og plassering i terrenget, og hvorvidt reinen forbinder veien med menneskelig ferdsel. Derfor har tidligere studier sett på effekten på reinen av 1) infrastruktur og 2) menneskelig bruk av infrastruktur, men der 2) i de aller fleste studiene er en ukjent faktor. Dette er en stor svakhet, som kan være med på å forklare de store forskjellene i effektene av utbygging av infrastruktur som studiene viser. Kunnskap om den menneskelige bruken er spesielt interessant, siden forvaltningen kan påvirke denne atferden i landskapet. Dette kan skje gjennom ulike virkemidler (forbud, restriksjoner, informasjon osv.). Det er med andre ord lettere for forvaltningen å påvirke den menneskelige atferden enn villreinen.

Reinen kan tilvenne seg menneskelig eksponering (Reimers m.fl. 2010). Slik habituering er påvist gjennom reduserte fluktresponser fra rein gjennom gjentatt eksponering for mennesker (Reimers m.fl. 2009) eller ved å sammenligne responser hos rein i områder med høyt og lavt nivå av menneskelig bruk (Reimers m.fl. 2010, 2012, Skarin m.fl. 2004). Derfor er unnvikelsesresponser svært kontekstuelle og dynamiske, og avhenger av en rekke bakenforliggende faktorer (Skarin m.fl. 2008, Anttonen m.fl. 2011, Helle m.fl. 2012, Vistnes m.fl. 2008, Skarin m.fl. 2004). Et sentralt spørsmål i denne sammenheng er om det er enkeltindivider eller flokker (f.eks. bukk) som har bedre evne til habituering enn hovedbestanden i området.

### **Regionale kumulative responser**

Denne kategorien inkluderer primært forskning utført i villreinbestander, men inkluderer også noen studier av tamrein. GPS-studier av villrein har gjort det mulig å ta i bruk analyser i stor skala av funksjonell habitatbruk og trekk (Panzacchi m.fl. 2013a, 2013b, 2015a, 2015b, Colman m.fl. 2015, Eftestøl m.fl. 2016). Slike studier har avdekket funksjonelle effekter i forhold til barrierer og fragmentering av områder som har vært historisk viktige for villreinen, samt trekk mellom beiteområdene og viktigheten av kalvingsområder og refugieområder for å unngå insekter (Panzacchi m.fl. 2015a, 2015b). Reinsdyra oppfatter menneskeskapt barriere hovedsakelig i form av lineær infrastruktur (f.eks. veier) i kombinasjon med menneskelig aktivitet, og styrken på barriereeffekten avhenger sannsynligvis av summen av disse to faktorene (Vistnes m.fl. 2004). Slike kumulative effekter av infrastruktur kan være betydelige i daler eller fjelloverganger som inneholder flere parallelle strukturer som motorveier, jernbaner, kraftledninger og med tilrettelegging for friluftslivet (Panzacchi m.fl. 2015b, Sarkki m.fl. 2016). Panzacchi m.fl. (2013a) viste at merkede stier har signifikante negative effekter på habitatbruk og trekk i historiske viktige trekkområder i flere villreinområder. Slike effekter kan observeres både gjennom endringer i dyrenes atferd (økt bevegelseshastighet nær stiene) og unnvikelse av visse stier, som til slutt forhindrer at dyrene får tilgang til historisk viktige områder (Panzacchi m.fl. 2013a, 2015a). Mange steder har bruken av gamle viktige trekk-korridorer opphørt helt, mens i enkelte tilfeller bruker bare en liten del av flokkene trekk-korridorene, og for noen har den totale bruken blitt redusert betydelig (Panzacchi m.fl. 2013a). Imidlertid er noen av disse barrierene sesongmessige. Mange grusveier og også noen hovedveier i fjellet er kun åpne for trafikk om sommeren og fungerer ikke som barrierer om vinteren når de dekt av snø. Et eksempel på dette er Friisvegen mellom Ringebu og Stor-Elvdal.

**Tabell 2.2.** Nyere studier som viser arealunnavvikelse hos villrein i Norge.

<b>Installasjon</b>	<b>Unnvikelse, sterkt redusert bruk</b>	<b>Delvis unnvikelse, moderat redusert bruk</b>	<b>Referanser</b>
<i>Hovedveger</i>	1 km	10-15 km	Panzacchi m.fl. 2015a, 2015b, Strand m.fl. 2014, 2015
<i>Mindre veiger</i>	1 km	10 km	Panzacchi m.fl. 2015a, 2015b, Strand m.fl. 2014, 2015
<i>Turisthytter</i>	1 km	10 km	Panzacchi m.fl. 2015a, 2015b, Strand m.fl. 2014, 2015
<i>DNT stier</i>	Svært variabel – avhengig av sti-intensitet		Panzacchi m.fl. 2015a, 2015b, Strand m.fl. 2014, 2015
<i>Kraftledninger</i>	Liten Sterkt kontekstavhengig	Liten Sterkt kontekstavhengig	Colman m.fl. 2015, Tyler m.fl. 2014, 2016, Eftestøl m.fl. 2016, Panzacchi m.fl. 2013a finner stor variasjon i viktige trekk-korridorer
<i>Vindturbiner</i>		3-5 km	Litteraturgjennomgang se Skarin m.fl. 2015, Strand m.fl. 2017

Nyere studier antyder også at effektene varierer betydelig mellom forskjellige typer infrastruktur (**Tabell 2.2**). Effekter er dokumentert for veier, turisthytter og andre former for fritidsinfrastruktur, men avhenger av intensiteten og typen menneskelig bruk av infrastrukturen. Om dyra sanser strukturene eller menneskene som bruker dem, er viktig i forhold til den responsen infrastrukturen gir. Reinsdyra opplever vanligvis en potensiell forstyrrelse 1-2 km unna i åpne fjellområder, mens tungt trafikkerte veier kan ha en innflytelseszone på hele 5-10 kilometer eller mer (Panzacchi m.fl. 2013a, 2015b). Om dette kommer fra læring eller strengt tatt er et produkt av øyeblikkelig sensorisk stimulering er ikke undersøkt. Imidlertid er det sannsynlig at områder med intensiv menneskelig bruk av infrastruktur, for eksempel veier over fjelloverganger, unngås av flokkene. Dette antas å skyldes de samme mekanismene som reinsdyra lærer når det gjelder sesongtrekk, trekkveier og forekomst av ressurser i området.

Disse nylige studiene inkluderte alle typer eksisterende infrastruktur som finnes innenfor villreinområdene, de bruker langsiktige GPS-data på rein (f.eks. Fra Hardangervidda-området siden 2001), og analysene inkluderer data på mange av habitatfaktorene som kan være med å forklare endringer i villreinbestandens arealbruk og trekk. Det kan være flere ulike habitatfaktorer som ikke er inkludert i analysene i studiene (se oversikt Flydal m.fl. 2019). For det første er det vanskelig å inkludere svært dynamiske faktorer som værforhold og tilgang til beite gjennom året, og det vil være tilfeldige bevegelser til flokken som kan være vanskelig å inkludere. Dette er relevante faktorer som da ofte er oversett. For det andre har det meste av forstyrrelsesforskningen undersøkt effekten av eksisterende infrastruktur i landskapet (Panzacchi m.fl. 2013a, 2015a, 2015b), og har dermed ikke testet endringene før, under og etter bygging av ny infrastruktur (Flydal m.fl. 2019). En måte å teste slike endringer på er å etablere en langsiktig studie som følger de forskjellige fasene i utbyggingen (Colman m.fl. 2013, 2015, Eftestøl m.fl. 2016, Flydal m.fl. 2019), eller å bygge modeller for egnet habitat og trekk i landskapet med eksisterende langsiktige GPS-dataserier som forutsier forstyrrelseseffekter ved å legge til eller fjerne infrastruktur digitalt i predikasjons-modellene (Panzacchi m.fl. 2015b). Imidlertid har volumet av menneskelig bruk av infrastrukturer ikke blitt nevnt som en faktor i noen av forstyrrelsesstudiene, heller ikke i en nylig gjennomgang av unnavikelseeffekter (Flydal m.fl. 2019). Det eneste unntaket er Gundersen m.fl. (2019, 2020) som brukte data om ferdsel på merkede og umerkede stier fra feltundersøkelser og automatiske tellere, men disse studiene mangler helhetlige analyser som inkluderer viktige habitatparametere.

### Kunnskapshull

Litteraturgjennomgangen viser at det er gjort mye forskning på villreins respons på menneskelig forstyrrelse i Norge, Sverige og Finland, i alt 73 vitenskapelige artikler. Det er veldokumentert at utbygging av tyngre infrastruktur har store unnavikelseeffekter på villreinen, og har medført at spesielt randområder brukes mindre og at trekkområder mellom historisk viktige områder har opphørt mange steder. Studiene som er gjennomført viser likevel noe varierte resultater, og dette

kan skyldes studiedesign (bla manglende før-data) og at man har for dårlige data på viktige bakenforliggende faktorer på habitatets egnethet (Flydal m.fl. 2019). Tidligere studier har heller ikke inkludert data på den menneskelige bruken av «tung» infrastruktur, og dette gir opplagte svakheter, fordi man ikke kan skille mellom hva som skyldes det fysiske inngrepet i seg selv og hva som skyldes den menneskelige bruken av infrastrukturen (f. eks. en mye trafikkert veg).

Det er også slik at “myk infrastruktur” som merka stier og infrastruktur for friluftsliv og turisme i mindre grad er studert i tidligere studier, selv om noen unntak finnes (Panzacchi m.fl. 2013a, Gundersen m.fl. 2019, 2020). Situasjonen i mange villreinområder er at utbyggingen av infrastruktur i randområdene har vært omfattende siste årene (spesielt hyttebygging, grusveger), og med stor menneskelig aktivitet, medfører at reinen blir ytterligere «presset» tilbake til de indre mer urørte kjerneområdene. I disse områdene er det «myk» infrastruktur som dominerer, og det er mange steder stor menneskelig aktivitet på merka stier, skiløyper og rundt turisthytter. Dette er ferdsel langs linjer (stier) eller punkter (hytter) i landskapet som kan gi en lokal arealunnavvikelse (Panzacchi m.fl. 2013a, 2015a) og som kan hindre reinen på sitt trekk eller skape barriereeffekter og ytterligere fragmentering. En slik fragmenteringseffekt som følge av «myk» infrastruktur er blant annet vist fra Snøhetta og Rondane (Strand m.fl. 2014, Strand & Gundersen 2019). Det er i dag stort behov for kunnskap om hvilken effekt bruk av «myk» infrastruktur har på villreinen.

Et annet område det er mangel på kunnskap på, er hvilken effekt den mer spredte bruken har på villreinen. Dette er menneskelig aktivitet som ofte ikke er direkte knyttet til infrastruktur (bare start og stopp for turen), og omfatter aktiviteter som jakt, fiske, bærplukking, teltturer, snøkiting, gjeting og andre formål knyttet til lokal bruk. I mange tilfeller skjer denne type bruk i reinens kjerneområder, den er ofte uforutsigbar, og møte mellom villreinflokker og folk vil kunne skape fluktreaksjoner som vil kunne gi redusert beitetid og økt energibruk hos villreinen. Denne type effekter vil være avhengig av intensiteten (antall forstyrrelser per tidsenhet) og type forstyrrelse (hvor redd reinen blir). Det er for eksempel vist fra Knutshø villreinområde (Strand m.fl. 2015), der det er svært få merka stier og heller ingen turisthytter, at det er den spredte ferdselen som er dominerende og som forgår på hele arealet. Dataene viser at det er mange møter mellom villreinflokkene og folk som skaper fluktreaksjoner, men det er fortsatt et åpent spørsmål hvilken effekt dette har på villreinens kondisjon. Det er for eksempel vist at småviltjakt og gjeting i Knutshø «flytter» mye på reinen, og spesielt i villreinjakta, fordi jegerne har stor mulighet til å forflytte seg på de mange grusvegene i området. En slik mobilitet medfører stor konsentrasjon av jegere rundt flokkene, og det er en tendens til at flokkene slår seg sammen til en stor flokk. Det har vist seg forskningsmessig vanskelig å identifisere kausale sammenhenger mellom villrein og denne type forstyrrelse (Strand m.fl. 2015).

Oversikten viser at det er manglende kunnskap om menneskelig bruk av villreinområdene og de effektene dette har på villreinen. I det siste tiåret har forskningen utviklet metoder for å måle ferdsel, og som har mange steder har medført godt kunnskapsgrunnlag på ferdsel i mange av villreinområdene.

## 2.2 Forvaltningstiltak

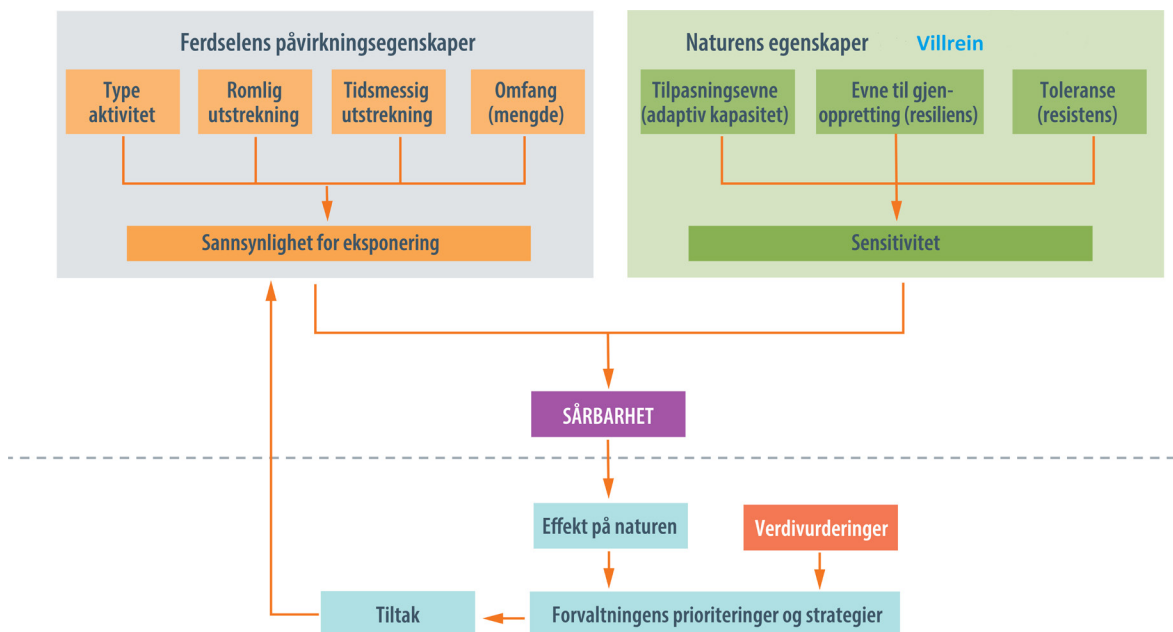
I det kapittelet beskriver vi kort det teoretiske grunnlaget for forvaltning av menneskelig ferdsel med relevans for villreinområder. Dette omfatter hvordan man skal kunne forstå ferdsel som en forstyrrelsekomponent på villreinen, hvordan forvaltningen kan styre ferdselen gjennom ulike virkemidler, og til slutt litt om hvordan man kan håndtere ferdsel i ulike soner.

### Villrein som en sårbar art

Villreinen i seg selv er ikke sårbar. Men den kan være sårbar dersom den utsettes for ulike former for menneskelig påvirkning. Det er spesielle egenskaper ved villreinen (sensitivitet) i kombinasjon med en menneskelig påvirkning, for eksempel ferdsel, som utløser sårbarhet. Sårbarhet vurderes ut fra hvor sannsynlig det er at en effekt oppstår, dvs. om villreinen blir eksponert for ferdsel og i hvor stor grad denne eksponeringen fører til responser som beskrevet over. Vi trenger altså både kunnskap om villreinens egenskaper og kunnskap om selve ferdselen eller den sannsynlige fremtidige ferdselen (**Figur 2.3**).

Faktorene som avgjør sensitiviteten er tilpasningsevne (adaptiv kapasitet; i hvor stor grad villreinen klarer å tilpasse seg økt ferdsel), evne til gjenoppretting (resiliens; i hvor stor grad villreinen kommer tilbake til et tidligere brukt område dersom forstyrrelsen opphører) og toleranse (resistens; hvor mye påvirkning villreinen tåler før det oppstår vesentlige endringer). Villreinen er en sensitiv art, fordi den har liten tilpasningsevne eller fleksibilitet til endringer i den menneskelige forstyrrelsen. Villreinen responderer på ferdsel ved at den i første rekke flykter og trekker seg tilbake til «rolige» områder.

Sannsynlighet for eksponering henger sammen med type aktivitet (hvilken aktivitet som utøves), og hvordan aktiviteten utøves (Gundersen m.fl. 2015). For eksempel gir utvikling av utstyr til skigåing og sykling nye måter å bruke landskapet på. Det som tidligere var skigåing og sykling, har utviklet seg til en rekke spesialiserte former (Odden 2008). Ulike typer bruk har også svært forskjellig romlig utstrekning, der enkelte aktiviteter er helt lokale, mens andre krever svært store areal. Mange friluftaktiviteter utøves dessuten i klart definerte sesonger (tidsmessig utstrekning). Sesongen er delvis styrt av når aktiviteten er mulig/best å utøve, men også når folk flest har tid til tur og friluftsliv slik som i ferier og helger. Sensitivitet for villreinen varierer dermed med sesong. Til sammen kan dette utløse forstyrrelse og forvaltningsutfordringer, for eksempel skisesong i fjellet i kalvingstida. Omfanget (mengde/volum) av påvirkninga har betydning for effektene. Mye folk på et lite og godt tilrettelagt område, altså kanalisering, er ofte et godt grep i forvaltning av både villrein og turisme, men for mye folk kan gi barriereeffekter av stier eller unnvikelseeffekter på arealet. Det er også en klar trend i samfunnet til at økt tilrettelegging «forskyver» sammensetningen av brukerne mot å bli mer tolerante for konsentrasjon av folk og stor tilrettelegging. En annen trend er folk som søker det motsatt av attraksjoner med mye folk, og heller ønsker seg «villmark» og lite folk. Konklusjonen er at det er et stort spekter av ulike folk som bruker fjellet, nesten alle bedriver friluftsliv i fjellet i Norge, og det er viktig med kunnskap om brukernes motiv og preferanser for fjellet for å kunne innrette de mest riktige forvaltningstiltakene som balanserer bruk og vern.



**Figur 2.3.** Forholdet mellom påvirkning/ferdsel sensitivitet, og sårbarhet villrein, og forvaltningstiltak for å bedre situasjonen for villreinen (prinsippfigur fra Hagen m.fl. 2019).

For å håndtere en konkret forvaltningsutfordring i en lokalitet er det nyttig å ha en overordna tilnærming. Aktuelle forvaltningstiltak og virkemidler må målrettes ut fra en gjennomtenkt strategi. Tiltakene retter seg oftest mot påvirkningsfaktoren, altså ferdselen. Det er langt vanskeligere å påvirke atferden til villreinen, selv om man kan tenke seg å manipulere bestandsstørrelse og -sammensetning til å tåle mer ferdsel eller «gjete» flokkene til områder som man ønsker skal tas i bruk av villreinen. For eksempel vil stor bestandstetthet «presse» reinen ut i mer marginale områder for å øke ressurstilgangen, og også til områder med mer forstyrrelse. Et annet tiltak kan være å øke bukkeandel som er mindre sårbar for ferdsel, og som dermed vil gi mer bruk av randsonene. Et siste tiltak kan være å aktivt drive villreinen til områder med god ressurstilgang. Tiltak knyttet til å øke bestandstettheten kan komme i konflikt med målene om en bærekraftig villreinbestand i god kondisjon. Hele poenget med denne korte diskusjonen, er å vise at det er enklere å påvirke den menneskelige bruken med tiltak for å bedre forholdene for villreinen.

Det finnes ikke en «fasit» på hva som er rett eller galt å gjennomføre av forvaltningstiltak. Kulturelle særpreg (slik som f.eks. allemannsretten, lokale brukstradisjoner) setter også klare rammer for hva som er mulig og hva som er effektivt eller akseptabelt av tiltak i ulike sammenhenger i norske fjellområder. Lovverket og rådende politikk innebærer for eksempel at ferdsel det er ytterst sjelden at ferdsel forbyes eller styres med direkte virkemidler (forbud, restriksjoner, begrensning antall), selv om lovverket har åpninger for å gjennomføre denne type virkemidler. Det er interessant å se at det internasjonalt er vanlig med denne type sterke virkemidler i verneområder. Derfor er situasjonen i Norge slik at forvaltningen stort sett må bruke indirekte virkemidler, slik som å endre fysisk tilrettelegging (f. eks. fjerne, flytte eller etablere nye stier), eller ulike former for informasjonstiltak og guiding.

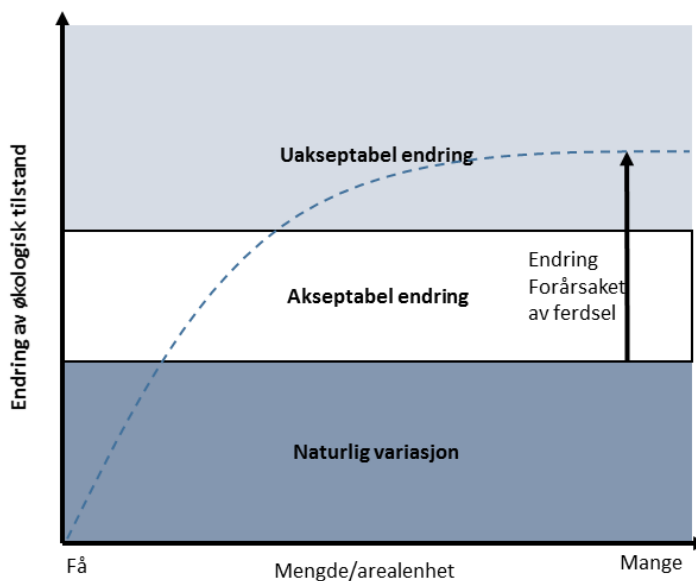
Et typisk eksempel: Forvalteren har identifisert et svært sårbart område for villreinen, men kan ikke forby ferdsel. I stedet må ferdselen styres ved å informere/oppfordre de besøkende til å ta hensyn (unngå) eller tilrettelegge slik at den kanalisere de besøkende bort fra det sårbare området (Gundersen m.fl. 2010). Forvaltningstiltak kan få betydning for folk sin bruk av et område, enten tiltaket er et påbud eller en indirekte anmodning mot å ferdes eller drive med konkrete aktiviteter. Dette kan føre til motstand eller vanskeligheter med å få ønsket effekt av tiltaket. Det er viktig å bygge legitimitet blant aktører og brukere frem til beslutning om tiltak og få til inkluderende prosesser og god samordning som gir samstemthet mellom lokale, regionale og nasjonale vernemyndigheter.

Naturmangfoldloven slår fast at forvaltninga skal være kunnskapsbasert. Om en syklist skal forvaltes på en annen måte enn en turgåer eller skigåer, må dermed bygge på kunnskap om at de utgjør forskjellig påvirkning på naturmiljøet. Dette er prinsippet om «likebehandling» mellom de ulike brukerne i fjellet, og som blant annet er diskutert for Snøhetta villreinområde (Flemsæter m.fl. 2018). Tiltak må også ta hensyn til at lokaliteter har ulike formål og ulik brukshistorie, med tilhørende varierte landskapsuttrykk. Dette illustrerer spekteret av hensyn som må vurderes når en skal velge virkemiddelbruk og gode tiltak.

### Ferdsel som påvirkningsfaktor på villrein

All ferdsel påvirker naturen, men stort sett i et omfang eller med en lokalisering som kan regnes som 'akseptabel', sett opp mot verneformål og naturkvaliteter. Ikke all ferdsel påvirker villreinen, men hva kan regnes som akseptabelt? Som en grunnplanke for all ikke-motorisert ferdsel i natur i Norge ligger den frie ferdselsretten, *allemannsretten*. Allemannsretten gir alle rett til å ferdes hensynsfullt i utmarka. Denne retten gjør at det er vanskelig å regulere ferdselen med forbud eller restriksjoner. Ved stor økning i ferdselen mot «uakseptable endringer» kan dette gi utfordringer for forvaltninga (Hagen m.fl. 2019).

Hvor går grensen mellom akseptable og uakseptable endringer i tilstand? Siden all bruk gir en påvirkning, er det forvaltningsmyndigheten som i siste instans avgjør hva, når, hvor eller hvor mye påvirkning og bruk som kan aksepteres (**Figur 2.4**). Mange villreinområder inkluderer også arealer som er vernet etter Naturmangfoldloven, og det er ofte enklere å regulere ferdselen innenfor enn utenfor verneområdet (jfr. plan og bygningsloven), blant annet den organiserte ferdselen. Målet med god planlegging i villreinområder er å avgrense områder som tåler bruk, og samtidig identifisere sårbare lokaliteter som man ønsker å skjerme for ferdsel. Hva som er 'uakseptable' endringer vil alltid være en prioritering mellom ulike interesser. Besøksstrategien er for eksempel forankret i at brukerinteressene skal være underordnet verneinteressene. Dette innebærer at forvaltninga må være aktiv, og å forsøke å styre ferdselen innenfor det som er akseptable nivåer.



**Figur 2.4.** Prinsippfigur som viser forholdet mellom naturlig variasjon i økologisk tilstand og hvordan ferdsel påvirker tilstanden slik at endringen er akseptabel eller uakseptabel. Kurven viser «normal» eller prinsipp-utvikling av effekter av påvirkning med økende bruksintensitet. Aktive forvaltningstiltak kan påvirke grensen for når bruk/bruksomfang fører til uakseptabel endring (etter Hagen m.fl. 2019).

Som oftest er det en nær sammenheng mellom grad av tilrettelegging, bruksintensitet og romlig fordeling av bruken (Hagen m.fl. 2019). Gradienten fra konsentrert til spredt bruk har ofte sammenheng med om tilretteleggingen er omfattende eller begrensa. Det aller meste av



friluftslivet/naturturismen er knytta til infrastruktur – altså som **punktaktiviteter** (parkering, leirplass, bålpluss, hytte) eller **linjeaktiviteter** (veg, sti, løype). Men det finnes viktige unntak: jakt, bærplukking, orientering, fjellklatring, kiting (på vann eller snø) og telemark/randonné (skigåing/kjøring utenfor løyper) er eksempler på **arealaktiviteter** som er mer uavhengige av infrastruktur (med unntak av før/etter selve aktiviteten, som forutsetter infrastruktur). Mengde ferdsel er en viktig påvirkningsfaktor, og i de tilfeller det finnes gode årsak-virkningssammenhenger (dose-respons) mellom mengde ferdsel og forstyrrelseseffekten vil dette gi verdifull kunnskap til forvaltninga. Kriterier for å beskrive ferdsel er gitt i **tabell 2.4**.

**Tabell 2.4.** Kriterier for å beskrive ferdsel som påvirkningsfaktor (etter Hagen m.fl. 2019).

- Romlig utstrekning (**skala, areal som blir berørt**),
- Tidsmessig utstrekning **og variabilitet (tidspunkt med bruk, sesong)**,
- Omfang (**volum, sannsynlig bruksmengde**),
- Type bruk/brukere/aktiviteter (**stort «fotavtrykk»?**)

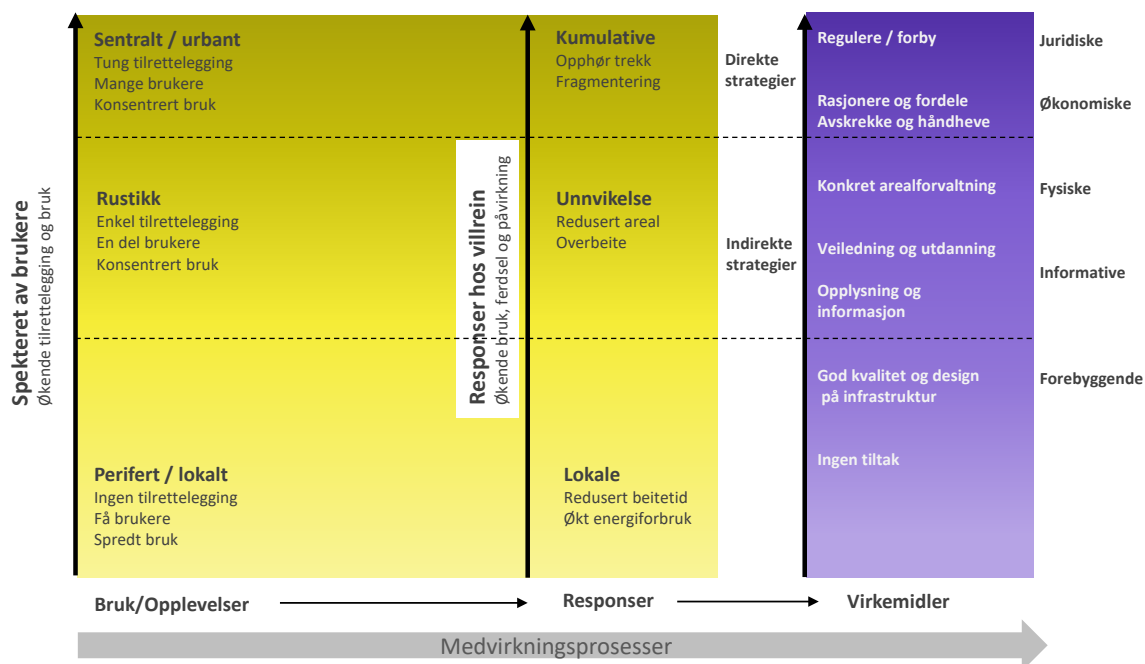
**Sistnevnte inkluderer spesielle bruks-/aktivitetsvarianter som en må være oppmerksom på. Tre ekstra faktorer kan være 'størrelse', 'hastighet' og 'rekkevidde'.**

### Tre soner for ferdsel og villrein

I NINA rapport 1909 er data på ferdsel Hardangervidda oppsummert, og et viktig resultat fra den rapporten er inndeling av Hardangervidda i tre brukssoner (Gundersen m.fl. 2021a). Vi viser her en enkel prinsippskisse som ser på sammenhengen mellom type ferdsel i lokaliteten, type respons villreinen viser i de ulike lokaliteter og aktuelle virkemidler for avbøtende tiltak (**Figur 2.5**). Modellen bygger på eksisterende kunnskap innenfor atferdsteori for å bedrive friluftsliv og for kunnskap om forstyrrelse villrein (Gundersen & Singsaas 2020, Singsaas & Gundersen 2020 i trykk). På y-aksen til høyre i figuren viser vi spekteret av besøkslokaliteter, der gradienten går fra perifer til sentrale områder, og som inneholder ulike opplevelsesdimensjoner. Disse klassene vil ha svært forskjellig bruk, der perifere områder i stor grad er forbeholdt spredt bruk av lokale brukere og de som fisker, jakter, sanker, padler eller søker villmarksopplevelse. De sentrale områdene med stor grad av tilrettelegging har stort volum av turister, gjerne folk som kommer langveis fra, har hytte i området eller som er der for første gang (Gundersen m.fl. 2015). Disse forskjellene kan forvaltningen dra nytte av, og strategiene bygger på å skjerme de perifere områdene for mer tilrettelegging, mens de sentrale områdene forvaltes for å tiltrekke seg folk gjennom god tilrettelegging og attraksjoner. De sentrale områdene ligger som oftest i randsonen til villreinområdene, og er hovedsakelig knyttet til dagsturer, for turister, og er som oftest innfallsporter til villreinområdet. Perifere områdene, derimot, ligger ofte lenger inn i fjellet, i villreinens kjerneområder. I disse områdene vil da villreinen og folk (ofte lokale) dele plassen, og siden ferdselen her er på et lavt nivå, og samtidig spredt, vil dette utløse lokale responser hos villreinen. Tilfeldige møter mellom villrein og folk vil medføre fluktreaksjoner hos villreinen, men dette vil ha kortvarige effekter på villreinen ved at den roer seg ned igjen relativt raskt, hvis den ikke blir forstyrret på nytt. I tilfeller der det er stor spredt bruk, for eksempel i jakta, vil reinen per definisjon forstyrret hyppig, og som dermed vil ha opplagte effekter som redusert beitetid og økt energibruk. Men likevel, som oftest vil menneskelig bruk i denne arealkategorien forårsake kun lokale responser hos villreinen. I de tilfeller ferdselen er kanalisert til merkede stier og løyper, kan reinen ha vanskelig for å forsere en slik linje hvis ferdselen overstiger et visst nivå. Vi har jobbet med slike terskeeffekter på Hardangervidda og resultatene blir oppsummert senere i rapporten. I de tilfeller ferdselen blir for stor slutter reinen å trekke over og å bruke områdene, og vi har fått det vi kan kalle en regional unnvikelseseffekt. I de tilfeller unnvikelsen er permanent er dette «tapt» land for reinen. Det er lett å kjenne igjen slike områder på Hardangervidda, for eksempel Dagalitangen, langs Rv7 og vegen inn til Tinnhølen. I noen tilfeller kan ferdselen bli så stor at det blir fullstendig barriere for reinen, slik den har blitt på Rv7, Dagalitangen og andre steder på vidda. Den viktigste årsaken til denne type fragmentering er utbygging av tung infrastruktur slik som veger (E6, Rv27), jernbane, vannkraft, bebyggelse og hyttefelt. Men ferdsel ut fra denne

infrastrukturen forsterker effekten, og det er denne ferdseien forvaltningen kan styre med ulike virkemidler for å minimere negative effekter på villreinen.

Siden det ikke finnes en «fasit» på hva som er rett eller galt å gjennomføre av forvaltningsstrategi eller -tiltak, er det klart at beslutningsprosessen frem til vedtak er svært viktig for å bygge legitimitet blant aktører og brukere. Det må med andre ord investeres i gode inkluderende prosesser for å oppnå en større legitimitet i forvaltningen, og det må være god samordning og samstemthet mellom lokale, regionale og nasjonale myndigheter. Det er videre forankret i Naturmangfoldloven at forvaltningen skal være kunnskapsbasert. Å reflektere kritisk over hva prinsippet om kunnskapsbasert forvaltning faktisk innebærer, i forhold til et mangfold av ulike brukere og aktører i villreinområdene, er avgjørende for å oppnå legitimitet i forvaltningen (jfr. Prinsippet om likebehandling).



**Figur 2.5.** Skjematisk framstilling av forholdene mellom ferdsel, bruks og påvirkningsgrad, ulike forvaltnings- og tilretteleggingstiltak og biologiske effekter skalert fra naturtilstand til sterkest påvirkning (etter Gundersen & Singsaas 2020)

I **tabell 2.5** har vi sammenfalt noen nøkkelfaktorer i forholdet mellom rein og folk i de ulike sonene som er hentet fra kunnskap om menneskelig bruk og de responser dette fremkaller hos villreinen.

**Tabell 2.5.** Prinsipielle strategier for segmentering av besøkende og karaktertrekk ved forvaltningen i tre soner i villreinområder (Gundersen m.fl. 2021).

Egenskaper / Areal sone	Langtur utenfor merka sti (Perifert / Lokalt)	Langtur langs merka sti	Dagstursonen (Sentralt / Urbant)
<b>Villrein – bruk interaksjon</b>	Refugie-lokal bruk	Sammenblandet	Unnvikelse - Utbygging
<b>Typisk Motivasjon</b>	Villmarksopplevelse/opplevelse av å være alene Høstingssaktiviteter Gjeting	Naturopplevelse Stillhet Gjøre forskjellige aktiviteter	Attraksjoner Sosial aktivitet Komfort
<b>Stitetthet</b>	Veldig lav	Lav-høy	Høy
<b>Volum besøkende</b>	Veldig lav	Lav-høy	Høy
<b>Strategi besøkende</b>	Indre motivasjon (Push factors)	Kombinasjon (Pull -Push factors)	Attraksjonssøkende (Pull factors)
<b>Forvaltning-skonsept</b>	Ingen tiltak Restaurering	Manipulasjon Forhandlinger	Tilrettelegging, utbygging
<b>Forvaltning-stiltak</b>	Fjerne infrastruktur som har betydning på villrein (f. eks. merka stier, bruer, hytter)	Status qua eller fjerne eller flytte infrastruktur som har betydning på villreinen (f. eks. merka stier, bruer, hytter)	Etablere ny infrastruktur og fasiliteter for å tiltrekke seg de besøkende til mindre sårbare områder.



Foto: Olav Strand

### **Virkemidler for å styre ferdsel**

Forvaltningen har mange ulike virkemidler, juridiske, informative og fysiske, til rådighet for å håndtere folk i henhold til sensitive områder for villreinen. Mye handler her om hva som er passende eller akseptable påvirkninger fra bruk, og i dette ligger det mye av det vi kan kalle allmenn kunnskap (lokal), god dømmekraft og sunn fornuft. Det finnes ikke klare kunnskapsbaserte svar på hva som er rett eller galt å gjøre i en gitt situasjon, fordi dette i stor grad handler om verdivalg. Med andre ord, forskerne kan sannsynliggjøre at villreinen forsvinner fra området med økende ferdsel, men de kan ikke regne seg frem til om dette er riktig eller galt. I slike tilfeller vil lovverket (jfr. verneformål) og/eller politiske retningslinjer kunne veilede i det enkelte villreinområde. Uakseptable påvirkninger deles ofte i to kategorier: 1) påvirkning på naturmiljøet, eller 2) påvirkning på de besøkendes opplevelser i naturmiljøet. Disse to utelukker ikke hverandre og ofte har de sammenfallende effekter, for eksempel at urørte områder kan fungere som refugieområder for villreinen og samtidig gi gode opplevelser for brukerne.

Det er mulig å finne igjen alle typer besøkende i alle villreinområder og innfallsporter, men den «typiske» besøkende (gjennomsnittsprofilen) varierer stort fra sted til sted. Det er avgjørende at forvaltningsmyndighet har forståelse for særtrekkene ved sitt villreinområde eller ved den enkelte innfallsport til området. For eksempel er profilen til de besøkende til Forollhogna villreinområde som er dominert av lokale, helt forskjellig fra profilen til Rondane villreinområde som er dominert av turister. Men du finner turistlokaliteter i Forollhogna og lokaliteter dominert av lokale i Rondane, og på den mest besøkte lokaliteten i Rondane, Spranget (25 000 besøkende) finner man også lokale brukere. Dette viser at forvaltningen må være stedstilpasset til villreinområde og på innfallsportnivå.

Forvaltningstiltak skal per definisjon endre en bruksprofil og/eller et bruksmønster, for eksempel ved å øke tilretteleggingsgrad og kanalisering i en innfallsport. Økt tilrettelegging fører ofte til økt bruk, og dermed kan dette igjen gi økt behov for ytterligere tilrettelegging. Dette kan gi det vi kan kalle en tilretteleggingsspiral, og som fører til at innfallsporten utvikler seg til noe annet enn det opprinnelige eller det som var tenkt. Samtidig vil økt tilrettelegging og flere besøkende ofte føre til en endret bruksprofil. De besøkende som foretrekker natur uten tilrettelegging og helst ikke vil møte andre folk på turen får reduserte muligheter, og vil om mulig finne seg alternative områder (Gundersen m.fl. 2015). Det er komplekse sammenhenger mellom forvaltningstiltak og de besøkende/brukerne, og det kan være svært vanskelig å forutsi hva som vil skje med gjennomføring av forvaltningstiltak. I en del tilfeller kan det være lurt å ha en adaptiv utprøvende tilnærming, der forvaltningen «tester» ut løsninger for å se om tiltakene har de ønskete effekter på natur og folk. I tilfeller der man ikke oppnår målsettingene (ved hjelp av indikatorer, standarder, overvåking) må tiltaket justeres eller i noen tilfeller reverseres.

Når det gjelder forvaltningstiltak er det en lang liste over mulige tiltak, og vi nevner her noen som er aktuelle ved at de har vært utprøvd i villreinområder. Det er vanlig å dele inn tiltakene i direkte og indirekte tiltak, der direkte tiltak påvirker atferden direkte gjennom for eksempel restriksjoner og forbud, mens indirekte styrer ferdselen gjennom endringer i miljøet eller i form av informasjon (**Tabell 2.6**). Det deles ofte inn i fem hovedtyper av forvaltningstiltak: Regulere og forby, rasjonere og fordele, avskrekke og håndheve, konkret arealforvaltning, samt opplysning og veiledning.

Alle disse hovedtypene kan være aktuelle å bruke i en gitt situasjon, og der den første «konkret arealforvaltning» handler om naturressursen som de besøkende oppsøker, mens de fire andre handler om de besøkende. Hovedtypene brukes også ofte i kombinasjon. Regulering er nedfelt i verneforskriftene og annet lovverk knyttet til villreinområdet. Forvaltningsmyndighet har størst handlingsrom i Norge når det gjelder konkret arealforvaltning, samt opplysning og veiledning. Når det gjelder rasjonere / fordele og avskrekke/håndheve er dette vanlige tiltak internasjonalt, men som i dag i stor grad utfordrer «allemannsretten» i Norge.

**Tabell 2.6.** Viser en oversikt over typer av potensielle virkemidler til å styre ferdsel i villreinområder i Norge (etter Hagen m.fl. 2019).

<b>Virkemiddel</b>	<b>Forklaring</b>
<b>Regulere</b>	Reguleringer handler om å styre bruken av et område gjennom begrensninger og forbud. Verneforskriftene utdypet hva som er tillatt eller ikke innenfor verneområdet, så som mengde og type av fasiliteter, aktiviteter, utstyr, transportform, oppholdstid, om organisert ferdsel er tillat. Sonering kan brukes for å angi steds- eller tidsspesifikk regulering (f. eks. bruk av sykkel, utenfor hekketid mm). Regler for organisert ferdsel er oftest nedfelt i verneforskriften, og er derfor lettere å regulere enn uorganisert ferdsel. Organisert ferdsel er ofte ledet av kyndige guider/lærere som kan forhindre negativ påvirkning.
<b>Rasjonere og fordele</b>	Dette tiltaket er lite brukt som tiltak i Norge. Det handler om å begrense bruken (reservasjon av et begrensa antall plasser, kø-prinsipp, loddtrekning, kvalifikasjonskrav, betaling) av en knapp ressurs. Allemannsretten setter klare grenser for denne tiltakskategorien. Jakt er ikke en allemannsrett og fungerer etter dette prinsippet, og når man har bestemt en kvote (antall jegere) blir det med en gang snakk om fordeling, som er en akseptert måte å begrense påvirkningen på.
<b>Avskrekke og håndheve</b>	Dette er også lite brukt i Norge og handler om å hindre uønsket atferd gjennom bruk av forbudsskilt, trusler om straff eller bruk av uniformert personell for håndhevelse av loven. Statens naturoppsyn er uniformert og har myndighet til å håndheve lover i verneområdene.
<b>Konkret arealforvaltning</b>	Denne kategorien handler om å manipulere det fysiske miljøet, og (forsøksvis) dirigere og kanalisere bruken for å opprettholde naturverdiene. Et av de viktigste tiltakene er å konsentrere bruken, i første rekke gjennom stram/tydelig tilrettelegging som gir et kanalisert bruksmønster. Ofte er det ønskelig for de besøkende at det er lett og bekvem adgang til innfallsporten (p-plass, toalett, vann, informasjon, skilting osv.), men at det er lavere grad av tilrettelegging ute i terrenget. De besøkende kan ha ulike preferanser, men for de fleste er det slik: Etablering av fasiliteter vil tiltrekke seg besøkende, mens reduksjon/ fjerning som oftest vil redusere bruken, særlig når det gjelder nye besøkende. En enkel tilnærming vil være å redusere tilretteleggingsgraden ved/i sårbare områder, og øke tilretteleggingsgraden i robuste områder. Å fjerne parkeringsmuligheten kan være effektivt, men ikke dersom lokaliteten uansett er så attraktiv at resultatet blir parkeringskaos. Derfor må kunnskapen om villreinsens sårbarhet følge kunnskapen om hvorfor mange besøkende som kommer til stedet. God design og tiltalende utforming av innfallsporten og lokaliteten gir ofte en mer hensynsfull atferd blant de besøkende, og forskning viser at dersom stedet er rotete og viser manglende forvaltning, vil dette medføre mer søppel, skader osv.
<b>Oppllysning og veiledning</b>	Dette har som formål å påvirke de besøkendes atferd, samt å bidra til positive opplevelser og ny læring. Dette kan omfatte generelle retningslinjer og råd for passende oppførsel, gjerne utdypet av en forklaring om hvorfor dette er viktig (f. eks. hvorfor bør man unngå å forstyrre hekkende fugler). Som oftest blir skriftlig informasjonstiltak (skilt, hefter eller digitale oppslag) brukt, siden det er langt billigere enn personlig kontakt og muntlig formidling til besøkende. Ofte inngår en beskrivelse av opplevelses- og naturverdier, med helt konkrete tips og råd om hvordan ferdselen kan foregå skånsomt, gjerne med bruk av kart og bilder. Stedspesifikke retningslinjer kan trolig også bli et nyttig verktøy i villreinområdene i fremtiden. I tillegg vil guiding ha et stort potensial i villreinområdene i fremtiden, for å øke turopplevelsen, lede til mer skånsom ferdsel og gi muligheter for lokal næringsutvikling. Muntlig formidling, eller guiding kan brukes ved spesielle besøkspunkter med stort informasjonsbehov eller som en del av det totale turopplegget.

## 3 Materiale og metode

### 3.1 Villreinstammen

Hardangervidda er Norges største villreinområde (8130 km<sup>2</sup>), har den største villreinbestanden, og området inkluderer også den største nasjonalparken på fastlandet, i alt 3 422 km<sup>2</sup>. Hardangervidda er Nord-Europas største høyfjellsplatå, og grenser mot Setesdal Austhei og Setesdal Ryfylke i sør og mot Nordfjella i nordvest. Hovedområdet er stort og sammenhengende, og er avgrenset av Rv 7 i nord og E 134 i sør, som begge utgjør betydelig barrierer for nord-sør trekene (Bevanger m.fl. 2005, Falldorf 2013, Strand m.fl. 2005). GPS merking ble igangsatt i 2001, og første rapportering fra GPS prosjektet var i 2006 (Strand m.fl. 2006). Dette pionerprosjektet med GPS merking og fjernmåling av beiteressurser (Falldorf 2012, Falldorf m.fl. 2014) brøytet veg for mange andre tilsvarende FoU prosjekter i villreinområdene, og det er per dags dato i tillegg gjennomført GPS merking i Knutshø, Snøhetta (øst og vest), Rondane (nord og sør), Nordfjella (sone 1, sone 2), Hardangervidda nord for Rv7, Setesdal Austhei, Setesdal-Ryfylke og Brattefjell-Vindeggen (Strand m.fl. 2010, 2011, 2013, 2014, 2015; Mossing & Romtveit 2017). GPS data fra villrein er i disse prosjektene holdt opp mot data på habitatkvalitet, infrastruktur og ferdsel, og mye av dette er publisert i internasjonale tidsskrifter (f. eks. Panzacchi m.fl. 2012, 2013, 2015, Panzacchi-Van Moorter m.fl. 2015, Gundersen m.fl. 2015, 2019, 2020). Et kjennetegn med studiene er at de studerer regionale kumulative responser av menneskelig påvirkning på villreinen. Dette har styrket kunnskapen om effekten av menneskelig aktivitet på hele villreinarealet. Vi presenterer lenger ned i rapporten en oppdatert kunnskapsoversikt med basis i en gjennomgang av litteraturen (Gundersen m.fl. 2021b).

Det er flere rapporter som har beskrevet villreinstammen på Hardangervidda (Strand m.fl. 2005, 2016, Mossing & Heggnes 2010, Kjørstad m.fl. 2017), så vi bruker ikke så mye plass på dette her. Villreinområdet omfatter ni kommuner (Tinn, Eidfjord, Ullensvang, Hol, Nore og Uvdal, Ulvik, Aurland, Vinje og Rollag) i tre fylker (Vestfold og Telemark, Viken og Vestland), og er avgrenset av E 134 over Haukelifjell i sør mens grensa i nord er vassdraget langs Bergensbanen fra Ustaoset til Reinungavatnet. Numedal avgrenser i øst og Vestlandsfjordene i vest. Mål for vinterstammen er 12 000 dyr, men fellingskvoter (137 vald) og felte dyr har variert svært mye siste tiårene ([www.villrein.no](http://www.villrein.no)). Mål for vinterstammen var i lengre tid 10-12 000 dyr. I de seinere årene og fram til og med vinteren 2021 har målsetningen for bestandsforvaltningen vært definert ut fra kalveproduksjon og et mål om å produsere omtrent 2500 kalver årlig. Over tid har fellingskvoter og felte dyr variert svært mye og har omfattet tre perioder med jaktfredning ([www.villrein.no](http://www.villrein.no)).

Villreinstammen på Hardangervidda har variert mye i antall de siste femti åra. Helt fram til avviklinga av Hol tamreinlag i 1982 var det tamreindrift på deler av Hardangervidda, men reinen her forvaltes nå utelukkende som villrein. På grunn av størrelsen på areal og stamme har det vært krevende å forvalte bestanden, og antall dyr har variert mer enn det som er ønskelig i villreinforvaltningen. Det har vært perioder med dels høyt totaltall og beitegrunnet har vært overbelastet, etterfulgt av tidsrom med lav bestandsstørrelse og jaktfredning for å bygge opp igjen stammen (Skogland 1990a, b, Loison og Strand 2005). Bestanden er i dag langt lavere enn bestandsmålet på 12 000 vinterdyr, og med funn av CWD høsten 2020 er situasjonen helt ekstraordinær i så måte.

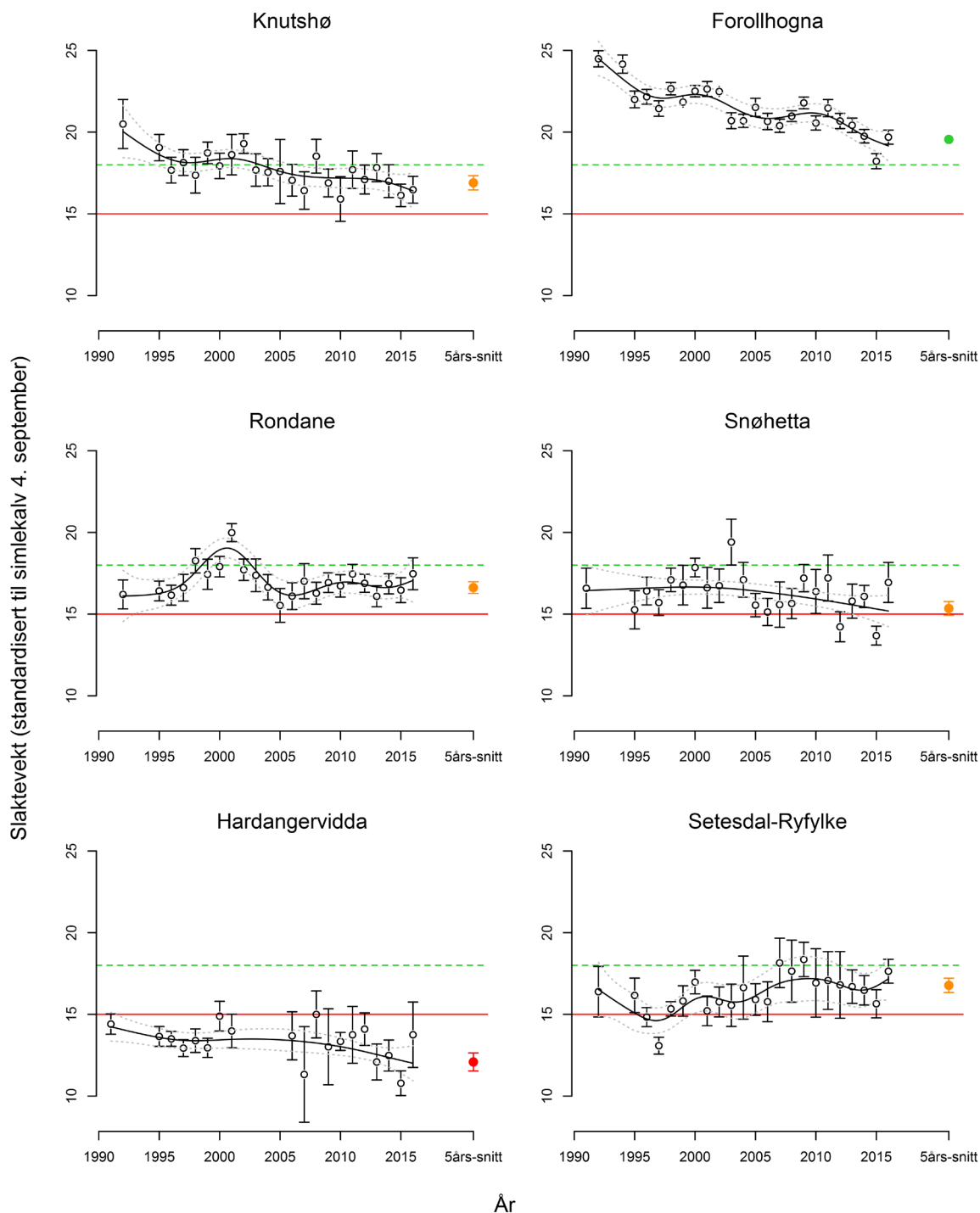
Svingningene i bestandsstørrelsen har også preget reinens bruk av Hardangervidda siste femti år, med utvandring til nærliggende villreinområder i perioder med stor bestand. På 1980-tallet var beiten nedslitte og dette sammen med store snømengder og vanskelige beiteforhold i de tradisjonelle vinterbeiteområdene sentralt på Hardangervidda (Skogland 1990a, b) medførte utvandring til nabo-områdene. I hele denne perioden var hovedfokuset hvordan bestandstettheten har påvirket kroppsstørrelse, reproduksjon og overlevelse (1970-2000), mens arealbruk og trekkruter har vært dokumentert i detalj siden 2001 (Strand m.fl. 2005). Villreinstammen har historisk sett hatt nærmest syklisk bestandsforløp, og det er interessant å se hvordan funksjonelle og numeriske effekter mellom rein og miljø varierer (Skogland 1985, 1990, Loison og Strand 2005,

Strand m.fl. 2012). Det er dokumentert hvordan antall rein har nedbeitet lavmattene i perioder med stor bestand (Tveitnes 1984), samtidig som beiteundersøkelser har vist at lavmattene responderer positivt i perioder med redusert dyretall (Tveitnes 1984, Skogland 1990). I dag er beitekartleggingen i stor grad basert på fjernmåling med kontrollruter i felt (Falldorf m.fl. 2013, Kjørstad m.fl. 2017), og utfyller dermed mer tradisjonelle beitetakseringsmetoder (Gaare og Hansson 1989, Gaare m.fl. 2004). Fjernmålingen har blant annet dokumentert at gjenveksten i lavmattene er størst i områdets ytterkanter hvor beiteintensiteten er på et lavere nivå (Jordhøy & Strand 2009, Falldorf 2013). For eksempel er det vist at målinger av lavvolum via en såkalt lavbiomasseindeks (Falldorf m.fl. 2014) på satellittkart fra 1994 og 2003, at beitene forbedret seg betydelig i tiårsperioden fra 1994-2004 (Kjørstad m.fl. 2017). Også Gaare m.fl. (2005) konkluderte i sin rapport om beitene på Hardangervidda at beitene i 1988 var svært nedslitte.

Kroppsvekter og kalveoverlevelse hos villrein på Hardangervidda var lav på 1980-tallet (Reimers 1997), sammenlignet med andre villreinområder med lavere tetthet og bedre tilgang til vinterbeiter. Seinere, etter at det var opparbeidet sammenhengende dataserier, kunne en også vise at kroppsvekt om vinteren, kondisjonsmål om vinteren og kalverekruttering økte etter at bestanden på Hardangervidda var redusert gjennom jakt (Skogland 1990, Loison & Strand 2005). Både kroppsmål og kalverekruttering på Hardangervidda overvåkes i dag gjennom det nasjonale overvåkingsprogrammet for Hjortevilt og data fra dette programmet brukes i dag rutinemessig i bestandsforvaltningen (Kjørstad m.fl. 2017). I forbindelse med utredning for kvalitetsnorm for villrein ble det presentert oppdaterte data/analyser på bestandsdemografi og Hardangervidda er en av seks områder som er med i overvåkingsprogrammet for hjortevilt (Kjørstad m.fl. 2017). Hardangervidda har begrenset tallmateriale, men tallene tyder på at kalveprosent (ant. Kalv/simle) og kalvevektene er svært lave her sammenlignet med de fleste andre villreinområder. Dette er viktige indikatorer for bestandskondisjon i kvalitetsnormen for villrein (**Figur 3.1, Figur 3.2**, Kjørstad m.fl. 2017).

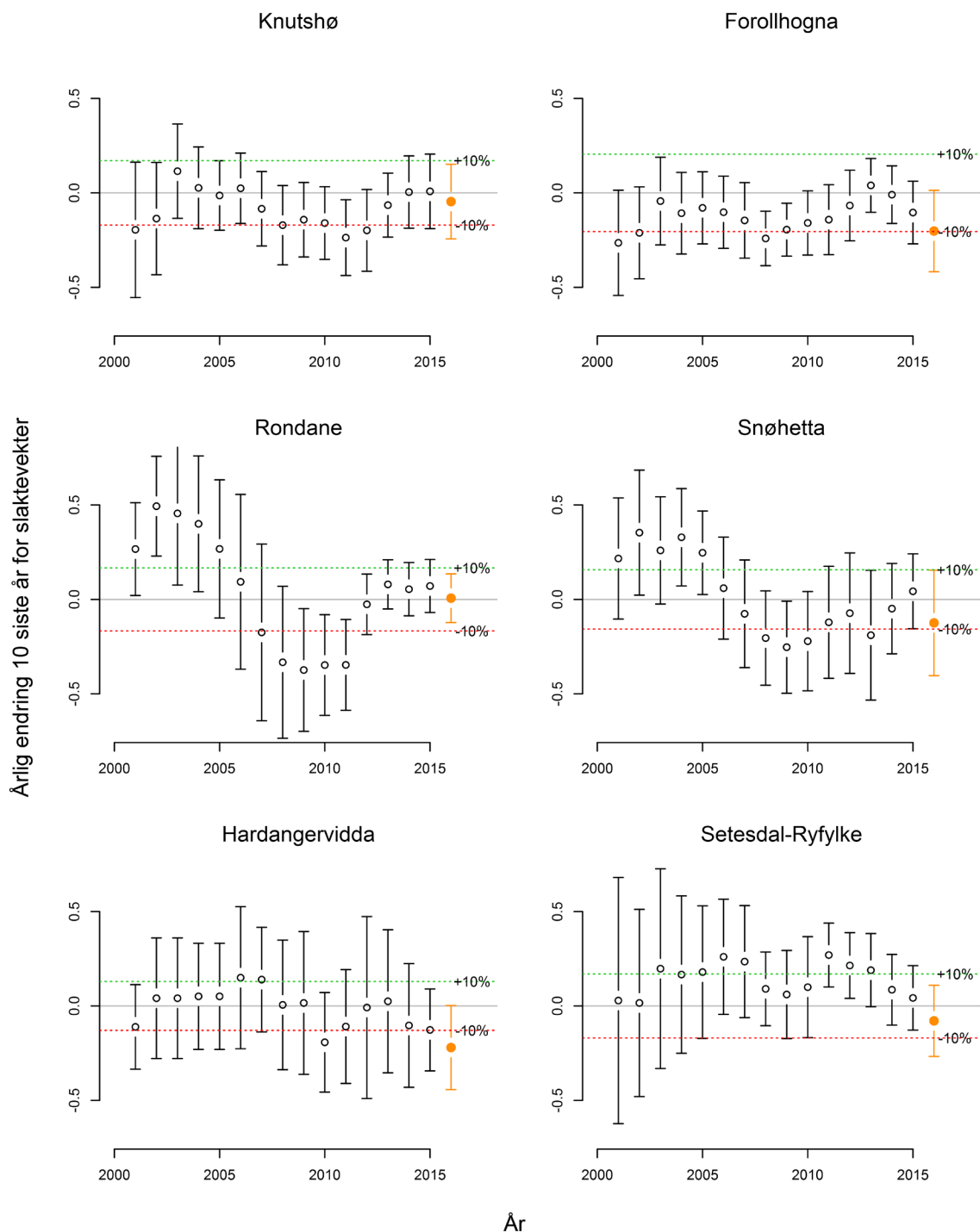


Teller vinterstid, Sutabrekko. Foto: Ragnar Ystanes



**Figur 3.1.** Oversikt over årlige slaktevekter med 95 % konfidensintervall og trendlinje med 95 % konfidensintervall fra en additiv modell som viser ikke-lineære trender over tid. Vektdata-ene er standardisert til fellingsdato 4. september, som er median fellingsdato på tvers av alle områder og år. Årsverdiene er datokorrigerede estimat for simlekalver. Stiplet grønn linje viser grenseverdien mellom kategoriene God og Middels. Heltrukket rød linje angir skillet mellom Middels og Dårlig. Siste punkt på x-aksen (5års-snitt) viser snittverdien basert alle data fra de fem siste årene. Punkt farge angir hvorvidt snittverdien faller i kategoriene God (grønn), Middels (oransje) eller Dårlig (rød) (etter Kjørstad m.fl. 2017).





**Figur 3.2.** Oversikt over tidstrender i slaktevekter for kalv med 95 % konfidensintervall. Hvert punkt angir trenden med usikkerhet for en tiårsperiode der året angitt på x-aksen er siste år. Stiplet rød og grønn linje angir det årlige vekttapet som gir henholdsvis 10 % reduksjon eller økning i vekt over en tiårsperiode. Farge på punktet for siste tiårstrend (2016) angir hvorvidt snittverdien faller i kategoriene God (grønn), Middels (oransje) eller Dårlig (rød) (etter Kjørstad m.fl. 2017).

Jakten utgjør den desidert største dødeligheten i bestanden, og størrelsen på bestanden (bestandsmål) reguleres da gjennom jakt. Med tidsforsinkede effekter mellom veksten i bestanden og jaktuttaket har det mange ganger vist seg vanskelig å kontrollere bestanden. Dette gjelder spesielt så store områder som Hardangervidda, og årlige variasjoner i kalvrekuttering,

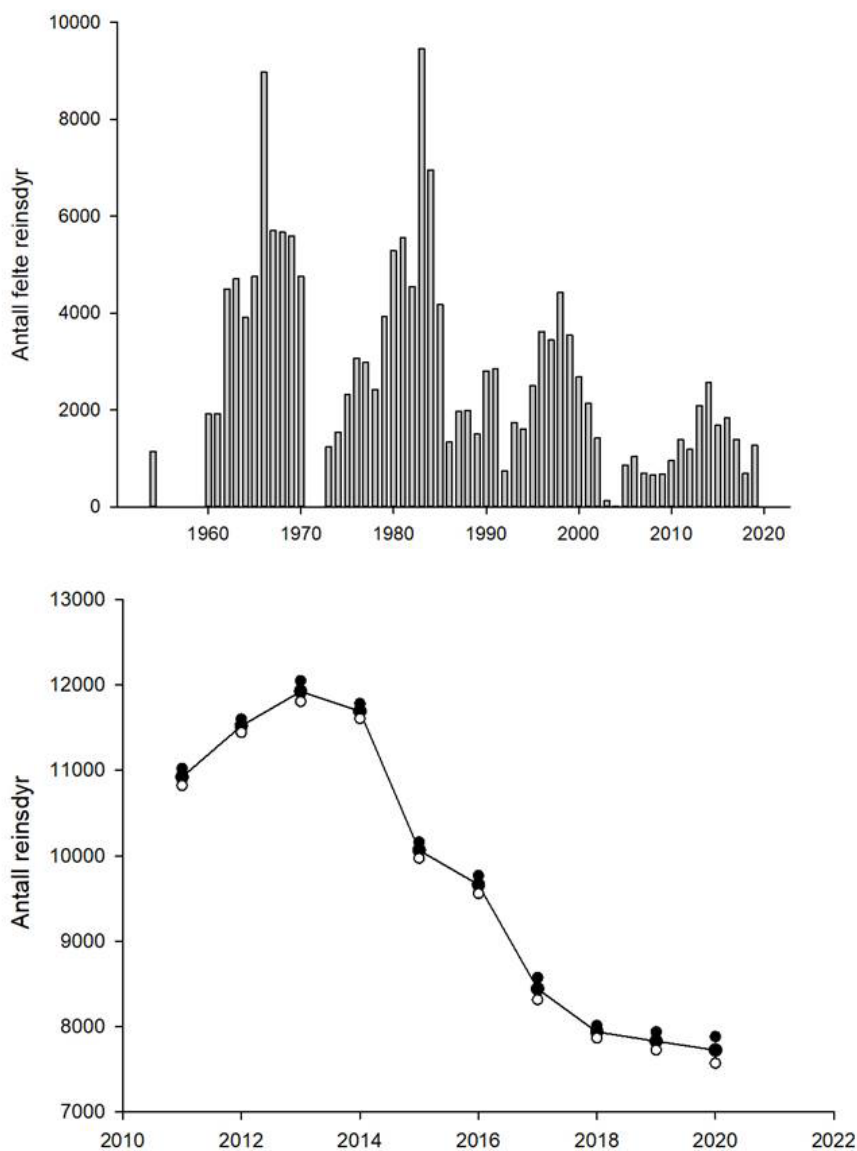
jaktsuksess, og ikke minst problemene med å estimere bestandsstørrelsen om vinteren, gjør at det er en meget vanskelig oppgave å regulere bestandene på en presis måte (Strand m.fl. 2012). Det er derfor grunn til å anta at villreinbestanden på Hardangervidda vil fortsette å variere i størrelse. Med klimaeffekter og variasjoner i vær mellom år vil også gjøre at bestanden har behov for større og mer fleksible beiteområder enn hva som har vært tilfellet de siste ti åra.

Historisk sett har det skjedd omfattende endringer i menneskelig aktivitet på Hardangervidda som har påvirket reinens arealbruk og trekk. Ikke minst gjelder dette Rv7 og Bergensbanen (Strand m.fl. 2015). Området mellom Rv7 og Bergensbanen var lenge ikke i særlig grad brukt av reinen, de dyra som kom dit under de store bestandene på 1980-tallet ble skutt ut (Strand m.fl. 2012). Videre, har det vært utvandring fra Nordfjella over Geitryggen (Rv50) til sone 2 i Nordfjella og derfra videre vestover og over Bergensbanen til området rundt Hardangerjøkulen. Dette viser at bestandsstørrelsen påvirker arealbruken, og i perioder med store bestander kan reinen ta i bruk arealer som ikke har vært brukt på lenge.

Røed m.fl. (2014) har vist at bestanden på Hardangervidda allerede i middelalderen (1066-1130 e.Kr.) var genetisk forskjellige fra bestandene i Rondane/Dovre-regionen. Analysene bygger på genetiske analyser av arkeologisk materiale fra rein. En forklaring som nevnes på dette kan være at forfedrene til reinen på Hardangervidda og i Rondane/Dovre-regionen har ulik opprinnelse med forskjellige koloniseringsruter inn til Norge etter siste istid. Det kan heller ikke utelukkes en felles opprinnelse og at den genetiske forskjellen har oppstått på grunn av økt isolasjon mellom Hardangervidda og Rondane/Dovre i varmeperioden etter siste istid. Det er tydelige bevis på at grad av genetisk variasjon var redusert i den gamle bestanden på Hardangervidda, noe som kan bety at det har vært en eller flere bestandsreduksjoner i periodene etterpå med påfølgende tap av genetisk variasjon. De genetiske analysene av arkeologisk materiale viser også at denne stammen har gått gjennom vesentlige genetiske endringer (Røed m.fl. 2014). Det er interessant å se at de typiske mtDNA-typene som karakteriserer dagens tamrein i Skandinavia fantes ikke i det gamle Hardangervidda materialet. Det er derfor flere forhold som tyder på at det har vært en betydelig innblanding av tamrein i den opprinnelige villreinstammen på Hardangervidda; Både endringene i mtDNA-type frekvens og økt grad av genetisk variasjon i dagens bestand viser dette. Vi vet at en redusert villreinstamme siste halvdel av 1700-tallet medvirket til oppstart av tamreindrift på Hardangervidda, og i 1783 ble tamrein kjøpt i Rørostraktene og fraktet til Ulvik (Henriksen & Indrelid 1979). I perioden etter dette har grad av tamreindrift variert betydelig på Hardangervidda og med topp i stammetall i starten av forrige århundre da 12 700 tamrein var registrert. Tamreindriften opphørte i hele Langfjella-regionen i 1979, men tydelige genetiske spor etter denne virksomheten finner vi igjen i dagens ville bestand.

## 3.2 Bestandsutvikling

Villreinstammen på Hardangervidda har som tidligere nevnt variert mye over tid. Årsakene til dette er flere. Både kvalitet på tellinger, usikkerhet rundt bestandsestimater, størrelse på den årlige jaktkvoten og jegerens fellingssuksess som kan variere mye fra ett år til ett annet bidrar til at bestandsutviklingen av vært mer uforutsigbar enn det som er ønskelig ut fra jakt eller jeger-synspunkt. I hovedtrekk kan en si at denne villreinbestanden har gjennomgått tre perioder med betydelig bestandsvekst etterfulgt av perioder med stor avskyting (**Figur 3.3**). Først på 1970 tallet, deretter på 1980 tallet og sist rundt år 2000 da bestanden var i vekst, men hvor også feilvurderinger av bestandsstørrelsen bidro til at vinterbestanden til slutt ble redusert langt under bestandsmålet og hvor en innførte jaktfredning i to år for å få ønsket vekst i bestanden. I ettertid har en stort sett lyktes med å regulere jaktuttaket i samsvar med bestandens størrelse og den årlige tilveksten.



**Figur 3.3.** Jaktuttak på Hardangervidda i perioden 1955 tom 2019, øverste figur, og estimert bestandsutvikling før jakt i perioden 2011 tom 2019. Kilde SSB og Viljugrein pers med).

Vinteren 2016 ble det påvist CWD hos ei villreinsimle i Nordfjella villreinområde. Påvisningen av denne alvorlige og frykta sykdommen har hatt og vil komme til å ha store følger for forvaltningen av villreinstammene. I første rekke førte dette til økt innstas med prøvetaking fra alle hjortevilt artene og med en særlig innsats i Nordfjella. Erfaringene fra disse første åra etter det første funnet i Nordfjella i 2016 er oppsummert i flere rapporter fra VKM (Hansen m.fl. 2017, Ytrehus m.fl. 2018, Ytrehus m.fl. 2019) og vitenskapelige publikasjoner (Mysterud m.fl. 2019a,b, Mysterud m.fl. 2020 a,b,c). I 2018 ble det igangsatt en fullstendig nedskyting av villreinstammen i Nordfjella sone 1 med målsetning om at denne villreinstammen skulle kunne reetableres etter en brakkleggingsperiode på fem år. Samtidig ble det igangsatt utvida prøvetaking og økt avskyting av bukk både i sone 2 i Nordfjella og på Hardangervidda. Det økte uttaket av bukk ble igangsatt for på en mest mulig effektiv måte avklare smittestatus i disse villreinstammene. Utvida bukkejakt på Hardangervidda i 2019 og 2020 førte til at jegerne har levert inn prøver fra 3612 dyr på Hardangervidda slik at det pr april 2021 er analysert 4163 prøver fra dette området. Høsten 2020 ble det felt en voksen bukk som seinere testet positivt for CWD i lymfepøver. Den økte bukkeavskytingen har hatt stor effekt på villreinstammens kjønns og alderssammensetning, og

bestanden hadde høsten 2020 omtrent 6 % voksen bukk. Det legges nå planer for den videre forvaltningen av villreinbestanden på Hardangervidda (Ytrehus m.fl. 2021). Disse planene og bestandens framtidige utvikling vil komme til å bli preget av at en har påvist CWD også her.

I løpet av de seinere åra er det utviklet nye bestandsmodeller for villrein (Nilsen & Strand 2018). Disse modellen er såkalte integrerte bestandsmodeller som i større grad enn tidligere utnytter samtlige overvåkingsdata og tilpasser estimater av vekstrate og dødelighet til de eksisterende tidsseriene. Denne måten å estimere bestandsstørrelsen på er langt sikrere enn tidligere fremgangsmåter som var enkle kombinasjoner av kalvetellinger, strukturtellinger og jaktuttak og gir muligheter for estimering av statistiske konfidensintervaller. Modellene er også videreutviklet for å estimere sannsynligheten for fravær av CWD og brukes aktivt i arbeidet med å bekjempe denne sykdommen (Viljugrein m.fl. 2018).

De nyeste bestandsberegningene på Hardangervidda gir et estimat på ca 7723 individer før jakt i 2020 (konfidensintervall = 7880- 7570) (Viljugren pers med.), hvorav ca 6 % altså er voksen bukk.

### 3.3 Ferdsl

Data fra spørreundersøkelse til lokalbefolkning er presentert i egen rapport (Selvaag m.fl. 2020), og data fra svarkasseundersøkelsen i 2017 er presentert i egen rapport (Selvaag m.fl. 2018). Data fra tellerne er vist i årsrapporter for 2016, 2017 og 2018, samt andre kilder som viser bruken i tid og rom og er også oppsummert i egen rapport (Gundersen m.fl. 2021). I tillegg er det skrevet en spesialrapport om fokusområdet og trafikk på Rv7 både sommer og vinter (Selvaag m.fl. 2019). Vinterstid er det blant annet gjort detaljerte registreringer av parkerte biler og observasjoner av ferdsel ut fra vegen. Metoder og resultater er kvalitetssikret i internasjonale artikler (Gundersen m.fl. 2019, 2020, 2021). Til sammen danner disse 4 dokumentasjonsrapportene datagrunnlaget for analyser og diskusjoner i hovedrapporten, sluttrapporten som presenteres her. Vi viser dermed til dette dokumentasjonsgrunnlaget for detaljer rundt metodikk og materiale, og gjengir derfor her bare et kort resyme fra de nevnte rapporter.

Når det gjelder motorferdsel på Hardangervidda er denne oppsummert frem til 2012 (Selboe 2012), men det mangler kunnskap om trendene etter dette. Tilsynsutvalgene rapporterer dispensasjonssøknadene inn til Miljøvedtaksregisteret. Lundberg m.fl. (2021) gjorde en grundig analyse for av vedtakene som er rapportert inn til Miljøvedtaksregisteret for alle verneområdene i Norge, men unntak av Hardangervidda. Årsaken til dette er at Hardangervidda nasjonalpark har en annen organisering, med tre tilsynsutvalg, mens alle de andre områdene har verneområdestyrer. Resultatet fra denne analysen viser at det er etterslep på innrapportering i flere områder, og dette gjelder nok også Hardangervidda. Et annet viktig resultat er at det er vanskelig å tolke den faktiske ferdselen på bakgrunn i vedtakene, fordi man sjelden vet når turen har funnet sted og hvor mange ganger man har benyttet seg av dispensasjonen hvis det er gitt løyve om flere turer. Konklusjonen er at forvaltningsmyndighetene for Hardangervidda må få på plass en bedre dokumentasjon av motorferdsel på Hardangervidda, med krav om loggføring av alle turene.

Prosjektet har hatt i drift en del tellere som registrerer motorisert ferdsel på noen av slepene sommerstid og noen sentrale skuterløyper vinterstid, og disse er rapportert i årsrapportene for tellerne. Denne kunnskapen har likevel ikke greid å pusle sammen det store bildet av motorferdsel på Hardangervidda.

#### Hvem bruker Hardangervidda?

Vi samlet inn informasjon fra i alt 5221 respondenter ved 35 innfallspor, og fra 802 respondenter i etterundersøkelsen (Selvaag m.fl. 2018, **Tabell 3.1**). Representativiteten i undersøkelsen har noen viktige skjevheter som man må ta hensyn til når man tolker dataene. Lokalbefolkningen svarer i mindre grad på svarskjema ved innfallsporene enn tilreisende, mens utlendinger og de som besøker området for første gang i mindre grad svarer på etterundersøkelsen. Dette

er skjevheter vi kjenner igjen fra alle områder der denne type undersøkelse er gjennomført. I tabellen under har vi oppsummert noen viktige indikatorer for Hardangervidda som helhet, og vi har presentert tilsvarende indikatorsett for hver enkelt innfallspori i rapporten.

**Tabell 3.1.** Karaktertrekk ved brukerne av Hardangervidda villreinområde.

<b>HARDANGERVIDDAS</b>			
<b>Antall innsamlede skjema 2017: 5221</b>			
Andel nordmenn (n=5161)	39 %	Andel som går utenfor sti (n=5066)	2 %
Andel førstegangsbesøkende (n=5055)	54 %	Andel lav-purister (n=4335)	65 %
Andel som er på dagstur (n=4971)	62 %	Andel mellom-purister (n=4335)	26 %
Varighet dagstur (gj.snitt timer) (n=2973)	4,7 t.	Andel høy-purister (n=4335)	9 %
Varighet flerdagerstur (gj.snitt dager) (n=1901)	5,5 d.	Andel som overnatter i verneområdet (n=5081)	44 %
Andel som er med på organisert tur(n=5117)	2 %	Kvinneandel (n=5180)	50 %
Andel som går bare på sti (n=5066)	81 %	Andel lokalt bosatte (Tinn, Vinje, Nore og Uvdal, Hol, Ulvik, Eidfjord, Ullensvang, Odda) (n=4979)	3 %
Andel som går både på og utenfor sti (n=5066)	17 %	Andel som går med barn under 15 år i følget (n=5099)	16 %

Fordi det er brukt lik metodikk i alle verneområdene gir det mening å sammenligne mellom områder. Sammenlignet med de 25 andre verneområdene der vi har tilsvarende data er den noen ting som kjennetegner bruken på Hardangervidda. Det er en spesielt stor andel utlendinger, det samme er andelen førstegangsbesøkende. Det er også verdt å merke seg den spesielt lave andelen lokalt bosatte brukere. Vi ser også at brukerne av området i stor grad følger eksisterende infrastruktur av merkede stier og veger, og mange er på tur over flere dager hvor de overnatter inne i området. Turisthytter, og spesielt telt, er viktig overnattingsformer på Hardangervidda. Både dagsturer og turer over flere dager har i gjennomsnitt lang varighet. I det store og hele er folk fornøyd med tilretteleggingen, og generelt ønsker de seg enkel tilrettelegging og å møte få folk.

Hardangervidda tiltrekker seg en stor andel tilreisende turister, men det er svært stor variasjon mellom innfallsporene. I vest er det noen typiske turistlokaliteter slik som Trolltunga, Munket-rappene, Husedalen og Hjølmoberget. I øst derimot er det overvekt av lokaliteter med lokalkjente brukere, enten dette er lokalt bosatte, hytteiere eller turfolk som bruker området om og om igjen. Eksempler her kan være Mogen, Stegaros, Kalhovd og Tuva. Innfallspor langs Rv7 og E134 har en mer variert brukerprofil, med ulike type brukere, også de som tar en kort stopp med bilen. Fra Halne er det mange som går flerdagersturer, mens typiske dagsturlokaliteter er Falkeriset og Bitdalsvatnet i sør. Denne kunnskapen er viktig for stedstilpasset forvaltning av innfallsporene.

Brukerne av fjellet skal ha gode opplevelser. Samtidig er det viktig at bruken ikke forringer naturkvalitetene i området. Kunnskapen om brukerne vil da gi viktige bidrag til å forstå hva de etterspør av opplevelser og muligheter, slik at man kan legge til rette for dette i områder der det har minst mulig negative effekter for naturmiljøet. Det er nettopp i dette handlingsrommet og etter rådende politikk at forvaltningen kan styre utviklingen av bruken på Hardangervidda, ikke med forbud og påbud, men gjennom å informere, oppfordre, styre og lede brukerne. En viktig forutsetning for å kunne styre utviklingen slik er at brukerne er sterkt knyttet til den viktigste infrastrukturen: stien – noe brukerne på Hardangervidda i stor grad er. Endring av infrastruktur er da nøkkelen til å skape gode løsninger som kombinerer bruk og vern.

### Hva kjennetegner lokale brukere?

Vi har også presentert en rapport som oppsummerer resultater fra spørreundersøkelse til lokalbefolkning, rettighetshavere og hytteeiere i kommunene rundt Hardangervidda villreinområde (Selvaag m.fl. 2020). Formålet med den undersøkelsen var å tette kunnskapshullet om den lokale bruken, siden lokalbefolkningen var sterkt underrepresentert i undersøkelsen over. Innbyggere i de 10 lokalkommunene tilknyttet Hardangervidda (villreinområde og nasjonalpark) utgjorde i dette materialet kun 3 % av totalt antall respondenter. Denne andelen er for liten til å si noe om lokalbefolkningens bruk og syn på forvaltningen av Hardangervidda. Derfor ble det i styringsgruppa for prosjektet bestemt at det skulle gjennomføres en undersøkelse som kun henvendte seg til de med lokal tilknytning til Hardangervidda. Temaene i undersøkelsen favnet bredt. En del av spørsmålene er de samme som ble stilt i 2017-undersøkelsen, en annen del av undersøkelsen handler om å få mer kunnskap om de lokale sin bruk og preferanser for forvaltningen av området, mens den tredje og siste delen setter fokus på næringsutvikling i bygdene rundt Hardangervidda. Spørreskjemaet er omfattende og rapporten er lagt opp slik at den både skal gi rom for fordykning og være oppsummerende.

Vår undersøkelse viser at de aller fleste med lokal tilhørighet føler en sterk tilhørighet til fjellområdene på Hardangervidda, og de har vært i området mange ganger før. De med lokal tilhørighet, og spesielt lokalbefolkningen, bruker i større grad alle deler av vidda, mens de besøkende for det meste holder seg på merkede stier/veier. De tilreisende går i all hovedsak fottur, mens hytteeierne bruker området noe mer variert. Sistnevntes aktiviteter på Hardangervidda er i relativt stor grad knyttet til typiske rekreasjonsaktiviteter som fottur, skiturer og toppturer, men også en del til bærplukking og fiske. Lokalbefolkningen har den mest varierte bruken og blant dem står høstingsaktivitetene spesielt sterkt, i tillegg til fot- og skiturer. Mange driver også med aktiviteter knyttet til landbruk/næring.

Lokalbefolkningen reagerer i langt større grad negativt på søppel ved parkeringsplasser, slitasje på stier og trengsel i form av for mange folk i enkelte områder under høysesongen enn hva de tilreisende gjør. Lokalbefolkningen er også mer skeptiske til bruk av sykkel langs stiene. Det er derimot entydig stor aksept blant lokalbefolkningen rundt hele Hardangervidda om bruk av motoriserte kjøretøy når det gjelder nytteformål som vare-/persontransport og vedlikehold. Alle brukergruppene må sies å være positivt innstilt til forvaltningstiltak som går ut på å omlegge og nedlegge stier, men de med lokal tilhørighet (både hytteeiere og lokalbefolkningen) er mer positive til nedleggelse av stier enn det de tilreisende er. De tilreisende er derimot positive til nesten samtlige tilretteleggingstiltak, mens lokalbefolkningen for det meste er negative til alle tiltakene med unntak av klopper/bruere over bekker.

Interessen for villreinforvaltning var stor både blant hytteeiere og lokalbefolkning og begge grupper mener at de viktigste formålene for forvaltningen er å bevare levedyktige bestander og å sikre jaktbare ressurser for å opprettholde gamle høstingstradisjoner. Både hytteeiere og lokalbefolkningen er av den oppfatning at Hardangervidda vil være viktig for fremtidig næringsutvikling i bygdene rundt. Brukerne av Hardangervidda har mest tro på næringsutvikling med utgangspunkt i mat og matopplevelser, åpen seter og besøkssteder, små-skala overnatting og aktiviteter som bygger på bruk av tradisjonelt landbruk, kulturlandskap, samt jakt og fiske.

### Ferdsel på Hardangervidda fordelt på areal og tid

Ferdseldataene fra tellere og andre kvantitative kilder er oppsummert i annen rapport (Gundersen m.fl. 2021a), og publisert i en internasjonal artikkel (Gundersen m.fl. 2020b). Hovedmålet med denne rapporten er å beskrive ferdselen på Hardangervidda. Dette gjelder både kunnskap som er med på å forstå brukeren av vidda og hva som er den gode turen for fjellfolket, samt menneske som en predator, i den forstand at mange høster av naturen, og som en forstyrrelseskomponent på villreinen. Det finnes fra før mye kunnskap om metoder for å samle inn data og resultater fra andre villreinområder som gir et verdifullt bakteppe for Hardangervidda. Det er blant annet mer enn nok kunnskap til å kunne si at utbygging av infrastruktur i randsonene og inne i villreinområdene, og ferdsel og trafikk som følge av dette, har medført betydelige endringer i villreinens atferd og arealbruk. Men for å gjøre disse analysene på Hardangervidda er det

nødvendig med detaljkunnskap om hvordan ferdselen varierer i tid og rom, og ikke minst hvordan brukerne av vidda responderer på eventuelle avbøtende tiltak.

Rapporten må leses inn i en kontekst der det er mange ulike endringsprosesser som pågår tilknyttet bruk–vern problematikk, og at vi nå ser konturene av en forvaltning som i større grad er målstyrt og etterprøvbar enn det den tidligere regelstyrte forvaltningen var i stand til å være. På samme måte som verneområdene i større grad beveger seg fra en "vernefase" til en "driftsfase", vil også villreinens områder ha større krav til mer fleksible forvaltningsløsninger. Følgelig kreves mer presis kunnskap om bruk, ferdsel og effekter av denne. Dette gjelder eksempelvis ferdsel og framtidig ferdselsomfang i forhold til politiske signaler om økt næringsmessig bruk av verneområdene, jfr. merkevare og besøksstrategier. I forhold til utviklingstrekkene for villreinens leveområder, vil dette by på betydelige utfordringer. Forvaltningen vil for eksempel etterspørre mer spesifikk og situasjonsbetinget kunnskap som vil utfylle mye av den generelle forskningen som allerede er gjennomført knyttet til respons på forstyrrelser, barrierer og arealunnavvikelse.

Forstyrrelsesstudier har stort sett betrakta den menneskelige aktiviteten som en konstant størrelse, og en har i liten grad hatt muligheter til å nyansere ferdselsintensiteten i tid og rom eller mellom ulike brukergrupper. Uten en beskrivelse av den dynamiske bruken av infrastrukturen, har det vist seg vanskelig å produsere presis kunnskap om tersklene for effekter av ferdsel på villrein. Denne type kunnskap, som er samlet inn på Hardangervidda, er helt nødvendig for å diskutere seg frem til forvaltningsmessige mål for akseptabel bruk og påvirkning. I rapporten vises ferdselens dynamiske egenskaper på areal og over tid kan ferdselen beskrives ved hjelp av en kombinasjon av ulike metoder.

Vi oppsummerer de ulike datasettene og som til sammen gir et så fullstendig bilde av ferdselen på Hardangervidda som mulig. Dette inkluderer data fra tellerne, nedtegnelser av turruter i spørreundersøkelser og Strava data, både sommer og vinter. Deretter analyserer vi noen romlige strukturer på karaktertrekk ved de enkelte innfallsportene. Til slutt gir vi en presentasjon av folks meninger og holdninger til fremtidig forvaltning av Hardangervidda, og hva det har å si om du er tilreisende, lokal eller har hytte i området.

Vi konkluderer med en tredelt geografisk sonering av Hardangervidda basert på segmenteringsanalyse som bygger på atferdsteori, arealbruk og respons på forvaltningstiltak; 1) Dagstur, 2) Langtur på merka sti, og 3) Langtur utenfor merka sti. De som er på langtur er delt inn i to grupper, ut ifra grunnleggende forskjeller i arealbruk (om man går langs stier eller ikke). I dagstursonen er det stor tetthet av infrastruktur for friluftsliv og turisme, turfolket her følger hovedsakelig eksisterende infrastruktur, og som det er forholdsvis enkelt for forvaltningen å styre ferdselen med et sett av virkemidler. Villreinen viser en arealunnavvikelse i dagstursonen. Langtur på merka sti mellom turisthyttene er spesielt utpreget på Hardangervidda, og slike lineære strukturer kan gi barriereresponser på villreinen ved for mye folk. Det er stor aksept blant både tilreisende og lokale for å legge om merka stier der det er stor konflikt mot villreinen, også nedlegging av stier har stor aksept i lokalsamfunnene. Den siste sonen, langtur utenfor merka sti, dekker store arealer på Hardangervidda og fungerer både som refugier for villreinen og arealer for spredt bruk blant de lokale og blant et segment av de tilreisende som søker seg av stien. I denne sonen er det ikke ønskelig med mer tilrettelegging, samtidig som det er et mål å redusere motorferdsel og innvilga dispensasjonssøknader til et minimum. Om vinteren kan «merka sti» byttes ut med «oppkjørt og stikka løype».

### **Ferdselen ut fra Riksveg 7**

Vi har tidligere oppsummert kunnskap om ferdsel ut fra Rv7 over Hardangervidda, sommer og vinter (Selvaag m.fl. 2019). Resultatene er basert på tre metoder; I 2017 ble det gjort en brukerundersøkelse (selvregistreringskasser) og ferdselstillinger på sommeren (Selvaag m.fl. 2018) og i 2018 ble det gjennomført observasjonsstudier vinterstid, og en ny brukerundersøkelse og ferdselstillinger sommerstid. Observasjonsstudiene ble gjennomført ved å kjøre hele strekningen av Rv7 som går over Hardangervidda 40 ganger i løpet av vinteren. Hver gang ble alle parkerte biler langs vei og parkeringsplasser notert og det ble brukt fem observasjonspunkt for

å dokumentere bruk lenger unna veien. Observasjonene ble gjort fra høyder med kikkert og god utsikt ved Dyranut, Store Skiftesjøen, Halne, Fagerheim og Læg Reidstølen. Det ble registrert antall biler, kitere, skiløpere, snøskutere og hundespann.

Det ble observert 2528 parkerte biler totalt og høyest andeler var det ved Dyranut (532) og Halne (344). Mange steder ble det observert få biler, og antall biler ved Rv7 har store dagsvariasjoner. Til sammen ble det registrert 533 kitere, hvor flest var ved Dyranut og Store Skiftesjøen. Videre registrerte vi 208 skiløpere og over halvparten av disse var ved Læg Reidstølen. Det ble observert ganske få skutere og hundespann.

Rv7 er en nasjonal turistveg, og dataene sommerstid bekrefter turistbruken, og at de besøkende er sterkt knyttet til eksisterende infrastruktur av parkeringsplasser, turisthytter og merkede stier. Hovedtyngden av ferdsel ut i terrenget fra Rv7 går sørover. Nordover, om sommeren, er det mest dagsturer med et gjennomsnitt på 4 timer og det er også en lavere andel som overnatter i området enn de besøkende som ferdes sørover for Rv7. Ferdselen nordover avtar mye med økende avstand til Rv7. Over halvparten av fotturistene som ferdes sørover fra Rv7 er på tur som varer flere dager med gjennomsnitt på 5 dager, og med nettverket av stier og turisthytter som finnes i nasjonalparken blir det mye ferdsel innover i kjerneområdene til villreinen. Det er store forskjeller på besøksprofiler på de ulike utfartsstedene sommerstid. For eksempel er det fra Halne mange som går flerdagersturer og en høy andel er nordmenn, mens ved Tinnhølen mot Stigstuv er det langt flere som er på dagstur og en høyere andel er utlendinger.

Med vedtaket i Stortinget i 2003 om å vinterbrøyte Rv7 har dette hatt negative konsekvenser for villreinen på to måter: nord-sør trekket har stoppet opp og det er stor arealunnvikelse langs veien. Det er om vinteren at konflikten mellom ferdsel og villrein er størst. Selvaag m.fl. (2019) har vist at det er omfattende vinterferdsel ut fra Rv7 på dager med gode vær- og vindforhold for kitere og skiløpere. Det er mange parkeringsplasser, og ferdselen kan reguleres sterkt gjennom planer for hvilke parkeringsplasser som skal brøytes. Sommerstid er hovedproblemet knyttet til biltrafikk og ferdsel ut fra Tinnhøelvegen som «dytter» mange folk inn i kjerneområdet til villreinen og påvirker arealbruk og trekk i store arealer inn over vidda. Rv7 gir i tillegg lett tilgang for flerdagersturer til kjerneområdene for villrein sommerstid, spesielt i kombinasjon med båtskyss.

Det er to typer uavhengige datasett som brukes inn i analysene av reinens stikryssing. Telledata brukes direkte på dagnivå for de lokaliteter som er målt sommer og vinter i årene 2016, 2017 og 2018. For 2019 er det for få lokaliteter sommerstid til at de inngår i analysene, og for 2016 har vi ingen vinterdata (prosjektet startet våren 2016).

### **Hva kan ferdselsdata brukes til?**

Det er siden 2009 gjennomført en rekke undersøkelser som har kartlagt den menneskelige bruken av villreinområdene; Snøhetta (Gundersen m.fl. 2012a, b, c, 2016, Strand m.fl. 2013), Rondane (Strand m.fl. 2014, Andersen & Gundersen 2012, Strand & Gundersen 2019), Knutshø (Strand m.fl. 2015), Nordfjella (Wold m.fl. 2012, Gundersen m.fl. 2013, Gundersen & Vistad 2016), Forollhogna (Gundersen m.fl. 2017), Setesdal-Ryfylke (Strand m.fl. 2019). Kunnskap om ferdselens intensitet og mønster av bruk settes i direkte sammenheng med kunnskap om villreins arealbruk. Kunnskap om hvem brukeren av fjellet er, settes i sammenheng med tiltak for styre og håndtere ferdselen. Aktiv tilrettelegging og styring av ferdsel er et viktig verktøy håndtere bruk i forvaltningen av sårbare villreinarealer. Mange steder vil det være mulig å finne gode løsninger for de besøkende, samtidig som de fungerer avbøtende for villreinen. Andre steder vil det være nødvendig å redusere mulighetene for de besøkende, for å prioritere villreins leveområder. I begge tilfeller er det viktig at forvaltningen baserer tiltakene på kunnskap om villrein og ferdsel.



### 3.4 Habitatkvalitet og menneskelig infrastruktur

Nær 400 ulike datasett ble tilrettelagt og brukt i sammenheng med utviklingen av habitatmodeller i regi av OneImpact (Panzacchi m.fl. 2020). Disse omfattet blant annet topografi, vegetasjon, informasjon om veger, utbygginger, sti- og løypenett, opplysninger om bruksintensitet, og posisjonsdata fra GPS-merkede simler i 8 villreinområder (Setesdal Ryfylke, Setesdal Austhei, Hardangervidda, Norefjell-Reinsjøfjell, Nordfjella, Snøhetta, Rondane og Knutshø).

For å sikre at OneImpact ble et mest mulig representativt verktøy for reinens arealbruk innen alle våre villreinområder, var det viktig å inkludere data fra ulike villreinområder i analyser utviklingsarbeid. Lagring og behandling av de store datamengdene blir ivaretatt gjennom datainfrastrukturen SAM (Spatial Database for Animal Movements) (Urbano & Cagnacci 2014, Van Moorster 2014, 2021).

Lokale arbeidsgrupper bidro med utfyllende informasjon om blant annet bruksintensitet av hytter, veger og løypenett, og om stengningstidspunkt for vegstrekninger (Strand m.fl. 2019). Alle datasett som omhandlet infrastruktur og menneskelig forstyrrelser (hytter, hus, veger, stier, løyper etc.) ble omregnet til tettheter/forekomst innen en radius på 100, 250, 500, 1000, 2500, 5000 og 10 000 m. Datasettene som omfattet turisthytter, turstier, skiløyper og veger ble i tillegg kategorisert som 'mye' eller 'lite' brukt. Datasett som ikke var relevant for den enkelte sesong, eksempelvis skiløyper i analysene som omfattet arealbruken sommerstid, ble utelatt fra de respektive analysene.

Villreinsens arealbruk og behov varierer gjennom året. Derfor vil ulike ressurser og miljøforhold variere i påvirkningsgrad mellom sesonger. Av denne årsak er sammenhengen mellom arealbruk, ressurstilgang og andre påvirkningsfaktorer analysert for tre sesonger: Vinter (1. februar – 15. mars), kalving (1. mai – 15. juni) og sommer (1. juli – 15. august). For å sikre en balansert datarepresentasjon ble 7500 tilfeldige posisjoner fra GPS-merkede simler valgt ut fra hvert villreinområde for hver sesong. Gjennom disse posisjonsdataene formidlet reinen informasjon om hvilke natur- og vegetasjonstyper som er foretrukket til ulike tider av året, og hvilke hindringer og forstyrrelseselementer som begrenser bruken av tilgjengelige områder.

### 3.5 Villreindata

Radiomerking av reinsdyr fra helikopter har etter hvert blitt standard metodikk, som er beskrevet i detalj tidligere (Strand m.fl. 2012). Siden 2001 har NINA merket 115 reinsdyr på Hardangervidda med GPS-sendere, noe som gjør studien internasjonalt unik både når det gjelder studieperiodens lengde og også antall dyr som har blitt fulgt. I tillegg har vi merket reinsdyr nord for Rv7 og i de sørlige delene av Nordfjella. Etter 2007 har vi benyttet sendere som gir muligheter for fortløpende oppdatering av data til [www.dyreposisjoner.no](http://www.dyreposisjoner.no). Senderne programmeres før de monteres på reinsdyr, men kan til en viss grad omprogrammeres. Det innebærer at posisjonshyppighet og rutinene for dataforsendelse til [dyreposisjoner.no](http://dyreposisjoner.no) kan endres også etter at senderne er montert på dyra. I sendernes grunnprogrammering tas det en posisjon hver tredje time, og data leveres i blokker på 5–6 posisjoner pr. GSM-melding. Opplasting av ny programvare og endringer av posisjonshyppighet/dataleveranser skjer også via GSM-meldinger, noe som vil si at senderne må være i dekning for GSM-nettverket for å kunne re-programmeres. Dette gjør at det kan være en betydelig tidsforsinkelse mellom tidspunkt for opplasting av nye program/senderrutiner og når senderne faktisk responderer på de nye rutinene. Vi presenterer i tillegg GPS-data fra nærliggende områder på en del kart: Nordfjella i nord, Setesdal-Ryfylke i sør og Norefjell-Reinsjøfjell i øst.

## 3.6 Analyser

### Krysningsstudier villrein

Vi valgte ut GPS-data fra årene med ferdselsdata fra Hardangervidda (2016-2019 for sommer og 2017-2019 for vinter) og standardiserte datasettet til å inneholde kun en posisjon for hver tredje time (tilsvarende standard posisjoneringsfrekvens). Vintersesongen ble definert som 28. februar – 28. april, og sommersesong som 15. juni – 1. oktober. Sommersesongen ble videre delt inn i lavsesong (15. juni – 14. juli), høysesong (15. juli – 19. august), og jakt sesong (20. august – 1. oktober). Datasettet for disse årene inkluderte til sammen 36 ulike GPS-merkete villrein, og den relative fordelingen av GPS posisjoner var 23 685 i vintersesongen og 39 158 i sommer/barmarksesongen. Videre var fordelingen hhv. 6 118, 15 267 og 17 773 posisjoner i lav-, høy- og jakt sesongen.

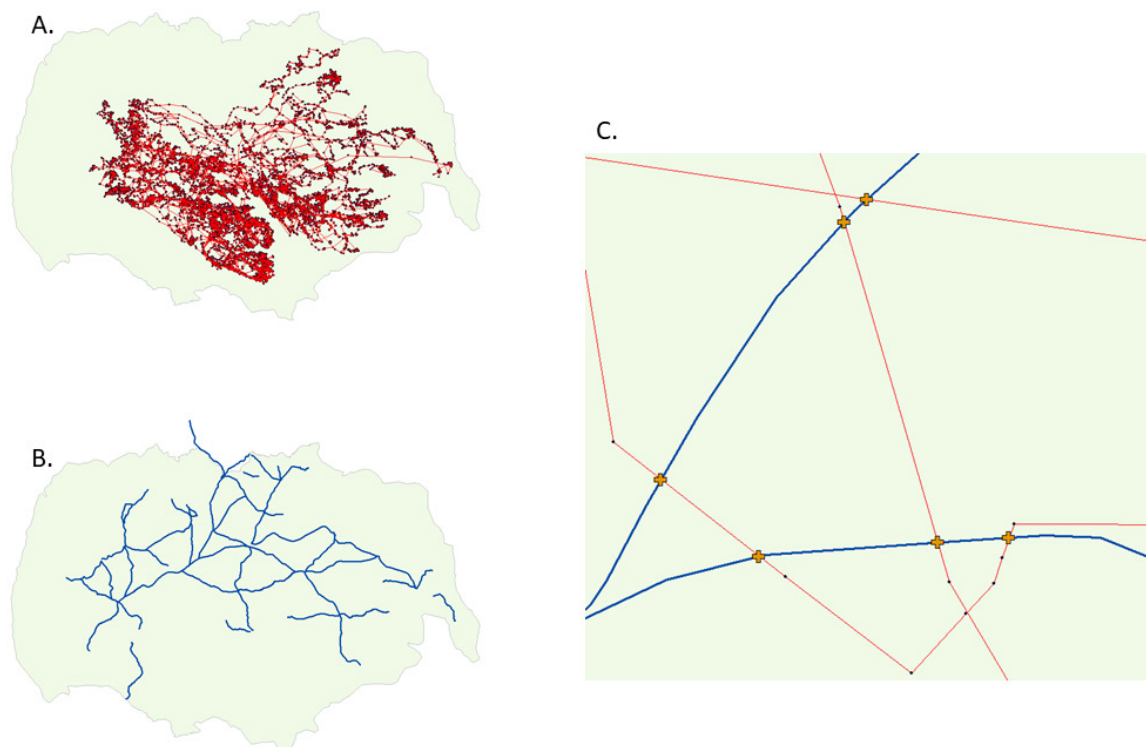
For å kunne analysere arealbruk og stikryssinger hos reinsdyra sett opp mot ferdselsintensitet, benyttet vi to ulike estimat på menneskelig ferdsel (se nærmere detaljer i Gundersen m.fl. 2020):

- a. telledata – direkte antall passeringer ved tilhørende teller, summert pr sti pr dag
- b. stibruksindeks (TUI) – basert på respondenter sine skisserte turruter, kalibrert til daglig bruksintensitet ved hjelp av telledata.

Stibruksindeksen (TUI) muliggjorde en kvantifisering av stibruk også utenfor de spesifikke stiene som til enhver tid hadde teller, noe som økte representativiteten i ferdselsdata betydelig. Siden det ikke ble gjennomført denne typen spørreundersøkelser vinterstid, var TUI ikke tilgjengelig for denne sesongen. For analysene til vintersesongen benyttet vi dermed telledata, mens vi i resten av analysene benyttet TUI.

For de tre sommersesongene, da TUI-data gav svært god representasjon av ferdselsdata langs stinettet på hele Hardangervidda, lagde vi kart over reinsdyras sesongvise arealbruk på vidda sett i forhold til ferdselsintensitet langs stinettet. Arealbruken ble visualisert som uniforme Kernel' tetthets-estimat med 200m meter søkeradius.

For å analysere stikryssinger hos reinsdyr sett opp mot ferdselsintensitet langs stinettet, regnet vi ut den direkte forflytning mellom etterfølgende GPS-posisjoner som rette linjer og beregnet krysningspunktene mellom disse rette linjene og stier med ferdselsdata (**Figur 3.4**). Deretter lenket vi krysningsstilfellene til datasettene med daglig persontrafikk langs de enkelte stiene. I de få tilfellene hvor et individ hadde krysset mer enn en sti mellom to posisjoner (**Figur 3.4 C**), ble de enkelte kryssingene behandlet som separate hendelser og ikke som samlet (akkumulert) ferdselsvolum. Data over stikryssingene ble siden gruppert etter daglig trafikkvolum, og inndelt i intervaller med lengde 5 (dvs. 0-4, 5-9, 10-14 osv. passeringer/besøkende pr dag). Siden fordelingen av både teller- og TUI-data var tydelig asymmetriske, dvs. positivt skjeve med «hale» mot høyre, log-transformerte vi ferdselsdata (f.eks.  $\ln(\text{TUI}+1)$ ) for å produsere kun positive verdier). Andelen av løypekryssinger i de ulike intervallene ble siden analysert i en generalisert additiv modell (GAM), GAM-modeller inneholder bl.a. en glatter-funksjon som kan tilpasses data med ikke-lineære responser, og er dermed velegnet til å analysere terskelverdier o.l. Både fordelingen av reinsdyr sine kryssinger i forhold til trafikkvolum og fordelingen av trafikkvolum hos stinettet på Hardangervidda ble analysert hver for seg, og modellprediksjonene ble siden plottet i samme figur for direkte sammenligning. I figuren vil avvik mellom trafikkvolum hos tilgjengelig stinett og hos stiene reinsdyrene faktisk krysset, kunne fortelle om ulik respons (f.eks. unnvikelse) som reinsdyr viser mot stier med ulik trafikk.

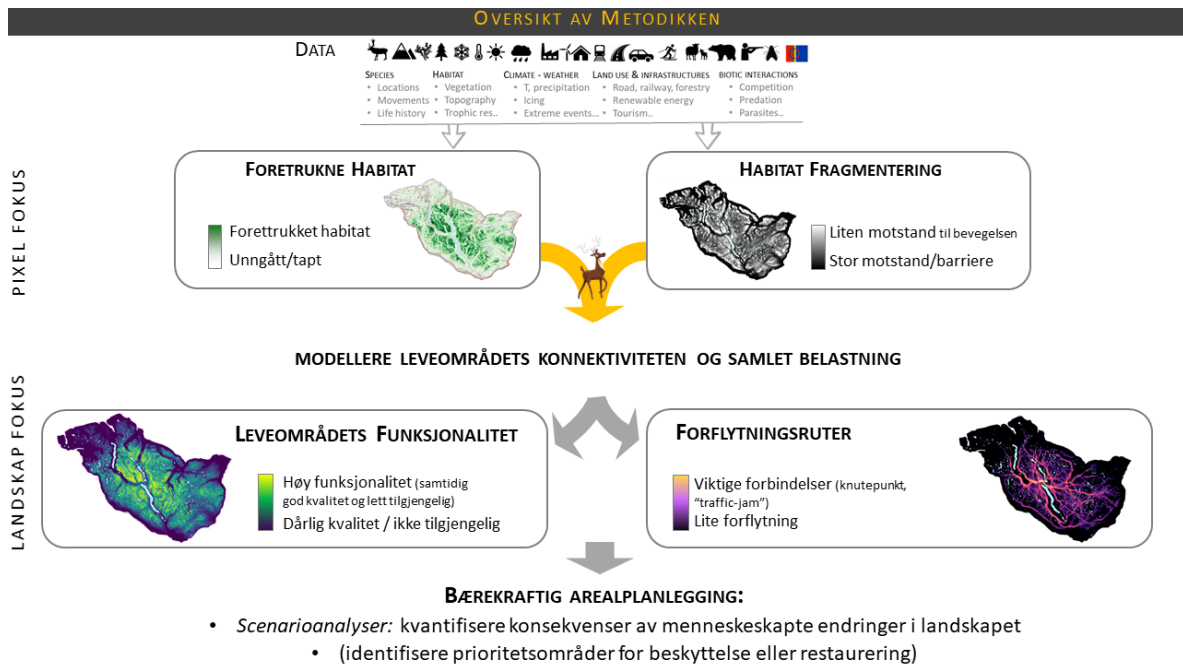


**Figur 3.4.** Eksempel på data for analyse av stikryssinger på Hardangervidda: A) GPS datapunkt for villrein på Hardangervidda fra vintersesongene 2017-2019 med rette linjer mellom etterfølgende punkt. B) Alle stier/løyper med ferdselsdata ett eller flere av årene 2017-2019. C) Krysningpunkt mellom villreinsdata og stier. De to krysningpunktene nede til venstre tilhører samme «GPS-linje», dvs. at den merkete villreinen har krysset begge stiene i samme 3-t tidsrom.

### Habitat-modeller og samlet effekt av menneskelig aktivitet:

For å analysere sammenhengen mellom villreins arealbruk og levemiljø, har vi benyttet analyseverktøyet OnelImpact (Panzacchi m.fl. 2021, NINA Temahefte under arbeid). Dette bygger på mer enn 10 års arbeid med disse problemstillingene, og mye av metodikken er utviklet gjennom forskningsprosjektet 'RenewableReindeer' (Panzacchi m.fl. 2020). Analyseverktøyet kalles «OnelImpact» fordi det beregner og visualiserer den samlede effekten av naturlige og menneskeskapt faktorer som påvirker leveområdene. OnelImpact baserer seg på en stor mengde underliggende GPS data, og andre data som omfatter blant annet topografiske data, vegetasjonskart, informasjon om veger, utbygginger, sti- og løypenett, opplysninger om bruksintensitet (se punkt 2.3 for mer detaljer om data), og millioner av posisjonsdata fra villrein samlet gjennom GPS-merkeprosjekter i 8 villreinområder (Setesdal Ryfylke, Setesdal Austhei, Hardangervidda, Norefjell, Nordfjella, Snøhetta, Rondane (Nord & Sør) og Knutshø).

OnelImpact leverer flere delprodukter som hver for seg beskriver viktige kvaliteter for villreinen. Vi vil her gi en kort beskrivelse av fire av disse delproduktene: 1) Foretrukne habitat, 2) Motstandskart, 3) Leveområdets funksjonalitet, og 4) Forflytningsruter. Delene 1) og 2) identifiserer småskala landskapstrekk som reinen foretrekker (f.eks. områder med gode sesongbeiter), eller som er vanskelige å krysse (f.eks. trafikkerte veger). Disse delproduktene gir ingen informasjon om hvor tilgjengelige eller viktige de ulike delene av landskapet er for reinen. Denne informasjonen er derimot bygget inn i delprodukt 3) og 4). Beregningene knyttet til Leveområdets funksjonalitet og Forflytningsruter baserer seg på informasjonen fra 1) og 2), men vektlegger i tillegg betydningen som de ulike områdene har for reinen (viktige eller mindre viktige) og hvor enkelt det er å bevege seg i landskapet (se **Figur 3.5** for konseptuell skisse over de ulike delene og sammenhengen mellom disse).



**Figur 3.5.** Oversikt over metode nyttet i analyseverktøyet *OneImpact*, med fire ulike delproduktene og deres innbyrdes sammenheng (Merk at modellprediksjonene som ligger til grunn for kartskissene er fra et annet villreinområde enn Hardangervidda).

Her vil vi videre beskrive i fremgangsmåte for beregning av foretrukne habitat (delprodukt 1) i noe mer detalj, og for de resterende delene vil vi kun gi en sammenfattende beskrivelse av fremgangsmåte.

### Foretrukne habitat (Habitatseleksjon)

På grunn av de store sesongmessige variasjonene i fordelingen og omfanget av ressurser og påvirkningsfaktorer, er det gjennomført separate beregninger av foretrukne habitat (delprodukt 1) for henholdsvis vinter, sommer og kalvingsperiode. Metodikken er beskrevet i Panzacchi m.fl. (2015). I denne rapporten er delprodukt 3 - 4 beregnet kun for sommersesongen.

### Motstandskart (Landskapets permeabilitet)

Reinens forflytninger i landskapet påvirkes både av naturlige og menneskeskapt faktorer. Effekten av disse påvirkningsfaktorene varierer fra permanente og opplevde barrierer (f.eks. store vannmagasiner, inngjerdet jernbane og veger med stor trafikk) til forhold som bare representere en mindre hindring for reinsdyrenes evne til å bevege seg (f.eks. lite brukte stier eller skiløyper i høyfjellet). På lik linje med kartene over foretrukne habitat, har dataene fra GPS-merka reinsdyra blitt brukt til å samle informasjon om dyras respons på ulike kartfestede hindringer. Den samlede informasjonen fra de ulike villreinområdene har gitt grunnlag for å generalisere disse opplysningene, og produsere såkalte 'motstandskart' (Panzacchi m.fl. 2016). I disse kartene får hver del en verdi basert på i hvilken grad landskapet representerer en hindring for reinens forflytninger. Med andre ord, kartet viser hvilke deler av landskapet villreinen lett kan bevege seg gjennom, og hvor det finnes større eller mindre hindringer.

### Leveområdets funksjonalitet

Ved beregninger av funksjonalitet kombineres informasjonen om leveområdenes fordeling av mye og lite foretrukne habitat med informasjonen fra motstandskartene. I disse modellene vil høye verdier reflektere områder som både er foretrukket (høy preferanse), og som villreinen har lett tilgang til fra andre foretrukne områder. Dette kan betegnes som **villreinens kjerneområder**. Motsvarende vil deler med lave verdier reflektere arealer med dårlige kvalitetsmål, eller arealer av god kvalitet hvor reinen ikke har tilgang. Eksempel på sistnevnte vil være mindre områder

med gode beiteressurser, men som på grunn av omkringliggende aktivitet eller utbyggelse i praksis ikke er tilgjengelige for reinen. Leveområdets funksjonalitet gir derfor et mål på hvilke deler av reinens leveområde som er av størst betydning etter at den samlede effekten av menneskelige påvirkning er tatt hensyn til. Beregningene tallfester den samlede effekten av ulike inngrep, ulike typer infrastruktur og menneskelig aktivitet. Omfang og fordelingen av arealer med god og dårlig funksjonalitet vil som oftest variere mye innen det enkelte villreinområde. Kart over funksjonalitet er velegnet til å visualisere både de mest verdifulle områdene for villreinen, men også til å identifisere og avgrense aktuelle problemområder.

### **Forflytningsruter**

På lik linje med beregningen av villreinområdenes funksjonalitet, baserer også beregningen av sannsynlige forflytningsruter seg på de to første delproduktene; samlet kvalitet og motstandskart. For å oppnå høye verdier for forflytningsruter må derimot et gitt punkt både være av god kvalitet og representere liten forventet motstand mot forflytninger. Dette vil utelate områder som skårer lavt på målene for eksempelvis beitekvalitet, men som er av avgjørende betydning for å sikre forbindelse mellom ulike høykvalitetsområder. Eksempel på dette kan være typiske terrengmessige flaskehalsar eller vandringskorridorer mellom utbygde områder. Å identifisere slike områder bidrar med viktig utfyllende informasjon på toppen av informasjonen om leveområdenes samlede kvalitet og funksjonalitet.

Ved beregning av sannsynlige forflytningsruter analyseres reinens muligheter for å forflytte seg fra ett punkt i terrenget til et annet. I denne analysen er det primært mulighetene for forflytning som er viktige, og ikke de øvrige kvalitetene i landskapet. Når en deretter har funnet de mulige forflytningsrutene, rangeres disse på bakgrunn av de underliggende kvalitetene i landskapet. På denne måten vil de mulige forflytningsrutene mellom områder av høy samlet kvalitet fremstå som viktigere, eller mer sannsynlige, enn mulige forflytningsruter mellom områder med lav samlet kvalitet. Disse analysene bidrar med andre ord til å identifisere de mest sannsynlige forflytningsrutene mellom områder av høy samlet kvalitet.

### **Forutsi effekter av avbøtende tiltak og nye inngrep**

I tillegg til å beskrive dagens situasjon, gir OnelImpact også mulighet til å beregne forventet effekt av endringer i levemiljøet til villreinen, så som nye planlagte inngrep, avbøtende tiltak, eller også klimaendringer, på en relevant geografisk skala. Dette har potensielt stor nytteverdi i den praktiske arealforvaltningen, da det gir mulighet til å vurdere ulike løsninger opp mot hverandre og kvantifisere ulik forventet effekt, og dermed finne de beste miljøløsningene ved nye inngrep eller de mest effektive avbøtende tiltakene der en ønsker å bedre en dårlig situasjon (Panzacchi et al 2020).

Rent praktisk kan dette beregnes ved å simulere at man fjerner eller legger til et landskapselement, og dermed endre verdien av de lokale miljøvariablene som nyttes i beregningen av valgt habitatmodell. Deretter kjøres modellen på nytt med nye data, og endringen i samlet modellprediksjon innenfor et definert område tilsvarer endring i områdets egnethet for villreinen. For at ikke endringer i de lokale miljøvariablene skal påvirke strukturen i den overbyggende modellen, og dermed introdusere nye feilkilder i beregningene av forventet effekt, er det av stor viktighet at modellen er tilstrekkelig generell i sin oppbygging og at den nytter data fra stor nok skala. I OnelImpact har man – som beskrevet tidligere – sørget for dette ved å bygge modellene på data fra 8 ulike villreinområder som samlet dekker en stor del av samlet miljøvariasjon i de norske villreinområdene.

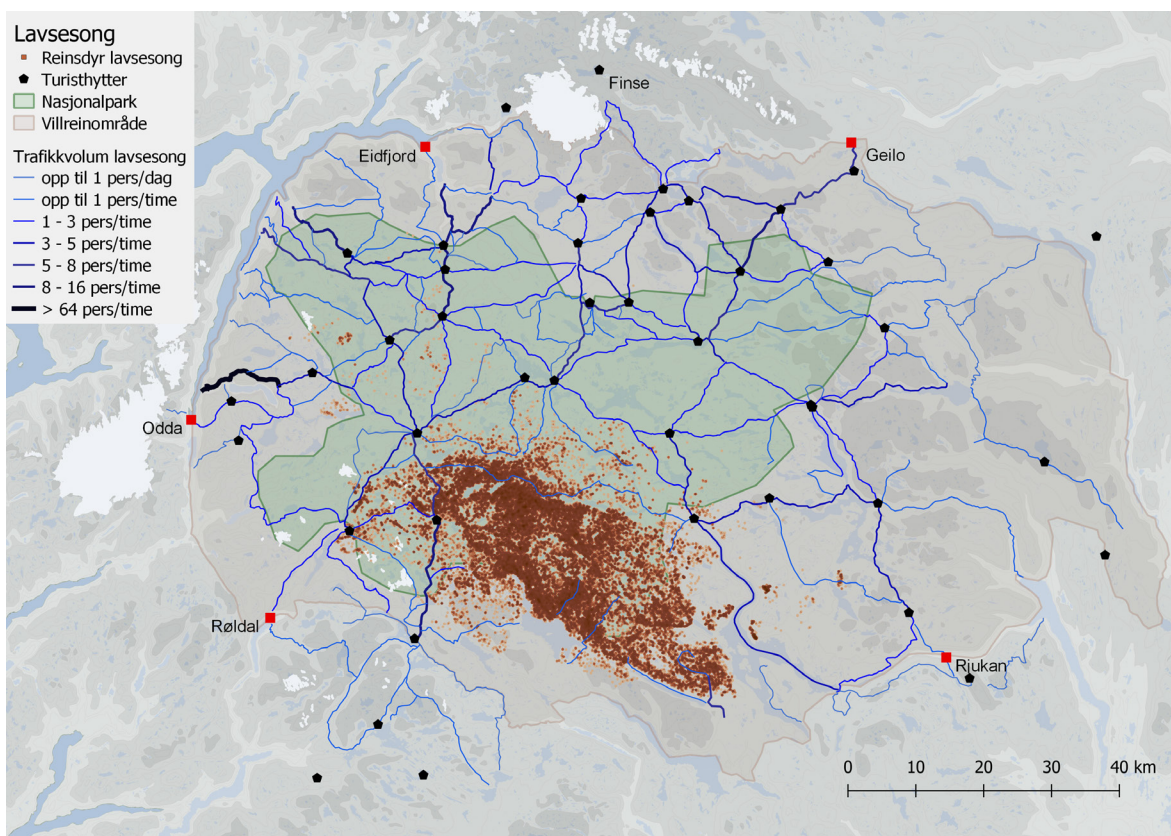


Foto Olav Strand

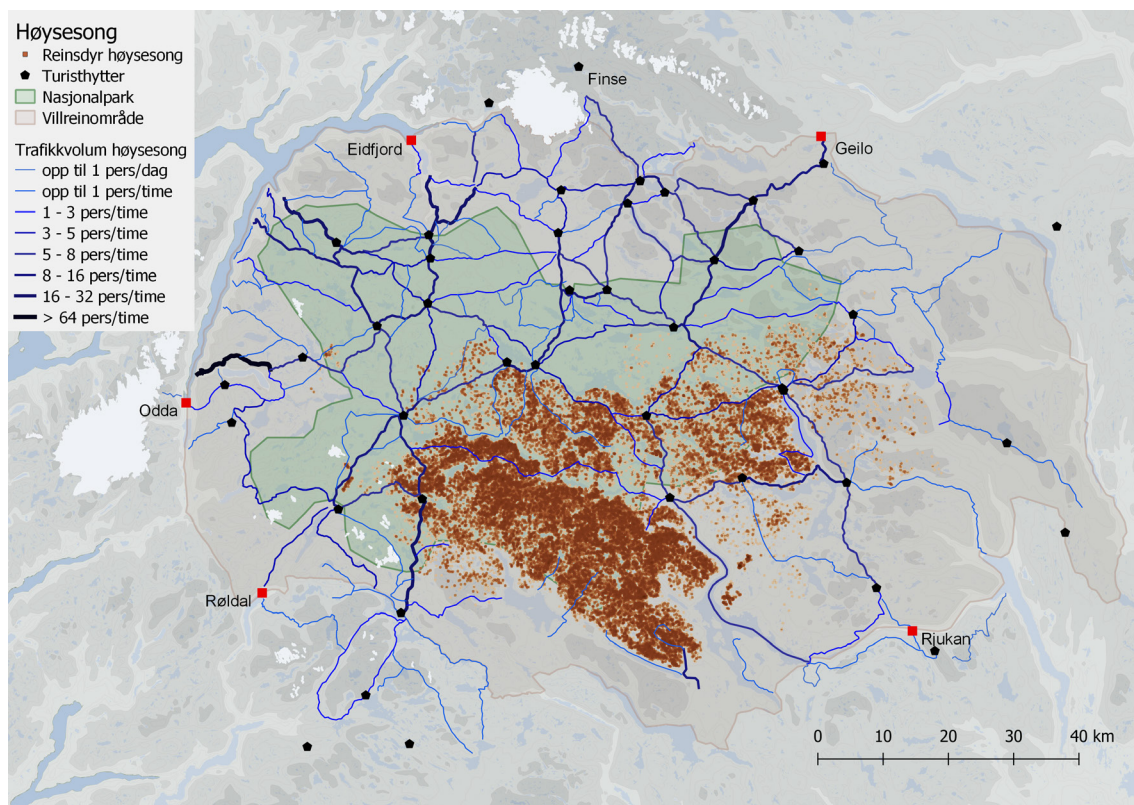
## 4 Analyser om menneskelig påvirkning og villrein

### 4.1 Ferdsl og villrein

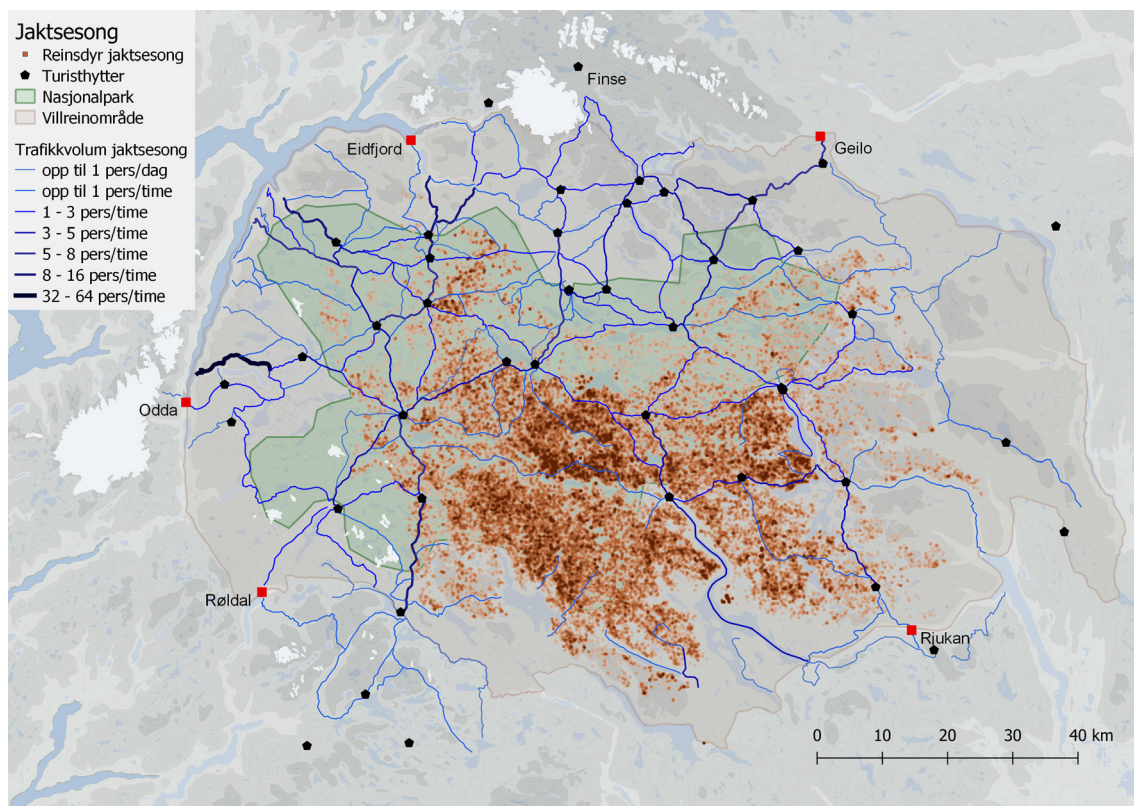
Vi identifiserte store variasjoner i stindeksen på Hardangervidda for lavsesong, høysesong og jaktlesong (**Figur 4.1**, **Figur 4.2** og **Figur 4.3**). Noen deler av Hardangervidda har tett nettverk av stier og høy bruksintensitet, spesielt gjelder dette området i nord mot Rv7 og turistområdene i vest. I andre områder er det lav stitethet og liten bruk, slik som i området i sør. Vi ser også at tettheten av reinsdyrplott er konsentrert i det sørlige området i både lav- og høysesong, men i jaktperioden tar reinen i bruk en langt større del av vidda. I lav- og høysesongen bruker villreinen om lag 20 % av tilgjengelig habitat på Hardangervidda. Rent beskrivende, ved å studere kartene, viser kartene en stor-skala deling av Hardangervidda mellom rein og folk i både lav- og høysesong, mens i jaktlesongen bruker både rein og folk de samme arealene.



**Figur 4.1.** Stindeks (TUI) som viser middelerdier for stibruk i lavsesong sommeren 2017 og 2018 (15. juni til 15. juli) og GPS data for 95 simler for samme datoer i perioden 2001-2018.



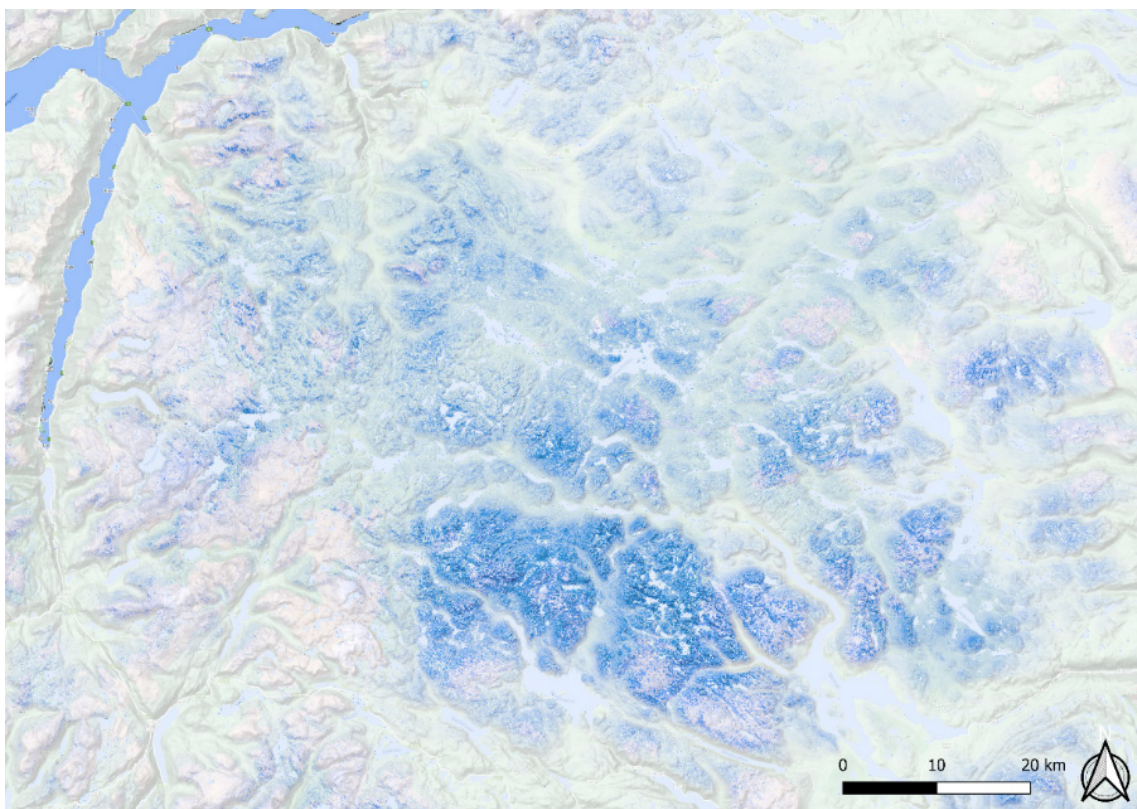
**Figur 4.2.** Stienindex (TUI) som viser middelværdier for stibruk i høysesong sommeren 2017 og 2018 (15. juli til 20. August) og GPS data for 95 simler for samme datoer i perioden 2001-2018.



**Figur 4.3.** Stienindex (TUI) som viser middelværdier for stibruk i jaktseason sommeren 2017 og 2018 (20. August til 1. Oktober) og GPS data for 95 simler for samme datoer i perioden 2001-2018.

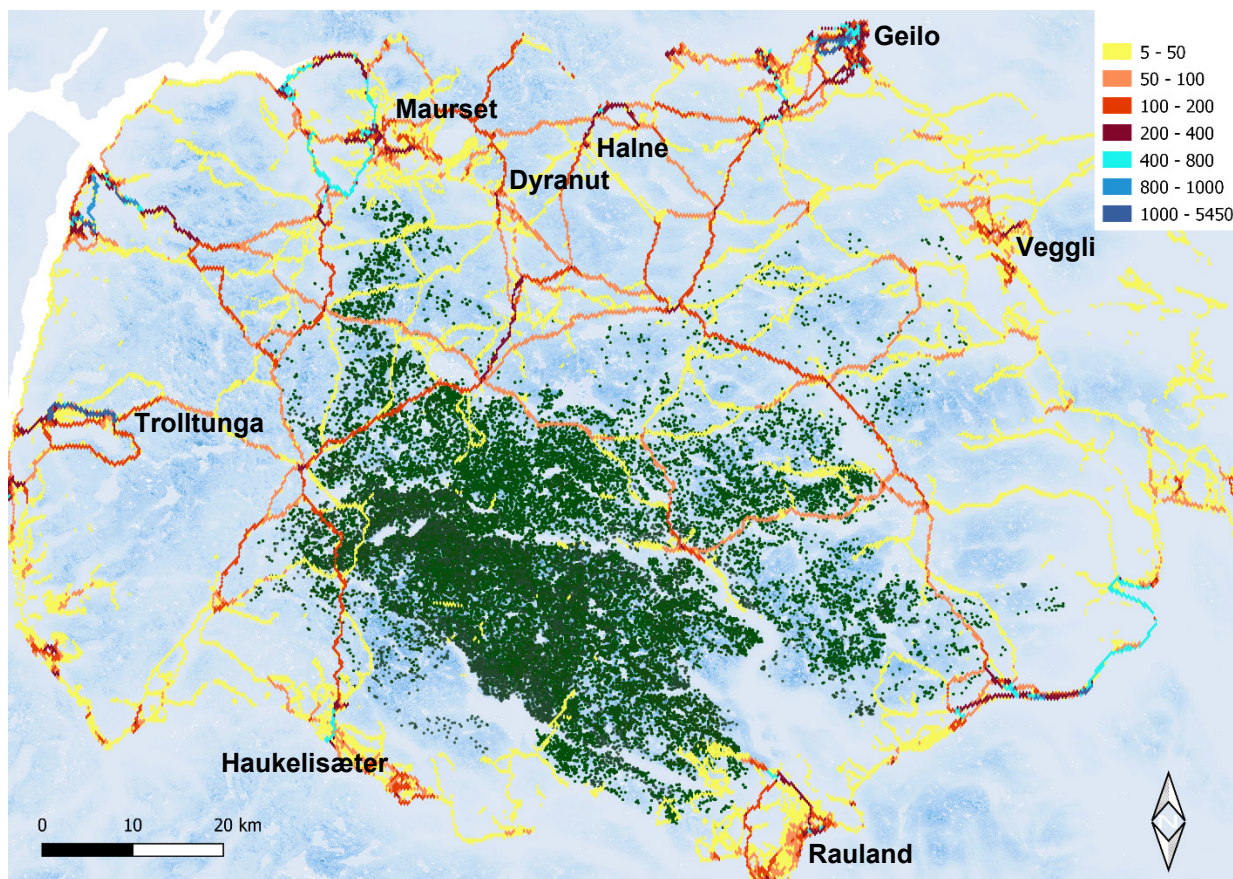


Alt i alt identifiserte vi 2241 km med turruter på Hardangervidda avledet av de besøkendes egne rutenedtegnelser. Dette inkluderer grusveger, sleper, merka stier, umerka stier, og tråkk. Det er en veldig stor variasjon i bruksintensiteten, og de fleste stisegmenter vi målte hadde lav bruk (mindre enn 1 person per time). I den andre enden av skalaen var det bare ett segment med høyeste intensitet (mer enn 64 personer per time), og det var stien til Trolltunga som oversteg dette nivået i gjennomsnitt i både lav- og høysesong. Vi identifiserte i alt 635 km sti (28 % av alle segmenter) med mer enn 30 besøkende per dag i høysesongen (**Figur 4.2**). Lignende tall i lavsesongen var 523 kilometer, tilsvarende 23 % av alle stisegmenter. De mest intensivt brukte stiene finnes i randsonen til Hardangervidda villreinområde. Enkelte stier inne på vidda har høy bruk, tatt i betraktning at det ligger så langt fra innfallsporter og tung infrastruktur.



**Figur 4.4.** Habitatseleksjonskart for villrein på Hardangervidda sommerstid. Blå arealer er de mest foretrukne habitatene mens lysere farge er mindre foretrukne (Panzacchi m.fl. 2015 - oppdatert modell).

I NINA rapport 1909 presenterte vi også stordata fra Strava app for perioden 2016-2019, og vi gir her en visuell fremstilling av foretrukne habitat hos villrein (**Figur 4.4**), Strava data og GPS plottene for villrein (2001-2018). Strava data gir en god fremstilling av hovedmønsteret av turfolkets bruk av Hardangervidda, og angir i tillegg bruksintensitet på de forskjellige delene av vidda (Holtemoen 2021). Det er med andre ord en god korrelasjon mellom Strava data og de automatiske tellerne på Hardangervidda sommerstid. Vinterstid er sammenhengen dårligere, og dette skyldes i første rekke at det er langt færre Strava brukere sentralt på Hardangervidda vinterstid (Holtemoen 2021). Vi ser av dataene at det er stor aktivitet i randsonen til villreinområdet (**Figur 4.5**), i forbindelse med hovedveger, grusveger, hyttefelt, og bygder. I disse områdene er det liten overlapp mellom villrein og ferdsel, da villreinen i stor grad unnviker randsonen. Vi ser videre at det er konsentrert en del ferdsel på hovedstiene på Hardangervidda og som i stor grad overlapper med villreinens arealbruk, for eksempel stien fra Haukelisetter via Litlos og videre til Hedlo, Sandhaug og Lågaros. Hele stisystemet i vest og i nord er mye brukt av turfolk, men villreinen viser en unnvikelse i disse områdene. Det er også slik at de områdene som brukes mest av villreinen har svært liten grad av Strava initiert ferdsel (**Figur 4.5**).

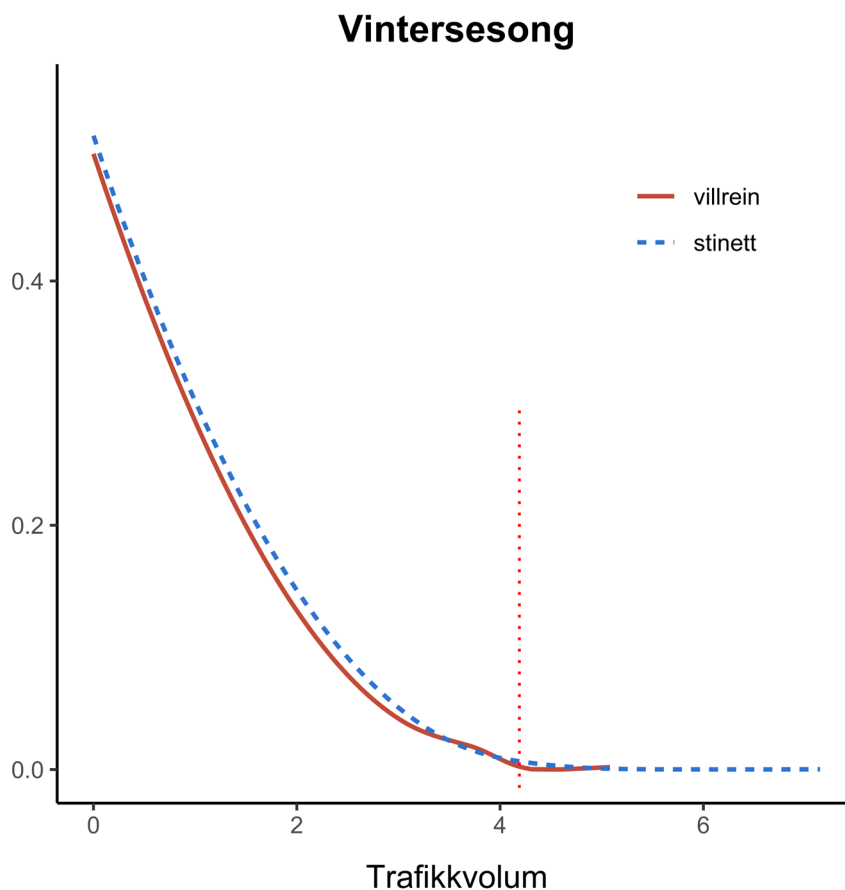


**Figur 4.5.** Kart som viser habitatseleksjon (se figur 4.3.), GPS plott (2001-2018) og Strava data sommerstid (juni-september) for perioden 2016-2019. Når det gjelder Strava data er disse angitt som antall observasjoner innen et pixel (hexagon 350m sider) som er klassifisert i fire kategorier (etter Holtemoen 2021).

## 4.2 Ferdsl-villrein løypeanalyser vinter

Av i alt 23 685 forflyttinger hos GPS-merkete villrein på Hardangervidda i vintersesongene 2017 - 2019, identifiserte vi kun 203 individuelle tilfeller der merka villrein krysset løyper med aktive tellere. Dette til tross for at vi til sammen overvåket 56 772 km «løypedøgn» (summen av km løype som var overvåket gjennom individuelle døgn) disse tre årene. Vi må derfor kunne konkludere med at denne typen kryssinger var sjeldne. Det var en stor overvekt av kryssinger av løyper med få daglige passeringer (hhv. 50 % og 18 % av i intervallene 0-4 og 5-9 daglige passeringer). Det var en håndfull passeringer ved relativt høye trafikkvolum (>50 passeringer), og den mest trafikkerte løypen som ble krysset hadde hele 136 passeringer vedkommende dag, noe som tilsvarer 14 passeringer per time. At reinsdyr i enkelte tilfeller krysser stier med høyt trafikkvolum betyr ikke nødvendigvis at dette er et ønsket valg, men kan like gjerne komme som en fluktrespons på forstyrrelser, noe som viser noe av utfordringen med denne typen data.

Når vi tilpasset en GAM-modell til kryssingsdataet, gav dette en bratt avtagende kurve som respons på økende trafikkvolum (**Figur 4.6**). Denne kurven flatet ut med økende trafikkvolum, men med over 50-60 daglige passeringer (tilsvarende vertikal støttelinje) var sannsynligheten for kryssing tilnærmet lik null. Denne responskurven var tilnærmet identisk med kurven for trafikkvolum på delen av løypenettet som var overvåket med tellere, så utfra disse få tilfellene av kryssinger kan vi ikke si det var aktiv seleksjon for å krysse en viss type løyper.



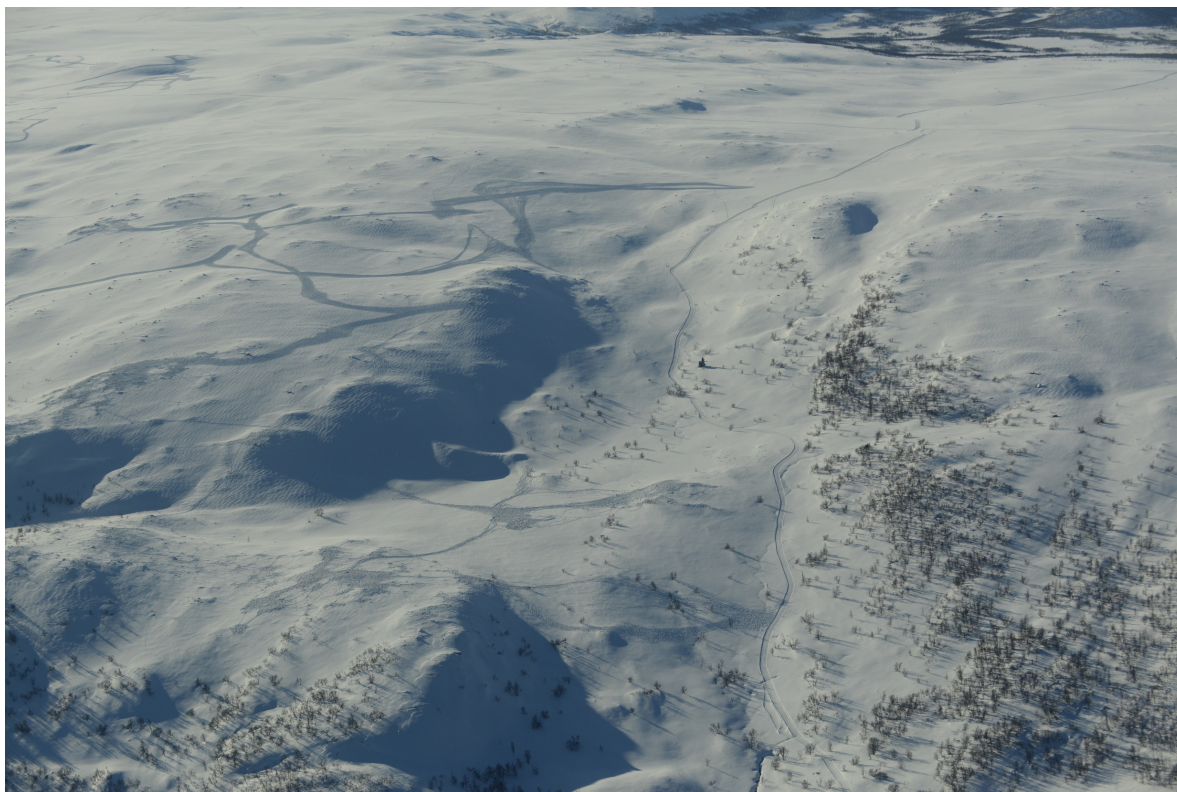
**Figur 4.6.** Andel løypekryssinger hos simler på Hardangervidda som respons på trafikkvolum under vintersesongen (28. februar – 28. april) i årene 2017-2019. Trafikkvolum er målt som antall daglige passeringer (log-transformert). Rød linje viser fordeling av løypekryssinger hos villrein, mens blå stiplet linje viser fordelingen av trafikkvolum på delen av løypenettet som ble overvåket med tellere.

Vi kan likevel ikke med denne analysen si at de stikka vinterløypene ikke har effekt, bare ut ifra denne analysen. Dette til tross for at vi har data fra mange tellere/skiløyper og over flere sesonger. For det først er det noe begrensning med data (203 krysninger), og for det andre sier denne analysen bare noe om de som faktisk krysser løypene og ikke noe om unntakseffekter.

Rent prinsipielt kan man tenke seg helt ulike og motsatt scenarier som kan gi tilsvarende mønstre, men der reinen har en sterk aversjon for menneskelig ferdsel:

- 1) Reinen holder seg i praktisk borte fra løypene, og i de få tilfellene den kommer nærme en løype er det «like ille» å krysse løyper med lite ferdsel som løyper med stor ferdsel (dvs. den krysser færre løyper med sterk ferdsel, men det finnes også færre av disse).
- 2) Stikka skiløyper har mye assosiert ferdsel som kan skremme reinen, og når reinen først er skremt flykter den over alle løyper uavhengig av antall skiløpere (ikke de løypene med aller mest ferdsel, men der våger den seg kanskje aldri uansett)

Det er derfor bra og ha romlige analyser på større areal skala. Vi viser dermed spesielt til analysene av landskapets permeabilitet at løyper med stort volum skiløpereer med på å gjøre landskapet mer fragmentert for villreinen (se under).

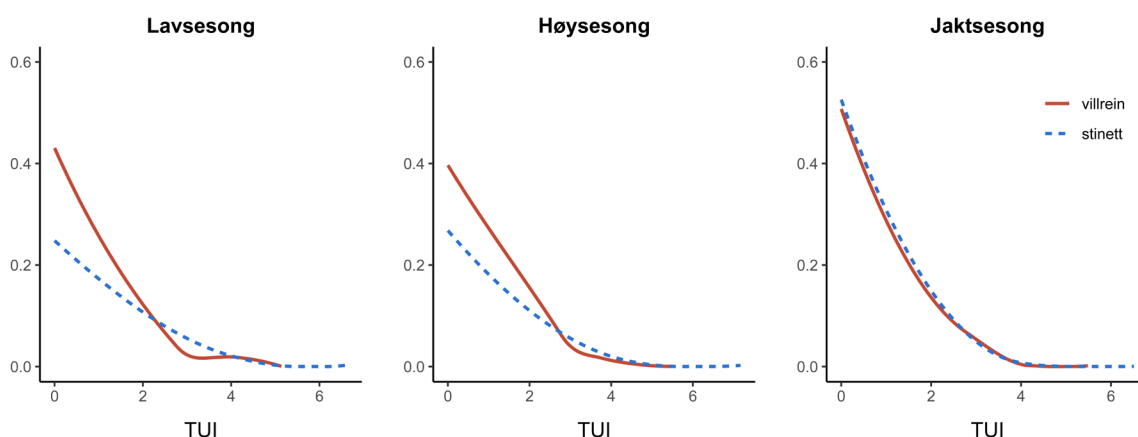


Villreinflokk har forsøkt flere ganger å krysse skiløype på Hardangervidda, men lyktes ikke. Foto: Asle Feten

### 4.3 Ferdseil-villrein stianalyser sommer

Av i alt 39 158 forflyttinger hos GPS-merkete villrein på Hardangervidda i sommersesongene 2016 - 2019, identifiserte vi 2754 individuelle tilfeller der villrein krysset stier med aktive tellere. Dette er >10 ganger så høyt som antallet observerte vinterkryssinger. Til tross for at noe av dette kan tilskrives et større sett med GPS-data (ca. dobbelt så stort), viser dette først og fremst at man med innføring av stibruksindeksen (TUI) kunne inkludere en betydelig større del av stinettet på vidda i analysene. Hele 616 806 km «stidøgn» (summen av km sti gjennom alle døgn i perioden) hadde beregnet ferdselsdata gjennom studieperioden. Fordelingen av antall kryssinger mellom de tre undersesongene var hhv. 323, 962 og 1469 for lav-, høy, og jaktseason.

Villrein på Hardangervidda krysset i stor grad stier med relativt lavt trafikkvolum under sommer/barmarks-sesongen. Hele 66 % av kryssingene var av stier med TUI i intervallene 0-4 og 5-9 personer pr dag, og dette mønsteret var relativt homogent mellom de tre undersesongene. Den høyeste beregnede døgntrafikk ved en stikryssing var hele 239 besøkende, i jaktseason.



**Figur 4.7.** Andel løypekryssinger hos villrein på Hardangervidda som respons på trafikkvolum under sommer-/barmarkssesongen, som er videre inndelt i A) lav- (15.juni-14.juli), B) høy- (15.juli-19.august) og C) jaktseason (20. august – 1.oktober). Daglig trafikkvolum er beregnet med stibruksindeks (TUI, log-transformert). Rød linje viser fordeling av løypekryssinger hos villrein, mens blå stiplet linje viser fordelingen av trafikkvolum på delen av løypenettet med beregnet TUI.

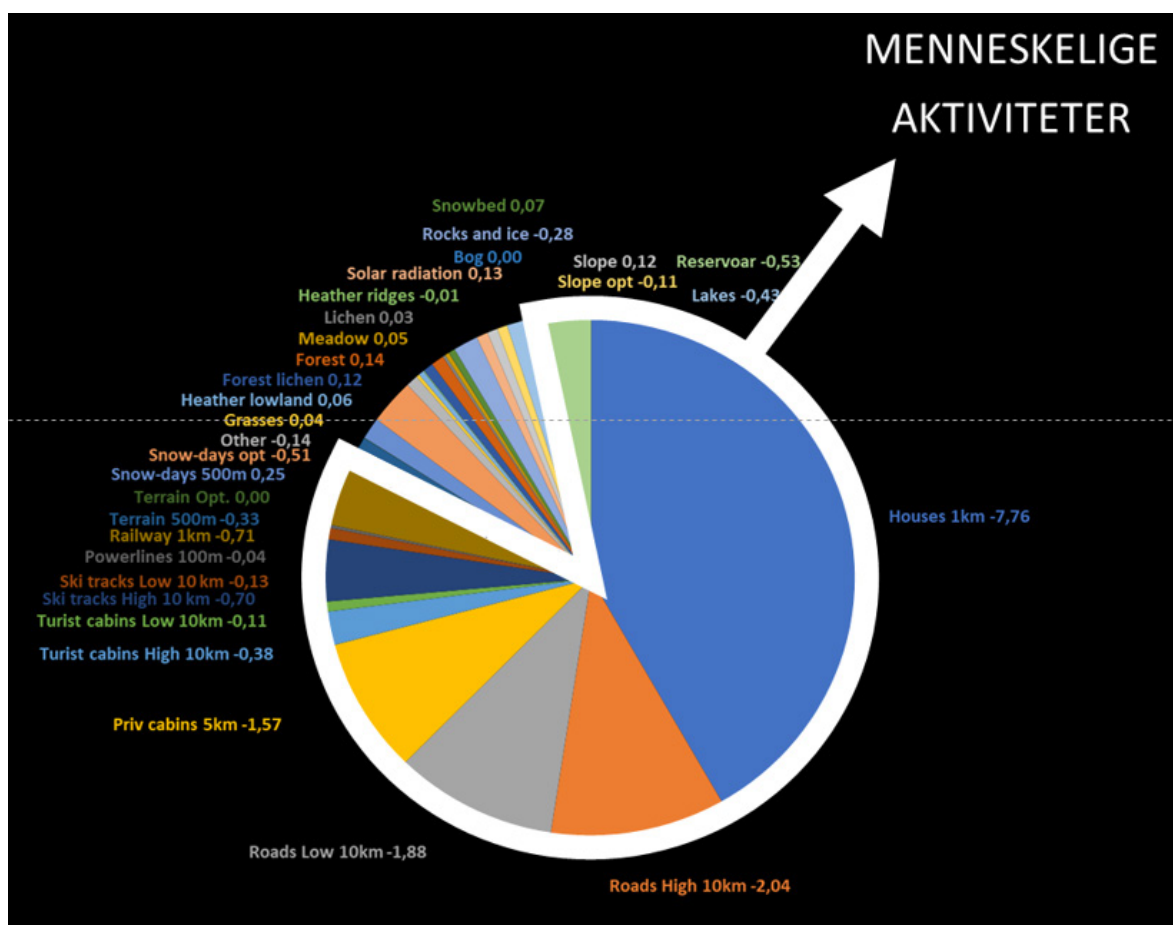
Sammenligner vi med stinettet på vidda, ser vi at villrein under lav- og høysesongen (**Figur 4.7 A og B**) hadde betydelig høyere andeler kryssinger av stier med lavt trafikkvolum enn det som fantes langs hele stinettet. Ettersom trafikkvolumet økte, gikk kryssingsfrekvensen raskt ned og ved en døgntrafikk på 10-15 besøk (dvs.  $\ln(\text{TUI}+1) = 2.3\text{-}2.7$ ) droppet den under fordelingskurven for tilgjengelige stier, noe som indikerer unnavikelse av stier med høyere trafikkvolum. Når trafikkvolum oversteg 30-50 døgnesøk (dvs.  $\ln(\text{TUI}+1)$  of 3-4) flatet kurven ut ved et svært lavt nivå, noe som indikerer at villrein er begrenset fra å krysse ved høyere trafikkvolum.

Under jaktseasonen fulgte fordelingen av stikryssinger hos villrein samme mønster som ble observert over hele stinettet (**Figur 4.7 C**), noe som indikerer at visse stier hverken ble valgt eller unnavket basert på trafikkvolum.

## 4.4 Foretrukne habitat

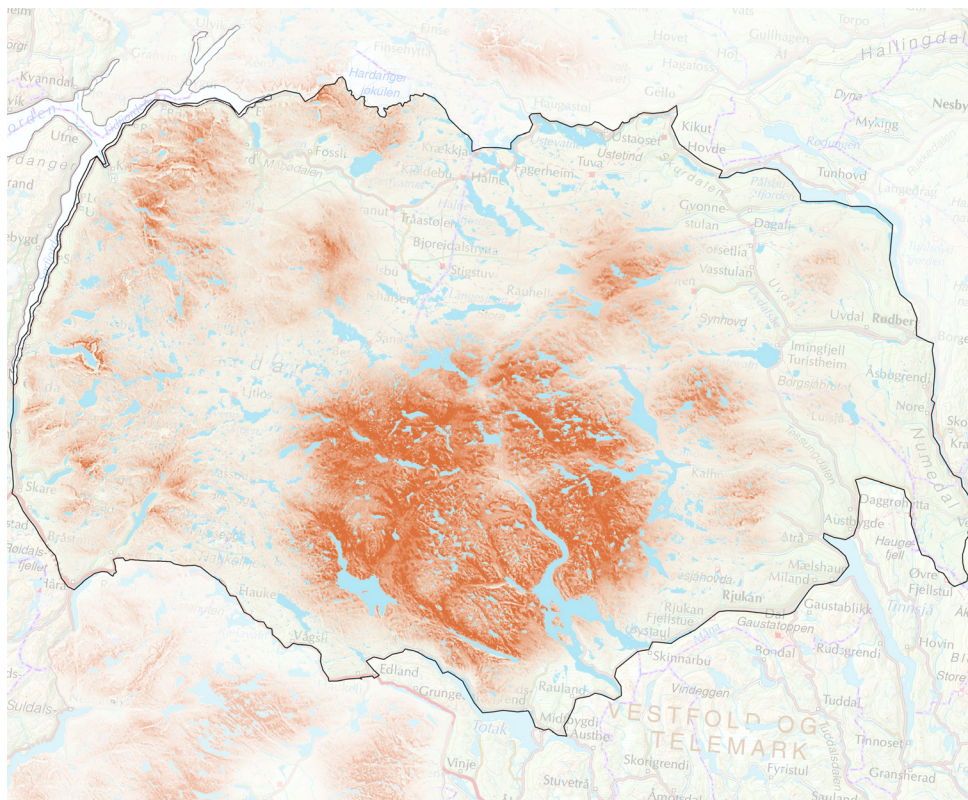
### Kalvingssesong

Alle de beste modellene for foretrukne habitat under kalvingssesongen inneholder en lang rekke forklaringsvariabler som inkluderer både naturgitte miljøforhold og menneskeskapt infrastruktur og aktivitet. Et samlet mønster er at menneskelig infrastruktur og aktivitet alle hadde negativ påvirkning (negativ koeffisient) på hvilke habitat som ble foretrukket av villreinen på Hardangervidda (**Figur 4.8**). Av menneskelige enkeltfaktorer som påvirket modellen var bebodde hus den viktigste, fulgt av veier (høyt og lavt trafikkvolum), private hytter (hyttefelt), skiløyper og turisthytter. Godt over  $\frac{3}{4}$  av modellen ble forklart av menneskelig infrastruktur og aktivitet, noe som indikerer at menneskelig aktivitet har stor negativ påvirkning på reinen sitt valg av habitat under kalvingsperioden (**Figur 4.8**).

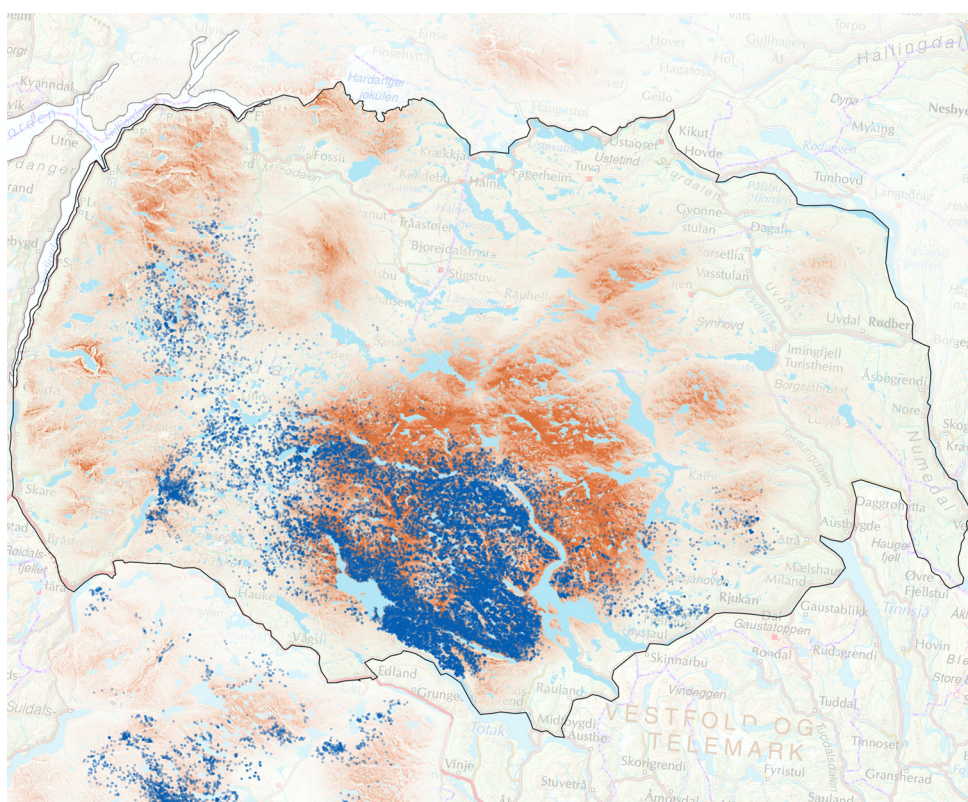


**Figur 4.8.** Parameter-estimat for variablene i beste habitatseleksjonsmodell for villrein under kalvingssesongen (1. mai – 15. juni) i 8 villreinområder i Norge, samt det relative bidraget fra hver enkelt variabel til å forklare modellen. Hvit sektor viser samlet bidrag fra menneskelige aktivitet til å forklare valg av habitat under kalvingssesongen (Panzacchi m.fl. 2021).

En kartframstilling av modellprediksjonene viser at sentrale og sørlige deler av vidda omfatter en stor del av det foretrukne habitatet for kalvingssesongen (**Figur 4.9**), men at det også finnes ettertraktede områder mot nord og vest. Det har også vært en del reel bruk av områder mot vest og nordvest under perioden (**Figur 4.10**). Modellvalideringene gav svært gode treffprosent på rundt 98 %.



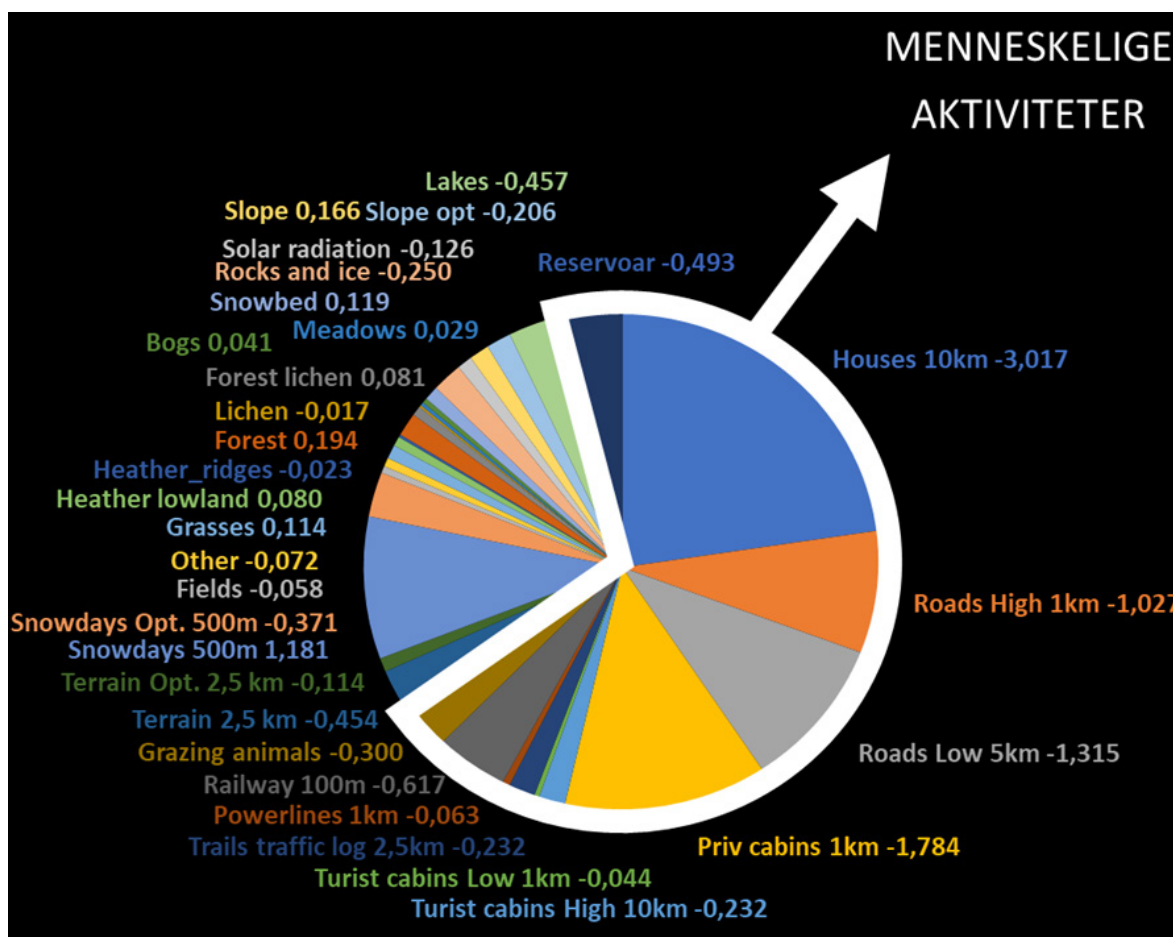
**Figur 4.9.** Modellprediksjon over foretrukne habitat hos villrein på Hardangervidda under kalvingsseongen (1.mai – 15. juni). Inneholder kun romlig visualisering av modellen (Panzacchi m.fl. 2021).



**Figur 4.10.** Modellprediksjon over foretrukne habitat hos villrein på Hardangervidda under kalvingsseongen (1.mai – 15. juni). Inneholder romlig visualisering av modellen, og også faktisk områdebruk hos GPS-merkete villrein for samme sesong.

### Sommersesong

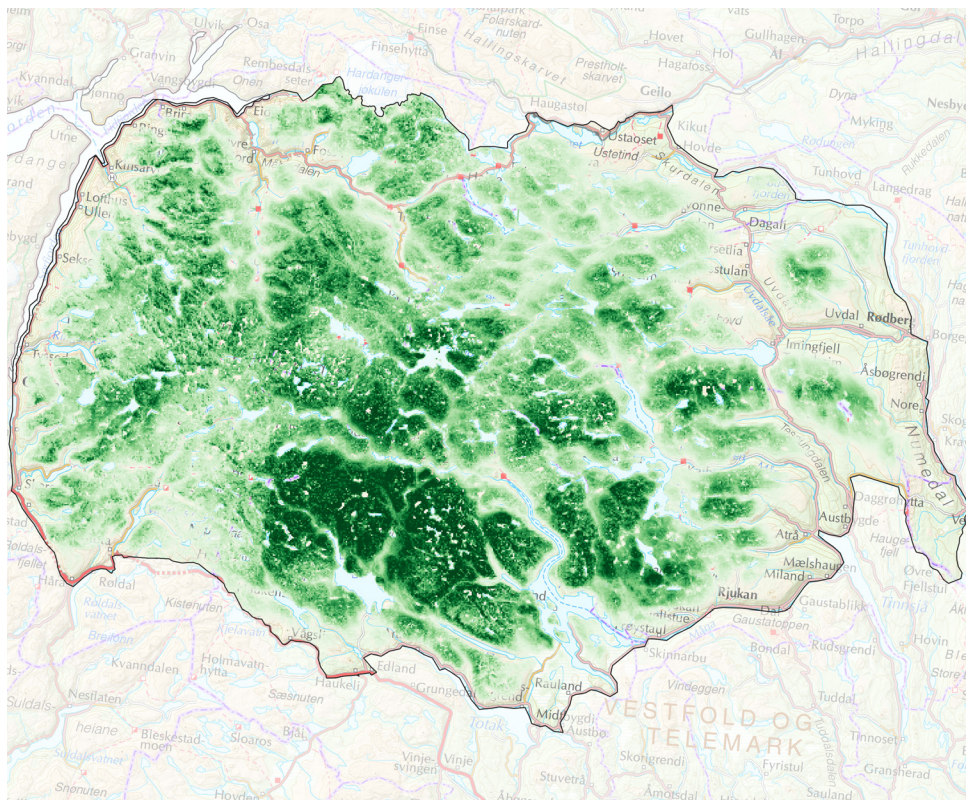
Alle de beste modellene for foretrukne habitat under sommersesongen inneholder en lang rekke forklaringsvariabler som inkluderer både naturgitte miljøforhold og menneskeskapt infrastruktur og aktivitet. Et samlet mønster er at menneskelig infrastruktur og aktivitet alle hadde negativ påvirkning på hvilke habitat som ble foretrukket av villreinen på Hardangervidda (**Figur 4.11**). Av menneskelige enkeltfaktorer som påvirket modellen var bebodde hus den viktigste, fulgt av private hytter (hyttefelt), veier (høyt og lavt trafikkvolum), jernbane, beitedyr, turisthytter og stier. Ca.  $\frac{2}{3}$  av modellen ble forklart av menneskelig infrastruktur og aktivitet, noe som indikerer at menneskelig aktivitet har stor negativ påvirkning på reinen sitt valg av habitat under sommerperioden. Av naturlige faktorer hadde *antall dager med snø* en betydelig påvirkning på modellen.



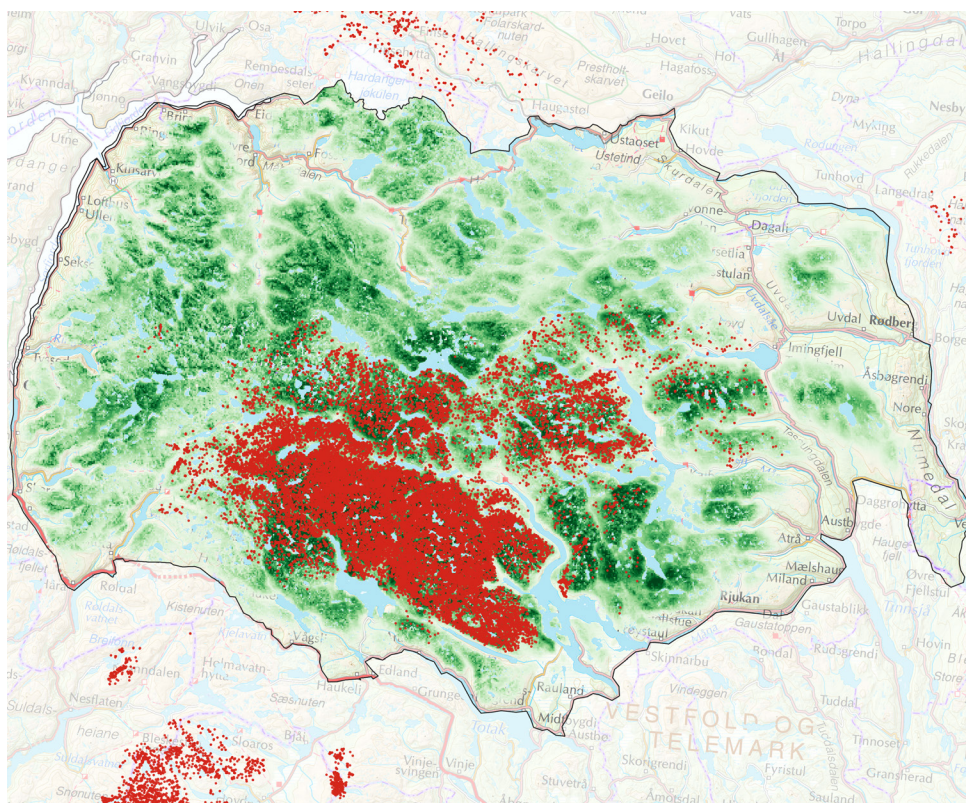
**Figur 4.11.** Parameter-estimat for variablene i beste habitatseleksjonsmodell for villrein under sommersesongen (1. juli – 15. august) i 8 villreinområder i Norge, samt det relative bidraget fra hvert enkelt variabel til å forklare modellen. Hvit sektor viser samlet bidrag fra menneskelige aktiviteter til å forklare valg av habitat under sommersesongen (Panzacchi m.fl. 2021).

En kartframstilling av modellprediksjonene viser at større deler av vidda inneholder foretrukket habitat, og at også her omfatter sentrale og sørlige deler av vidda mye av det fortrukne habitatet for sommersesongen (**Figur 4.12**). GPS-data viser at til tross for god fordeling av prima habitat, er en stor del av faktisk områdebruk begrenset til sentrale og sørlige deler av vidda (**Figur 4.13**). Modellvalideringene gav svært gode treffprosjenter på rundt 99 %.



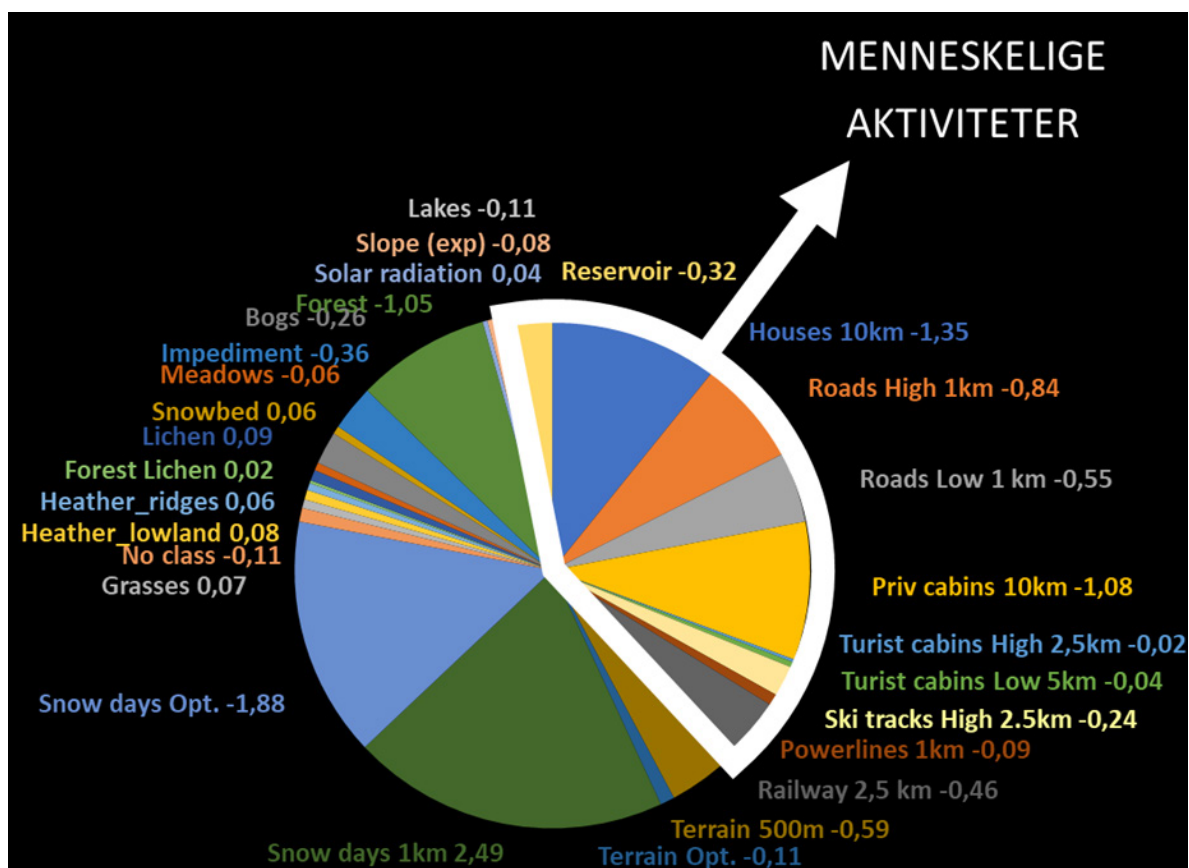


**Figur 4.12.** Modellprediksjon over foretrukne habitat hos villrein på Hardangervidda under sommersesongen (1. juli – 15. august). Inneholder kun romlig visualisering av modellen (Panzacchi m.fl. 2021).



**Figur 4.13.** Modellprediksjon over foretrukne habitat hos villrein på Hardangervidda under sommersesongen (1. juli – 15. august). Inneholder romlig visualisering av modellen, og også faktisk områdebruk hos GPS-merkete villrein for samme sesong.

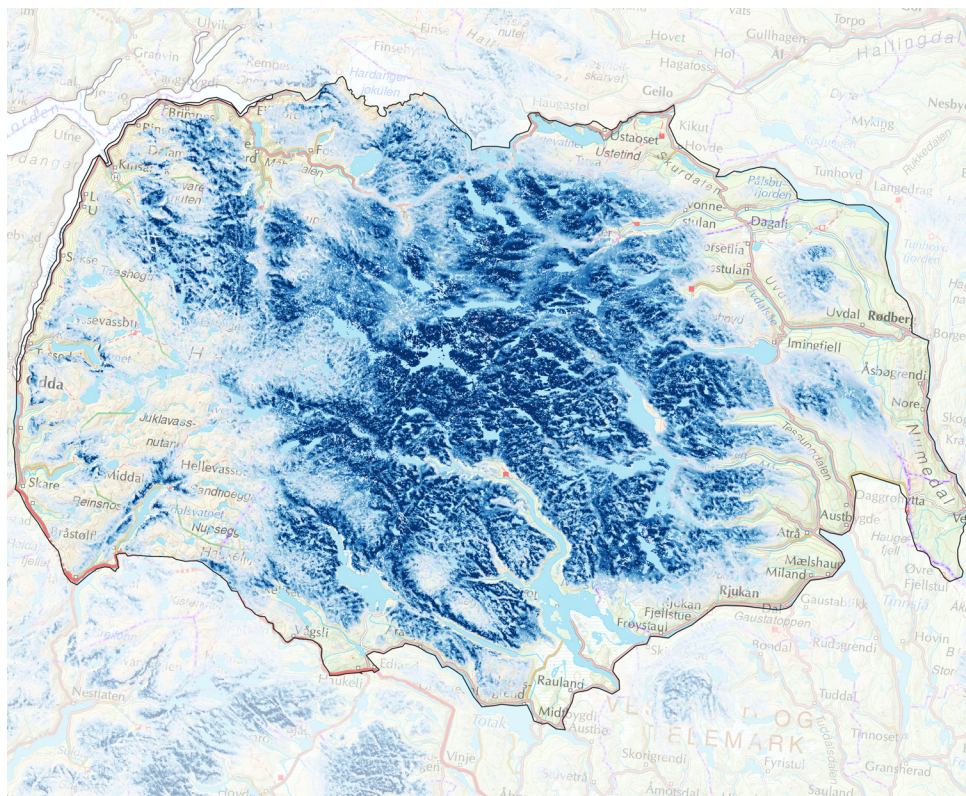
## Vintersesong



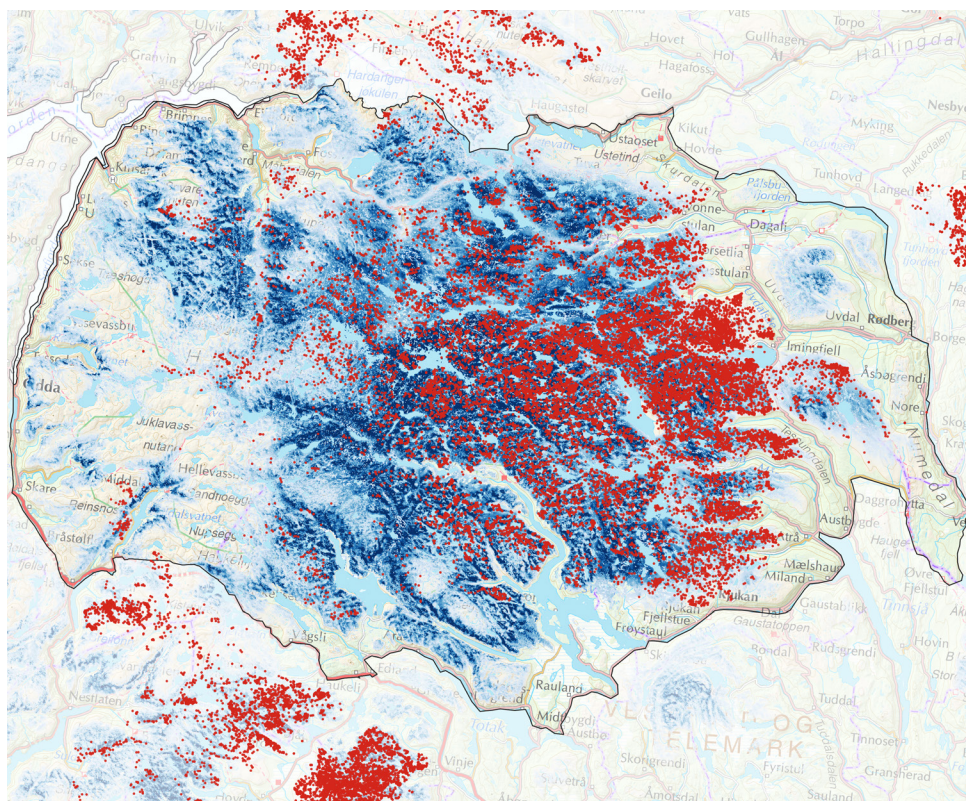
**Figur 4.14.** Parameter-estimat for variablene i beste habitatseleksjonsmodell for villrein under vintersesongen (1. februar – 15. mars) i 8 villreinområder i Norge, samt det relative bidraget fra hver enkelt variabel til å forklare modellen. Hvit sektor viser samlet bidrag fra menneskelige aktiviteter til å forklare valg av habitat under sommersesongen (Panzacchi m.fl. 2021).

Alle de beste modellene for foretrukne habitat under vintersesongen inneholder en lang rekke forklaringsvariabler som inkluderer både naturgitte miljøforhold og menneskeskapt infrastruktur og aktivitet. Et mønster er at menneskelig infrastruktur og aktivitet alle hadde negativ påvirkning på hvilke habitat som ble foretrukket av villreinen på Hardangervidda (**Figur 4.14**). Av menneskelige enkeltfaktorer som påvirket modellen var bebodde hus den viktigste, fulgt av private hytter (hyttefelt), veier (høyt og lavt trafikkvolum), jernbane, skiløyper og turisthytter. Sammenlignet med modellene for kalvings- og sommersesongen hadde menneskelig infrastruktur og aktivitet betydelig mindre påvirkning på modellen, og samlet sett ble ca.  $\frac{1}{3}$  av modellen ble forklart av menneskelig aktivitet (**Figur 4.14**). Ikke uventet hadde 'dager med snø', men også forekomst av skog, stor påvirkning på modellen.

En kartframstilling av modellprediksjonene viser at store deler av vidda inneholder foretrukket vinterhabitat, med unntak av noen vestlige områder (**Figur 4.15**). GPS-data viser også en betydelig mer spredt og østlig fordeling av reell arealbruk vinterstid (**Figur 4.16**). Modellvalideringene gav svært gode treffprosjenter på rundt 98 %.



**Figur 4.15.** Modellprediksjon over foretrukne habitat hos villrein på Hardangervidda under vinterseksjonen (1. februar – 15. mars). Inneholder kun romlig visualisering av modellen (Panzacchi m.fl. 2021).



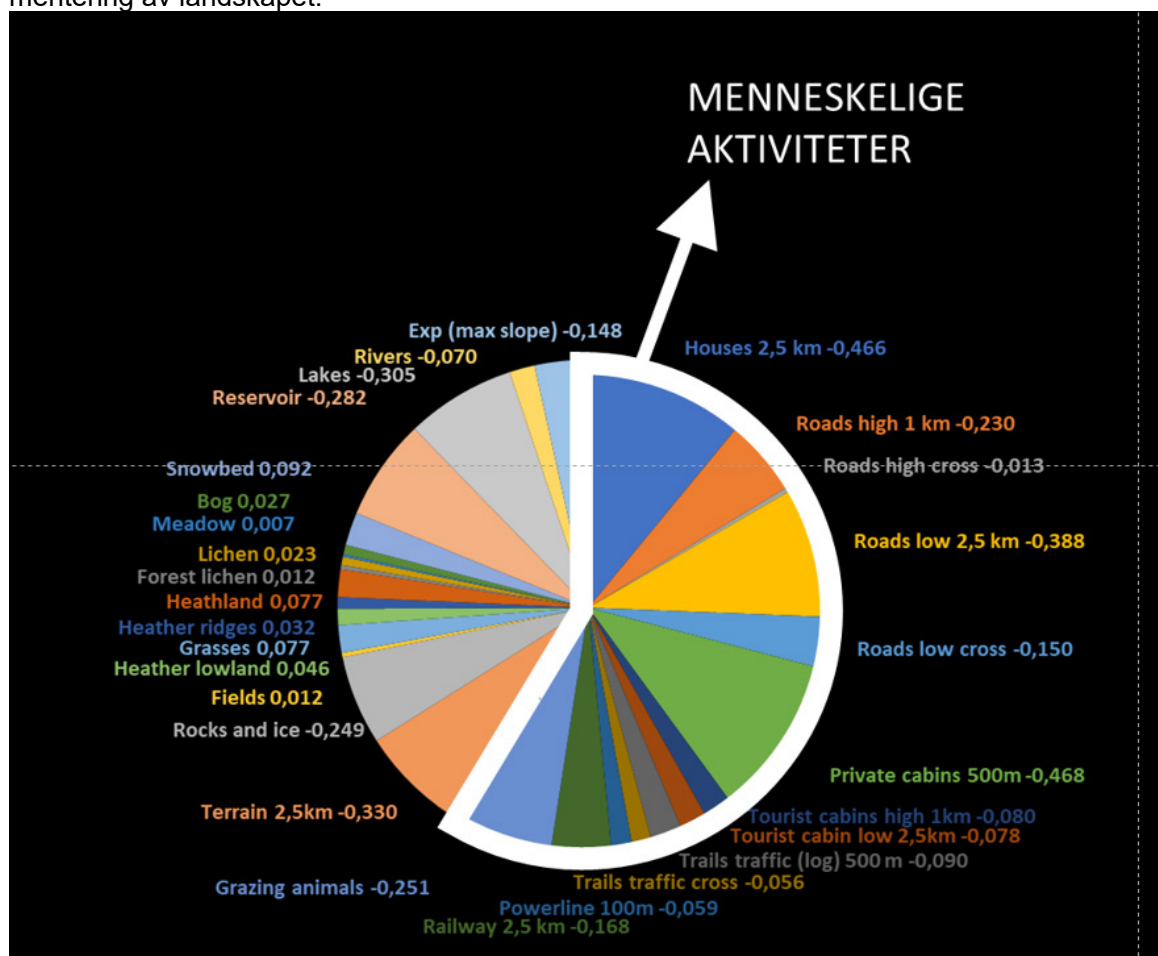
**Figur 4.16.** Modellprediksjon over foretrukne habitat hos villrein på Hardangervidda under vinterseksjonen (1. februar – 15. mars). Inneholder romlig visualisering av modellen og også faktisk områdebruk hos GPS-merkete villrein for samme sesong.

## 4.5 Motstandskart

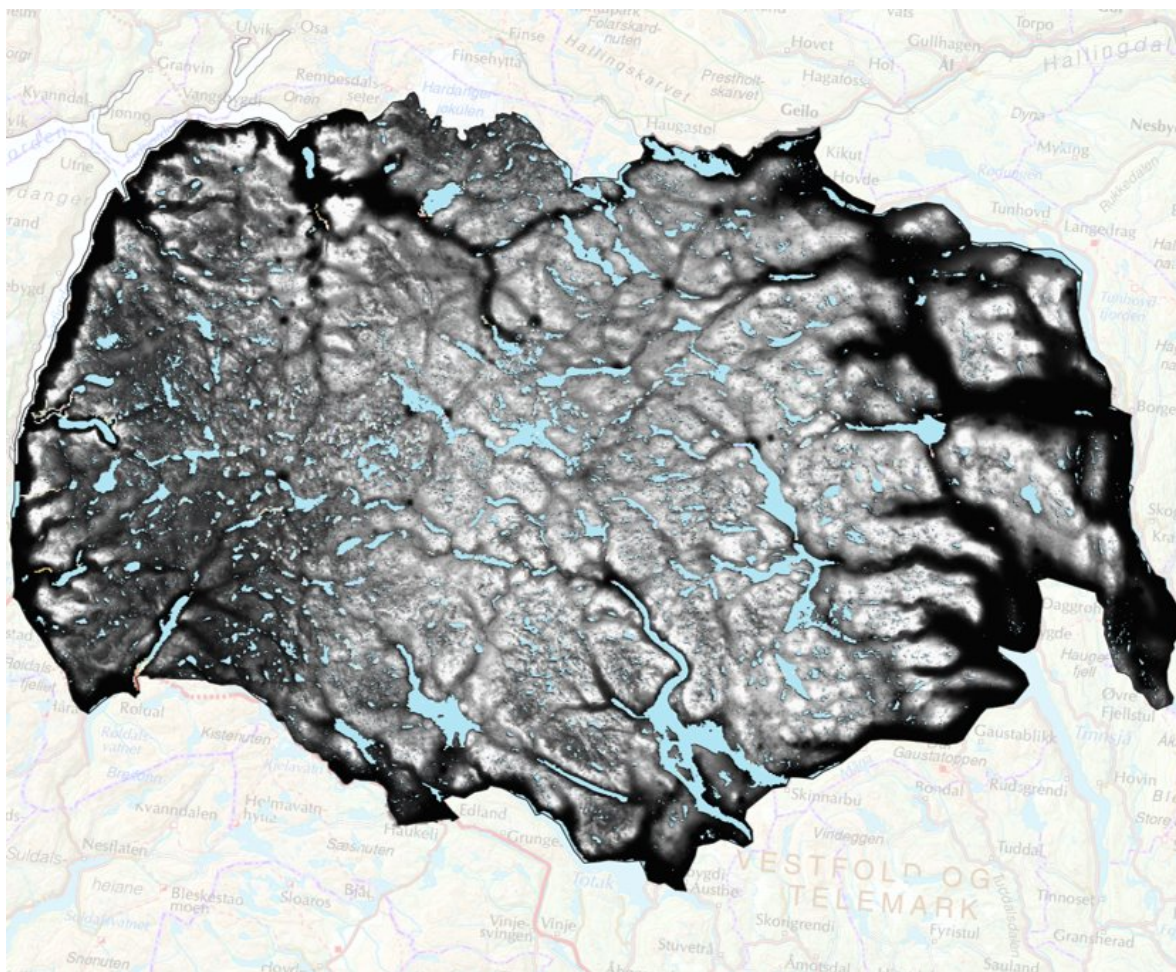
### Sommersesong

Det er brukt litt forskjellige begrep for denne motstandskart-modellen i rapporten, slik som landskapets permeabilitet og fragmentering. Alle de beste modellene for motstand mot vandring under sommersesongen inneholder en lang rekke forklaringsvariabler som inkluderer både naturlige miljøforhold og menneskeskapt infrastruktur og aktivitet. Et samlet mønster er at menneskelig infrastruktur og aktivitet alle hadde negativ påvirkning på vandringer hos villreinen på Hardangervidda (**Figur 4.17**). Av menneskelige enkeltfaktorer som påvirket modellen var bebodde hus og private hytter (hyttefelt) de viktigste, fulgt av veier (høyt og lavt trafikkvolum), jernbane, beitedyr, turisthytter og stier. Over ½ av modellen ble forklart av menneskelig infrastruktur og aktivitet, noe som indikerer at menneskelig aktivitet har stor negativ påvirkning på reinen sin vandringssevne under sommerperioden (**Figur 4.17**). Av naturlige faktorer hadde vann og vassdrag – hovedsakelig i form av innsjøer og kraftverksdammer – en betydelig påvirkning på modellen. Ikke uventet spilte også topografi en rolle for motstanden i landskapet.

En kartframstilling av modellprediksjonene viser at mye av landskapet som er vanskeligst for villreinen å traversere ligger i randsonen av vidda (**Figur 4.18**). Men til tross for gode naturlige forhold med relativt få større sammenhengende vandringshindre, og i tillegg lite større infrastruktur sentralt på vidda, kan det tyde på at det finnes betydelige «flaskehals» i landskapet. Mange av disse har vært viktige naturlige trekkveier, der menneskelig aktivitet nå bidrar til fragmentering av landskapet.



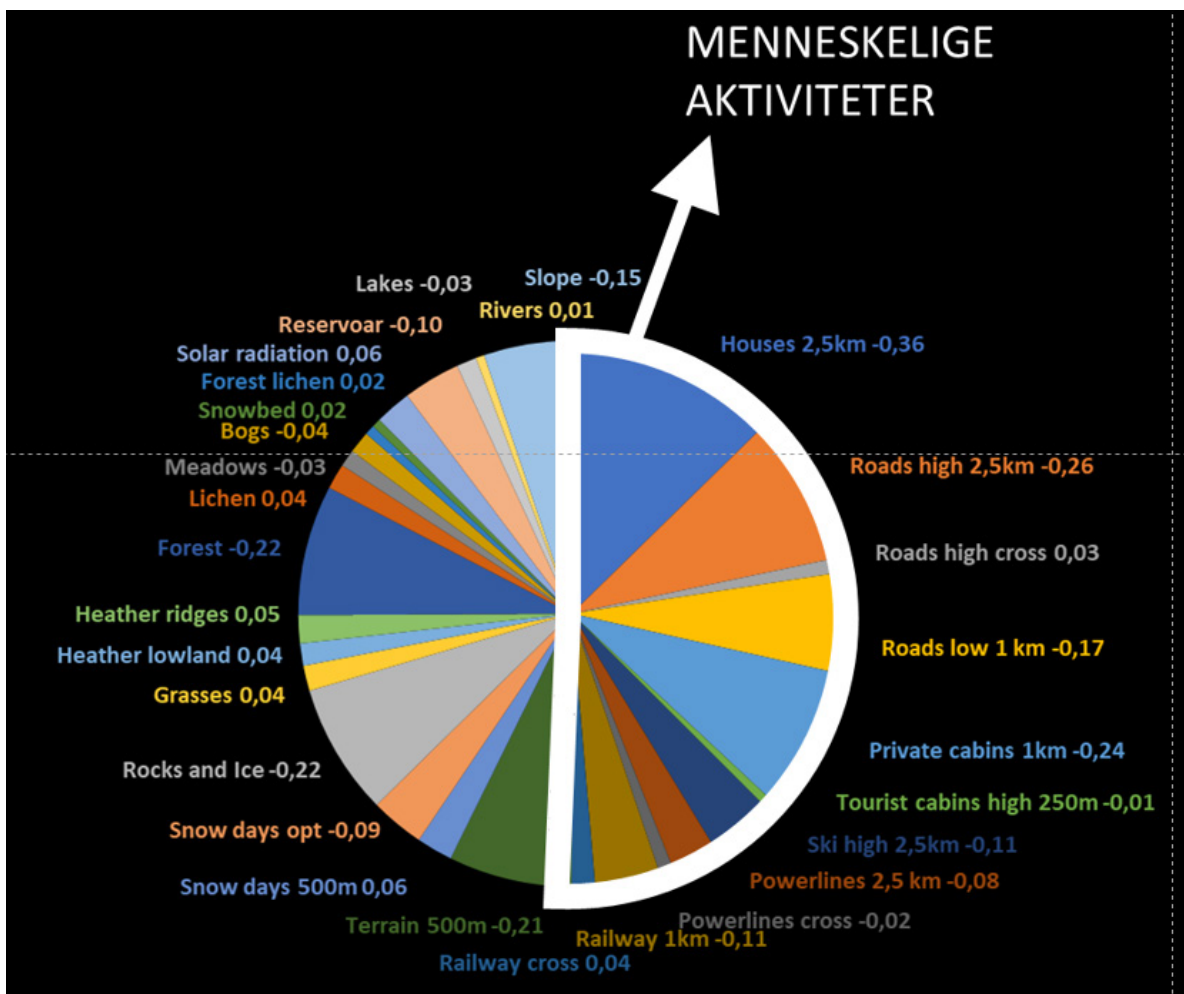
**Figur 4.17.** Parameterestimat og forklaringsverdi for variablene i beste modell over motstand og fragmentering av landskapet hos villrein under sommersesongen (1. juli – 15. august) på Hardangervidda (Panzacchi m.fl. 2021).



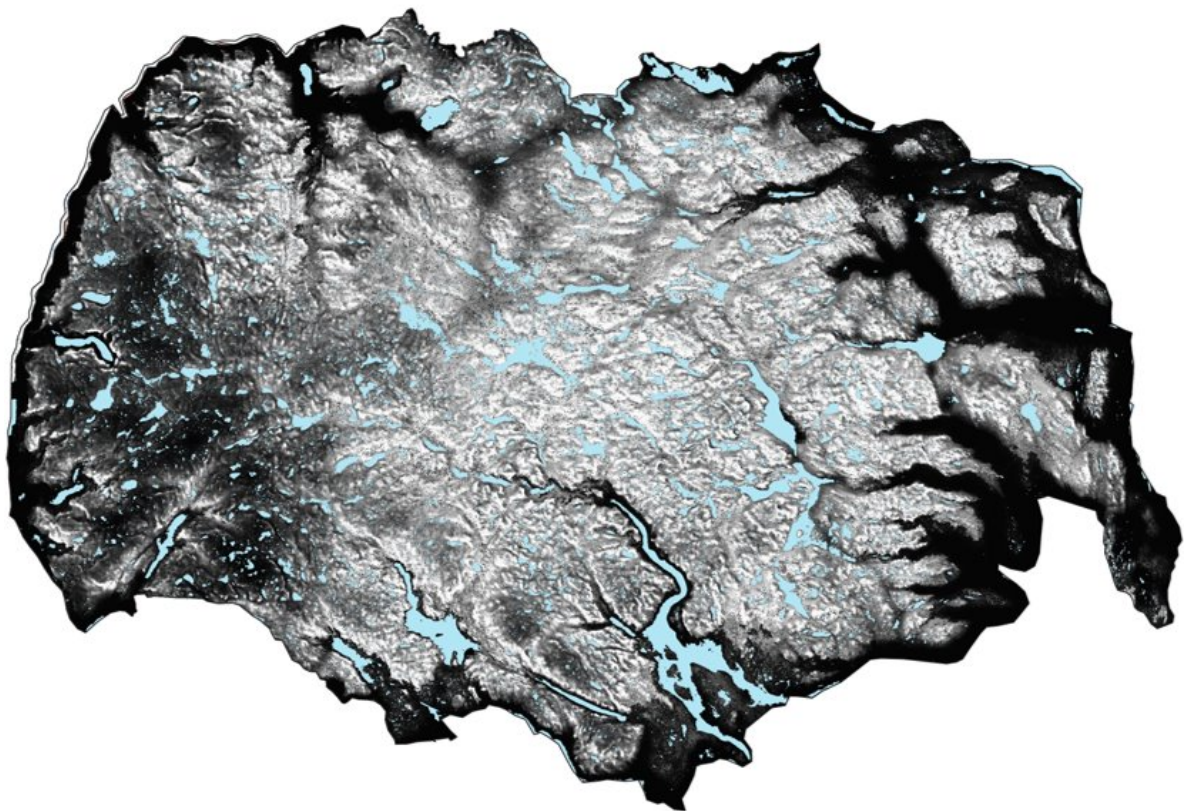
**Figur 4.18.** Kartframstilling av modellprediksjonene over motstand og fragmentering av landskapet hos villreinen på Hardangervidda under sommersesongen (1. juli – 15. august) (Panzacchi m.fl. 2021).

#### Vintersesong

Også alle de beste modellene for motstand mot vandring på Hardangervidda under vinterseongen inneholder en lang rekke forklaringsvariabler som inkluderer både naturgitte miljøforhold og menneskeskapt infrastruktur og aktivitet. Et samlet mønster er at menneskelig infrastruktur og aktivitet hadde negativ påvirkning på vandringer hos villreinen på Hardangervidda (**Figur 4.19**). Av menneskelige enkeltfaktorer som påvirket modellen var høytrafikkerte skiløyper den viktigste, fulgt av bebodde hus, veier (høyt og lavt trafikkvolum), private hytter (hyttefelt) og jernbane. Ca.  $\frac{1}{3}$  av modellen ble forklart av menneskelig infrastruktur og aktivitet, noe som indikerer at menneskelig aktivitet har påvirkning på reinen sin vandringsevne under vinterperioden (**Figur 4.19**). Av naturlige faktorer hadde innsjøer en betydelig påvirkning på modellen, og i tillegg hadde vegetasjonsklasser som skog og stein/bart fjell begge negativ påvirkning på landskapets fragmentering.



**Figur 4.19.** Parameterestimater og forklaringsverdi for variablene i beste modell over motstand og fragmentering av landskapet hos villrein under vintersesongen (1. februar – 15. mars) (Panzacchi m.fl. 2021).



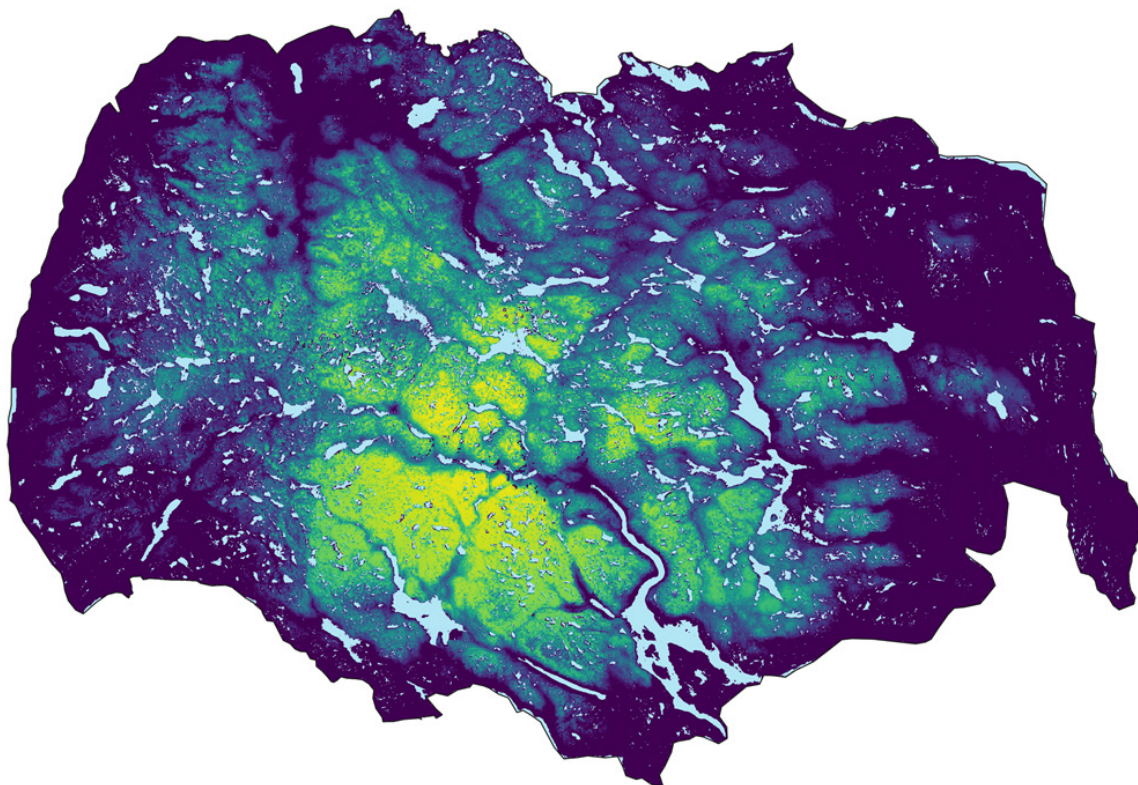
**Figur 4.20.** Kartframstilling av modellprediksjonene over motstand og fragmentering av landskapet hos villrein på Hardangervidda under vintersesongen (1. februar – 15. mars) (Panzacchi m.fl. 2021).

En kartframstilling av modellprediksjonene viser at mye av landskapet som det er vanskeligst for villreinen å traversere ligger i randsonen av vidda (**Figur 4.20**). Men det finnes i tillegg viktige vandringshindre i landskapet, og noen av disse er langstrakte og følger strukturer i landskapet (daler, lisider, forkastninger).

## 4.6 Landskapets funksjonalitet og trekkveier

Ved å kombinere modeller over foretrukne habitat og vandringsmotstand i landskapet, ble modeller av landskapets funksjonalitet utviklet. Siden de underliggende modellene for sommersesongen var tydelig negativt påvirket av menneskelig infrastruktur og aktivitet, vil dette være tilsvarende for de avledete delproduktene. Disse analysene beskriver resultater fra arealet som vist for Hardangervidda (**Figur 4.21**), akkurat som om det hadde vært satt opp et gjerde rundt arealet. Hvis man hadde inkludert arealer i nord mot Nordfjella eller arealer i sør mot Setesdal hadde man identifisert mer funksjonelt habitat i randsonene som nå fremstår som svært dårlig habitat. På samme måte ville man ha identifisert forflytningsruter som går ut av Hardangerviddaområdet mot Nordfjella i nord og Setesdal i sør hvis man hadde inkludert større arealer enn det som er vist på kartet (**Figur 4.22**).

En kartframstilling av modellprediksjonene over leveområdets funksjonalitet viser at en mindre del av vidda er definert som av høy verdi (**Figur 4.21**) sammenlignet med kart over foretrukne habitater for samme sesong (**Figur 4.12**). Dette stemmer overens med forventningene, da noen områder med velegnet habitat blir rangert lavere på funksjonalitet dersom det er redusert framkommelighet (stor motstand mot vandringer) til andre områder med fortrukket habitat. For Hardangervidda gjelder dette en del områder i ransonen, men også større områder i vest og nord som blir noe avskåret fra de sentrale og sørlige deler av vidda. Dermed kan landskapets funksjonalitet tilføre nye dimensjoner og forklare noe av diskrepansen (avviket) mellom prediktert og reell habitatbruk man finner for en mer tradisjonell analyse over foretrukne habitater sommerstid på Hardangervidda (**Figur 4.12**).

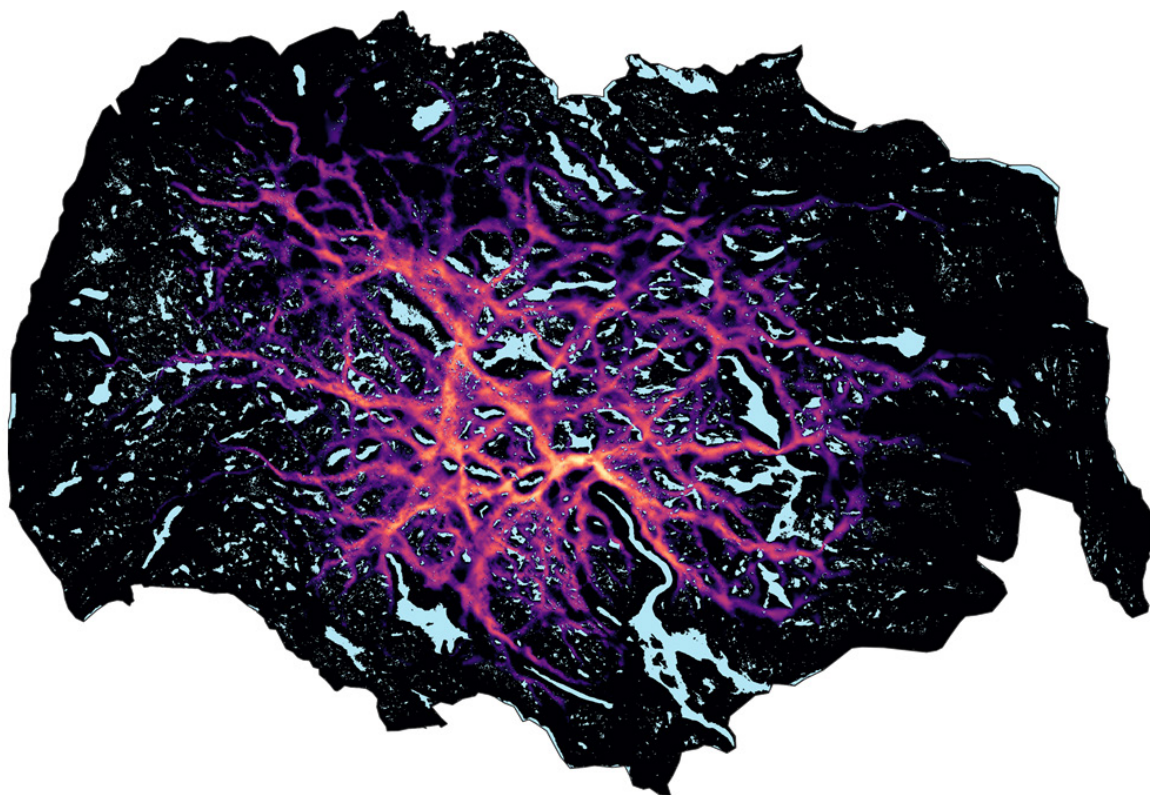


**Figur 4.21.** Modellprediksjon over leveområdets funksjonalitet hos villrein på Hardangervidda under sommersesongen (1. juli – 15. august). Sterkt gule deler har en høy verdi for funksjonalitet, mens mørk blå har lav verdi (Panzacchi m.fl. 2021).

En kartframstilling av modellprediksjonene over forflytningsruter visualiserer med stor tydelighet de viktigste mulige vandringsveiene sommerstid på Hardangervidda (**Figur 4.22**). Vi minner om



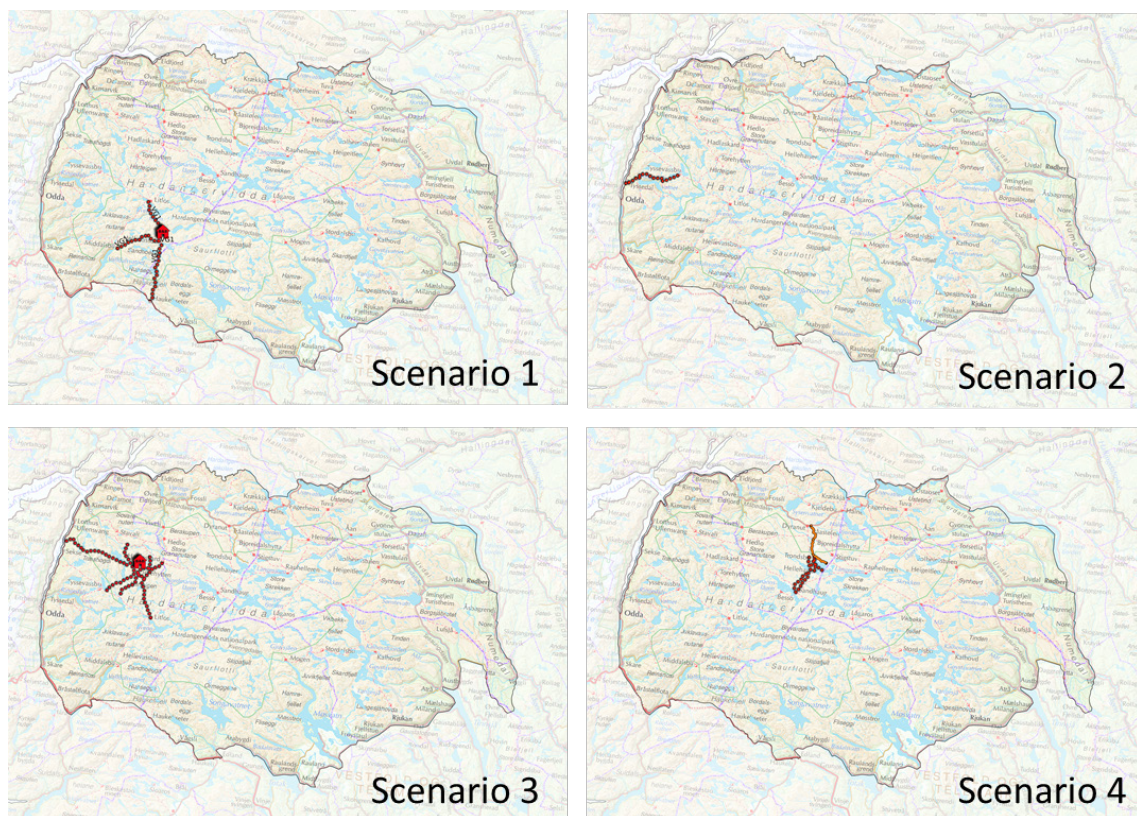
at punkter/celler med høy verdi som forflytningsrute ikke nødvendigvis trenger være et foretrukket habitat, men at det har stor verdi for å knytte sammen slike deler. Det fremgår tydelig at visse korridorer spiller en svært sentral rolle for å muliggjøre vandringer på Hardangervidda. Vi ser at mange av de viktigste trekk-korridorene springer ut fra kjerneområdet i sør og videre nord-vestover og nord-østover. Viktige trekk-korridorer østover vises tydelig i området nord for Mogen/Måsvatn sør for Gjuvsjøen, et område nord for Mår. Legg også merke til det marginale trekk-området ved Stegaros mellom Mår og Kalhovdfjorden, og som teoretisk er et godt egnet trekk-området men som i praksis ikke har vært i bruk av GPS merka dyr på grunn av stor ferdsel og bruk i lokaliteten. Trekk-korridoren mellom Gøystavatnet og Langesjø er også i praksis marginal. Mot nord og vest er det spesielt områdene nord for Kvanna/Kvennsjøen/Litlos og nord for Nordmannslågen. Her ser vi også en teoretisk viktig trekk-korridor ved Bremafoten i området mellom Nordmannslågen og Bjornesfjorden som ikke er i bruk av villreinen. Forbindelsen her utgjøres av en bro og er i praksis en fullstendig barriere for villreinen. Trekket må gå rundt Bjornesfjorden i øst og nord. Dette kartet blir et naturlige startpunkt om man ønsker å motvirke oppstykkning og sikre funksjonelle leveområder av villreins leveområder for fremtiden.



**Figur 4.22.** Modellprediksjon over forflytningsruter hos villrein på Hardangervidda under sommerseongen (1. juli – 15. august). Lyst gule og oransje deler har en høy verdi for forflytning mellom foretrukne habitater, mens mørk lilla til svart har lav verdi (Panzacchi m.fl. 2021).

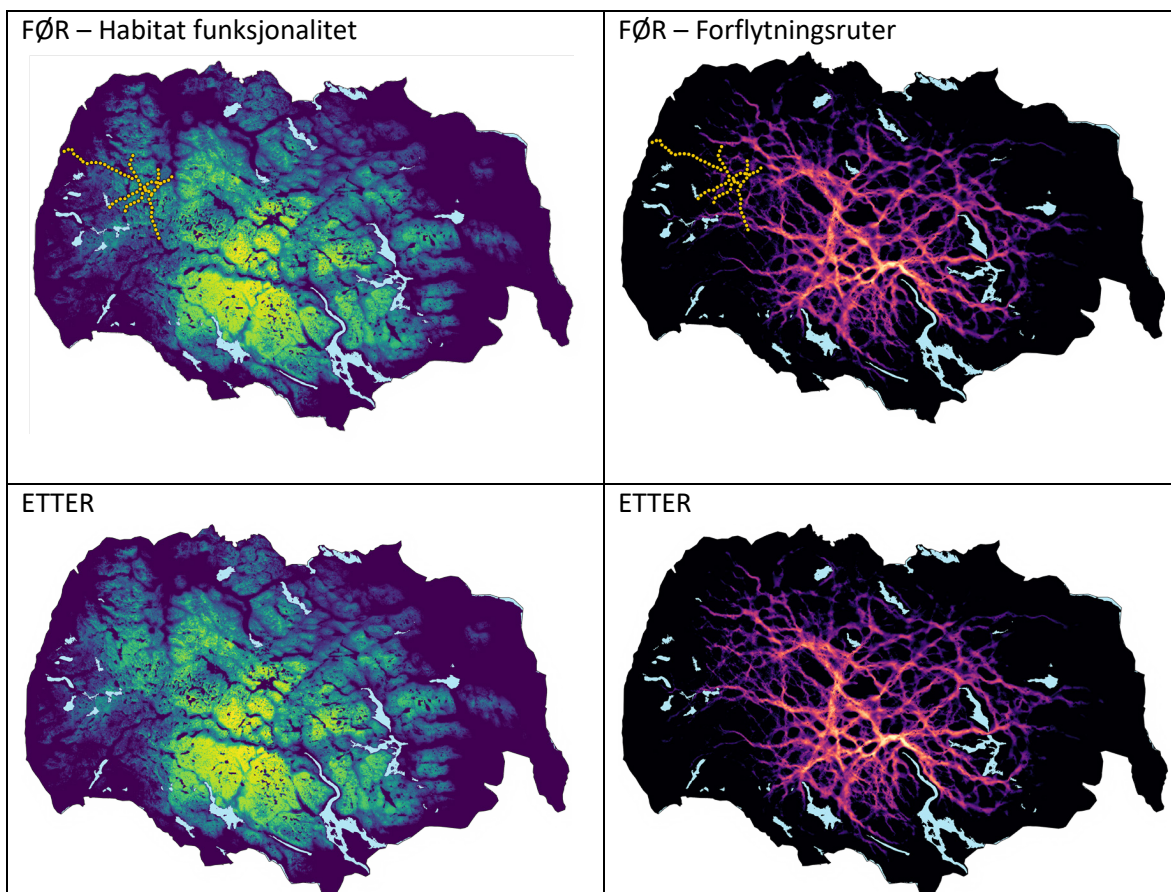
## 4.7 Scenarier - fjerning av infrastruktur

Det er gjennomført scenario-analyser på fire ulike scenarier for manipulasjon med infrastruktur (**Figur 4.23**). Dette er områder som er valgt på bakgrunn av involvering av aktører og prosesser for implementering av forvaltningstiltak i forhold til villreins habitatkvalitet og trekk (permeabilitet). Scenario 1 er fjerning av Hellevassbu med tilhørende infrastruktur av merka stier mot Litlos, Haukeliseter og Middalen, for å bedre trekkmulighetene for villrein videre vestover. Scenario 2 er fjerning av stien til Trolltunga, for å teste hvilken betydning denne har for villreinen. Scenario 3 er fjerning av Torehytten med tilhørende infrastruktur av merka stier, for å bedre trekkvegene videre vestover for villreinen. Scenario 4 er fjerning av vegen inn til Tinnhølen, for å bedre habitatkvalitet og trekkveger nord på Hardangervidda mot Rv7.



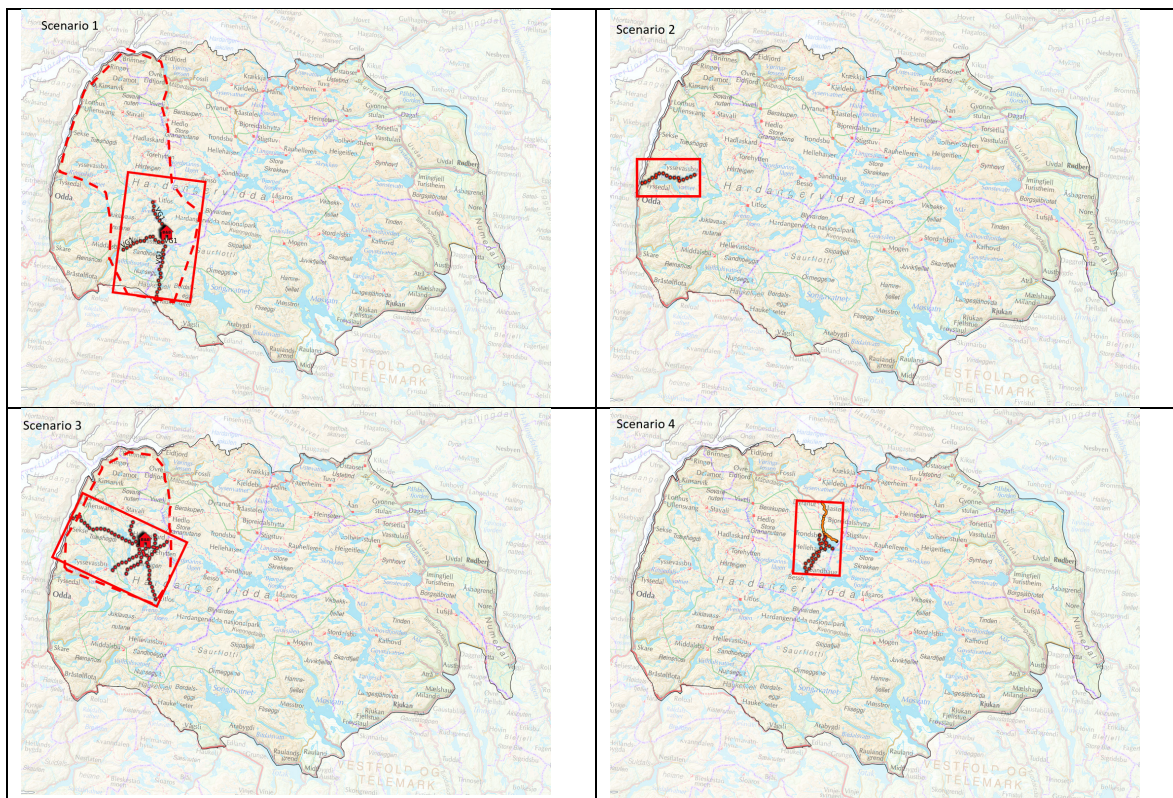
**Figur 4.23.** Viser manipulert infrastruktur (før-etter) for 4 scenario-analyser.

Metoden for analysen er gitt i metodekapitlet, men vi gjengir her kort hvordan dette forgår i prinsippet (**Figur 4.24**). Habitatkvalitet og permeabilitet (trekk, motstand) er beregnet før og etter en digital manipulasjon av infrastruktur, enten det er å legge til ny infrastruktur (f. eks. en veg) eller å fjerne infrastruktur. I våre scenarier ønsket vi å analysere effekten av å fjerne infrastruktur.



**Figur 4.24.** Viser scenario analysene som er gjennomført der habitatfunksjonalitet og forflytningsruter er analysert før og etter den digitale fjerningen av infrastruktur i scenario 3. Forskjellen blir da et uttrykk for positive eller negative effekter for villreinen på begge disse dimensjonene. Det viser at hvis en kunne fjerne stiene og Torehytten som vist i figuren, vil både habitatfunksjonalitet og forflytningsruter forventes å øke med ca. + 2 % for hele Hardangervidda, og + 15 % i det avgrensede delområdet (se **Tabell 4.1**).

De fire scenariene som er analysert med denne metodikken (**Figur 4.24**), har foregått på 2 skalanivåer, hele Hardangervidda villreinområde sør for Rv7 og i lokal skala. Når det gjelder lokal skala vil influensområde variere i forhold til hva som er relevant funksjonsområde (se **Figur 4.25**).



**Figur 4.25.** viser avgrensningen av de ulike scenarionalysene. Hele Hardangervidda villreinområde sør for Rv7 er ytre grense. Rød heltrukket linje er permeabilitet og stiplet rød linje er habitatkvalitet. For Scenario 2 og 4 (til høyre) er samme areal for både permeabilitet og habitatkvalitet analysert.



Foto: Olav Strand

Scenario 2, Trolltunga, gir et lite positivt bidrag til habitatkvalitet og permeabilitet for hele Hardangervidda (**Tabell 4.1**). Det er marginal habitatkvalitet der og også et lite viktig område for trekk. Selv om effekten øker i den lokale analysen, er området i utgangspunktet marginalt. For scenario 1, 3 og 4 er det positive bidraget mellom 1.05 % og 2.09 % forbedret habitat, og mellom 1.26 % og 1.99 % for permeabilitet. Dette vurderes å være høye verdier, spesielt for scenario 1 og 3 som representerer «lett» infrastruktur sammenlignet med det som finnes i randsonen rundt Hardangervidda. Stisystemet i forbindelse med Torehytten gir sterkest positivt bidrag både regionalt og lokalt. Når det gjelder veien inn til Tinnhølen gir fjerning av denne relativt beskjedne bidrag til forbedret habitatkvalitet og permeabilitet, både regionalt og lokalt. Dette skyldes at det er mye annen infrastruktur i området (vannkraft, hytter, turisthytter og kraftledninger) som gir dårlig habitatkvalitet, selv etter at veien er fjernet. Samtidig viser dette noe av svakheten med helhetlige arealanalyser, da ferdselen på vegen ikke er spesifisert i analysen. Data som viser den intensive bruken av vegen inn til Tinnhølen inngår med andre ord ikke inn i analysen (fordi det er mange andre veger vi mangler samme type data på). Det er grunn til å anta at en fjerning eller stenging av vegen vil fjerne 80-90 % av ferdselen inn vegen, og det vil være merkelig hvis dette ikke skal kunne ha en positiv effekt på villreinen, til tross for at det finnes annen infrastruktur i området. Tinnhølvegen «dytter» folk langt inn i fjellet, slik at mange kan starte turene enda nærmere sårbart villreinhabitat og -trekkveger, og utgjør således en stor forstyrrelses-effekt på villreinen på Hardangervidda. Eksemplet med Tinnhølvegen viser kompleksiteten av samlet belastning i randsonen, der det er mange typer av infrastruktur som til sammen gir dårlig habitatkvalitet og permeabilitet for villreinen. Villreinen viser arealunnvikelse og arealene går ut av bruk.

**Tabell 4.1.** Resultater fra scenario-analysene på Hardangervidda.

Scenario	Hele Hardangervidda		Delområde	
	Habitat Funksjonalitet (%)	permeabilitet (%)	Habitat Funksjonalitet (%)	permeabilitet (%)
1	1.54	1.46	5.97	9.72
2	0.19	0.19	17.26	15.99
3	2.09	1.99	15.40	14.72
4	1.05	1.26	10.53	9.63



Foto: Olav Strand

## 5 Diskusjoner på tvers: Ferdsel og villrein

### 5.1 Utbygging av infrastruktur og effekter på villreinen

Resultatene viser at ferdsel og infrastruktur på Hardangervidda påvirker villreinens bruk av viktige funksjonsområder og trekk mellom viktige funksjonsområder, både sommer, vinter og i kalvingsperioden. Effekter av forstyrrelser og tekniske inngrep gir seg både utslag i arealunnvikelse og barrierer som hindrer funksjonell utnyttelse av ressursene på Hardangervidda. Det er mange årsaker til den observerte arealunnvikelsen, og vi har sett at utbygginger av tyngre infrastruktur som hovedveger, mindre veger, vannmagasin, kraftledning, turisthytter med tilhørende infrastruktur, og private hytter har stor konsentrasjon i randsonene til leveområdet. Dette medfører ikke bare fysisk nedbygging og blokkering av reinsdyrs vandringsmuligheter (f.eks. kraftmagasin, gjerder, veger), men har også medført en ferdsel som har økt i omfang og som trenger dypere inn i leveområdet. Med trender i samfunnet der fjellet er en etterspurt vare i befolkningen (økt aktivitet, nye aktiviteter, nye former for bruk, helårsbruk osv.) og med fokus på at fjellet skal bidra til lokal næringsutvikling og verdiskaping (Selvaag m.fl. 2020), vil presset på villreinens arealer på Hardangervidda snarere øke enn avta i fremtiden. Denne rapporten handler om hvordan forvaltningen av villreinstammen på Hardangervidda kan møte disse store utfordringene.

Ferdsel som påvirkningsfaktor på villrein og effektene av dette henger nært sammen med effekter av tekniske inngrep og infrastruktur, fordi ferdselsintensitet korrelerer sterkt med mengde infrastruktur/tekniske inngrep. Det er med andre ord en opplagt og sterk sammenheng med mengde infrastruktur i randsonen og den menneskelige aktiviteten knyttet til denne infrastrukturen (unntak er øde kraftledninger, gjerder, landbruk osv.). Men i de senere år har forskningen blitt mer og mer klar over at det er den menneskelige bruken av infrastrukturen som forstyrrer villreinen, mer enn selve det tekniske inngrepet. Dette ser vi i analysene ved at for eksempel kraftledninger gir begrensete negative bidrag i habitatseleksjonsmodellene, så lenge det ikke er annen infrastruktur som veger i nærheten. Ofte er det likevel slik, at mange typer infrastruktur er konsentrert til visse områder, og det er for eksempel ofte nødvendig å lage en veg for å montere og vedlikeholde kraftledningen. Derfor har forstyrrelsesstudier, historisk sett, ofte betrakta den menneskelige aktiviteten som en konstant størrelse, og en har i liten grad hatt muligheter til å nansere ferdselsintensiteten i tid og rom eller mellom ulike brukergrupper. I de seinere årene har man derimot fått økt forståelse for at sammenhengen mellom påvirkning (infrastruktur, menneskelig aktivitet) og effekter på villreinen er sammensatt og kompleks. I tillegg har tilgangen til ny teknologi, analytiske verktøy og digitale kart- og miljødata revolusjonert mulighetene til å studere disse sammenhengene i stor-skala leveområder som er relevant for villreinen.

Vi har vist at villreinen på Hardangervidda er spesielt sterkt begrenset sommerstid, og i høysesongen for ferdsel. Lokalt er det dokumentert fra mange villreinområder at arealbruken variere mye mellom år avhengig av bl.a. forstyrrelser fra insekter, naturlige variasjoner i vær- og vindforhold, tilgang til beite og bestandstetthet, men variasjon i arealbruk i høysesongen har vært svært begrenset på Hardangervidda siden 2001. Derfor er det viktig at man ser hele Hardangervidda under ett, og ikke blir for lokal i sine tolkninger av data. Dette bidrar til at arealbruken er dynamisk og således vanskelig å studere dersom den geografiske skalaen er for liten eller at det tidsmessige vinduet er for kort. Historisk sett har mange studier hatt et for kort tidsrom eller for liten skala til å studere effekter av menneskelig forstyrrelse på reinen (Flydal m.fl. 2019). På slutten av 1980-tallet, da man ble mer klar over dette, endret derfor fokuset seg ved at man startet å inkludere større områder når man studerte effekten av menneskelig aktivitet (Vistnes & Nellemann 2008). De siste 10-15 årene har en i de aller fleste undersøkelser inkludert store geografiske områder (minst 10-15 km unna det aktuelle inngrepet) i slike effektstudier (Panzacchi m.fl. 2013a, b; 2015; 2016). I løpet av de siste to tiårene har en også fått tilgang til større datakraft, og store romlige datasett (digitale kart og miljødata fra satellittbilder) har sammen med GPS-teknologi bidratt til at en kan undersøke og modellere dyrs arealbruk på en helt annen måte enn tidligere (Skarin m.fl. 2008, Falldorf 2013, Panzacchi m.fl. 2013a, Panzacchi m.fl. 2013b, Colman m.fl. 2015, Skarin m.fl. 2015, Eftestøl m.fl. 2016, Panzacchi m.fl. 2016). Dette har

medført både større helhetlig forståelse av villreinens leveområder, samtidig som man kan belyse effektene av enkeltstående inngrep og mekanismer som ligger bak mer detaljert. Det er resultatene fra slike arealdekkende modeller som her er vist for Hardangervidda, og som gir mulighet til å se hele området under ett og i sammenheng.

For å kunne observere unnvikelseeffekter må det finnes alternative habitater (Gill m.fl. 1996, Gill & Sutherland 2000). Gitt at reinsdyr unngår mennesker, følger det naturlig at tettheten og beitetrykket vil øke i områder med lavere menneskelig aktivitet. Slike effekter er blant annet dokumentert i undersøkelser fra Yellowstone hvor en har vist at wapitihjort unngår områder med høy ulvetetthet og at den påfølgende endringen i beitetrykk er målbar på hjortens viktigste vinterbeiteplanter (Hebblewhite m.fl. 2005). Varigheten og størrelsen på slike effekter er imidlertid omdiskutert. Liknende effekter er vist i de norske villreinområdene Nordfjella (Nellemann m.fl. 2001) og på Hardangervidda (Falldorf 2013). Begge steder fant en at tettheten av reinsdyr var større i områder med mindre infrastruktur og menneskelig aktivitet og at beiteslitasjen var målbart større i villreinens kjerneområder, hvor tettheten av reinsdyr var størst og den menneskelige aktiviteten minst. Et problem med slike studier er at andre naturgitte variabler, som for eksempel høyde over havet, samvarierer med forekomst av inngrep og gjør det vanskelig å isolere effekter av inngrep (Dahle m.fl. 2008). Det er først med de heldekkende analysene i Onelmpact som er brukt i denne rapporten, at man har mulighet til å se alle disse variablene i sammenheng, og resultatene viser en sterk negativ effekt av infrastruktur både sommer, vinter og i kalvingstiden. Resultatet støttes av tidligere undersøkelser, men Onelmpact håndterer usikkerhet på en bedre måte enn tidligere studier, ved at man også har mulighet til å sammenligne situasjonen på Hardangervidda med andre villreinområder med de samme type dataene og analysene.



Foto: Olav Strand

Vi kan konkludere med at det er den tunge infrastrukturen og de store nasjonale inngrepene som har medført arealunnvikelse og fragmentering av områdene på Hardangervidda, og dette er noe som hovedsakelig skjer i randsonene. Selv om det er det største villreinområdet i Norge, og innehar fortsatt sesongmessige trekk mellom viktige funksjonsområder, er denne situasjonen ytterligere truet av dagens situasjon og det kan også forventes økt press og ytterligere forverring i fremtiden. Dataene har vist at det som skjer utenfor verneområdet utgjør det største presset inn i villreinområdene, da dette har gitt økt mengde folk og økt etterspørsel etter fjellet, og lettere tilgang til fjellet via innfallsporner og ulike typer infrastruktur for friluftsliv og turisme. Det som skjer utenfor leveområdet til villreinen påvirker ufravikelig det som skjer inne i leveområdet. Vi igjenkjenner dette i analysene både som habitatforringelse og sterke arealunnvikelser for «tung» infrastruktur i randsonene og ved at «myk» infrastruktur som stier og løyper har skapt barrierer i kjerneområdene til villreinen.

Vi konkluderer med en tredelt sonemodell som viser ulike effekter av utbygging av infrastruktur og bruk på villreinen (Gundersen m.fl. 2020):

**Dagstursonen** har stor tetthet av «tung» infrastruktur og stor ferdsel av folk på kort spasertur eller dagstur. Til sammen gir dette store arealer med sterkt redusert habitatkvalitet og permeabilitet i randsonen, som har medført fullstendig arealunnvikelse og opphør av trekk flere steder.

Sonen **langtur på merka stier** omfatter det tette stinettet av merka stier sentralt på Hardangervidda. Her er det folk på langtur, og med hovedvekt av tilreisende som stort sett følger merka stier. På enkelte merka stier med stor ferdsel medfører dette barrierevirkninger for villreinen, og viktige funksjonsområder med påviselig god habitatkvalitet og permeabilitet er avstengt.

Sonen **langtur utenfor merka stier** omfatter de arealene som ligger mellom sonen for «langtur på merka stier» og dagstursonen, og har en spredt og mer tilfeldig ferdsel. Ferdselen i disse områdene er særlig knyttet til lokal bruk eller spesielle aktiviteter som fiske, jakt, padling, telting osv. Her medfører den spredte bruken hovedsakelig lokale responser hos villreinen i møte mellom folk og rein. Det er mangelfull kunnskap om effekter av de lokale responsene hos villrein, altså om forstyrrelsene er på et nivå som forstyrrer villreinen så mye at det påvirker beitetid, energiforbruk og kondisjon. På Hardangervidda utgjør denne sonen de største arealene, og undersøkelsene på ferdsel fra blant annet spørreundersøkelsen til lokale brukere og hyttefolk, viser at det er langt lavere bruksintensitet i denne sonen enn de to andre sonene som er beskrevet.

Det er en sterk sammenheng mellom forekomst av infrastruktur og mengde folk, og dette kan forvaltningen dra nytte av hvis infrastrukturen er på riktig sted, til riktig tid og på riktig måte. Derfor er det ikke en automatisk sammenheng mellom økt bruk og økt forstyrrelse villreinen, hvis forvaltningen er i stand til å styre ferdselen til de områder som har lav sårbarhet for villreinen. Hovedprinsippet er å restaurere landskapet ved å fjerne infrastruktur i kjerneområdene for villreinen, og bygge opp attraksjoner og infrastruktur i mindre sårbare områder.

## 5.2 Ferdsel på stier og effekter på villreinen

Resultatene fra analysene på sti- og løypekryssinger på Hardangervidda er unike, da det er svært få forskningsarbeider som har klart å påvise slike dose-respons sammenhenger i forhold til menneskelig forstyrrelse. I tidligere studier har type infrastruktur blitt brukt som en «indeks» på graden av menneskelig forstyrrelse, for eksempel at en hovedvei har mer ferdsel enn en grusveg. Dataene våre viser at det skjer noe med villreinen mulighet til å krysse stier når ferdselen på stien overgår 25-35 personer per dag, og at det blir tilsvarende vanskelig for villreinen å forsere stien når ferdselen på stien øker utover dette nivået. Dette er resultater som forvaltningen kan bruke som «tommelfingerregel» for akseptabelt nivå for ferdsel i sårbare områder, for eksempel viktige arealer for trekk mellom viktige funksjonsområder. Vi diskuterer her våre resultater i forhold til tidligere kunnskap. Nyere studier har vist at tidligere forstyrrelsesstudier hadde utfordringer med skala, fordi studieområdet ofte var for lite til å studere grad av responser på reinen (Skarin & Åhman 2014, Flydal m.fl. 2019). Våre data fra Hardangervidda viste at en relativt høy andel av stisegmentene (48 %) hadde lav bruk med inntil 10 personer / dag; en enda lavere andel (15 %) av segmentene hadde i gjennomsnitt mer enn 50 personer / dag; og den mest brukte stisegmentet til Trolltunga hadde i gjennomsnitt 1777 personer / dag i høysesongen definert som perioden fra 15. juli til 20. august (2017 og 2018). Våre GPS-data på rein og analysen av krysning av stier gitt en intensitet av folk på stiene viser at denne store romlige variasjonen i bruk på Hardangervidda vil ha forskjellig innvirkning på reinens bevegelse og habitatbruk. Vi tolker dataene våre som en indikasjon på et sterkt negativt forhold mellom forekomst av folk og forekomst av rein om sommeren. Vi viser dose-respons analyser som viser en reduksjon av sannsynlighet for stikryssing av rein med økende antall folk på stien vedkommende dag. Flere folk på stien vil øke sannsynligheten for direkte sammentreff mellom rein og folk, men også på reinen sanser bevegelse, lyd og lukt i området. Vi ser også klare trekk i materialet til at det er en romlig todeling mellom tetthet av folk og tetthet av rein på Hardangervidda. Reinen unngår folk, og den første atferden reinen har når antall personer øker på Hardangervidda er å trekke til områder med lite folk.



Internasjonalt er det svært få forstyrrelsesstudier på reinsdyr og Caribou som har inkludert folks tidsbruk og intensitet av bruk på infrastruktur. LeBlond m.fl. (2013) identifiserte en positiv sammenheng mellom unnvikelseseffekter av Caribou og nivået for aktivitet på veiene, og de konkluderte med at: "... unnvikelsessatferden til Caribou er relatert til forstyrrelsesintensiteten". Likeledes mener Lesmerises m.fl. (2017, 2018) det er en sammenheng mellom tiden (og energien) reinen bruker på å holde øye med skiløpere i området og til at reinen velger å trekke vekk til et alternativt område. På tidspunkt der det er mange skiløpere, skyr reinen området, men uten at Lesmerises m.fl. (2017, 2018) angir noen tall for terskelverdier for når dette skjer. Disse studiene fra Caribou og resultatene våre illustrerer at responsene fra rein på menneskelig aktivitet er komplekse, og at vår forståelse av de ulike responsene kan forbedres med mer presise data på menneskelig bruksintensitet slik som vi har vist fra Hardangervidda. Historisk har forskningen vært opptatt av å raffinere kunnskap og informasjon på naturgitte og menneskelige faktorer som er med på å forklare reinsdyrs habitatbruk og trekkruiter (Panzacchi m.fl. 2013b, Panzacchi m.fl. 2015, Flydal m.fl. 2019), og helt oppdaterte analyser er gjennomført for habitatseleksjon og permeabilitet på Hardangervidda. Å legge til detaljer om den menneskelige komponenten kan representere et viktig skritt mot en mer omfattende forståelse av terskler og toleransenivåer for dyrelivet generelt (Gutzwiller m.fl. 2013, Bateman & Fleming 2017), og ikke minst for villreinen på Hardangervidda (Gundersen m.fl. 2020). Å samle inn data på menneskelig bruk av store og spredte områder er tidkrevende, og på mange måter komplisert og utfordrende (Monz m.fl. 2010, 2013 Gundersen m.fl. 2019, 2020), men med ny teknologi (Tellere, STRAVA) er det mulig å holde GPS data på rein opp mot menneskelig bruk på Hardangervidda.

Selv om disse krysningfunnene kommer fra et omfattende empirisk datasett fra Hardangervidda, er det ikke en mekanistisk analyse av selve reinsdyrs habitatvalg. Studien vår er imidlertid det første norske studiet som beskriver det romlige og tidsmessige mønsteret for menneskelig bruk i svært stor romlig grad (> 8000 km<sup>2</sup>) med spredt menneskelig bruk, og basert på resultatene antar vi at menneskelig bruk er en viktig faktor for å forklare den arealbruken vi har sett på villrein siden 2001. Dette støttes av modellene vi har presentert for habitatkvalitet og forflytningsruiter, og også tidligere studier på habitatseleksjon (Falldorf 2013). En svakhet her er at dataene om menneskelig bruk er fra en kort periode (2016-2018) i forhold til de langsiktige data vi har på villrein. Når det gjelder krysningsanalysene er de i samtid og således representative. Når det gjelder de deskriptive kartene som viser ferdsel og villrein, er villreinplottene akkumulert siden 2001. Det vil være endringer i menneskets bruk av området i denne perioden (f.eks. Trolltunga), men basert på data fra hotell- og turistthytteopphold (Strand m.fl. 2006, Strand m.fl. 2015) og kun mindre endringer i marka stier på vidda i denne perioden (Selvaag m.fl. 2018), kan vi anta at det romlige og tidsmessige mønsteret for menneskelig bruk i perioden 2016-2019 er ganske representativt for perioden 2001-2019. Analysene våre viser noen generelle mønstre som er støttet av økologiske studier fra andre villreinområder i Norge (Kjørstad m.fl. 2017), og som genererer hypoteser som kan testes.

Forvaltning av bestander av rein er preget av en lang historie med samarbeid mellom forvaltere og forskere, og som har gitt en relativt god forståelse av populasjonsdynamikk, tetthetsavhengige prosesser, effekter av jakt, arealbruk og livshistorie (Strand m.fl. 2012). Dagens forvaltning av villreinområdene har økende oppmerksomhet mot areal, og som i større grad inkluderer den menneskelige dimensjonen. Mange av villreinområdene i Sør-Norge overlapper nasjonalparkene, og verneområdeforvaltningen står overfor viktige avveininger mellom å tillate økt turisme og det å ta vare på Europas siste gjenværende villreinbestander (Kjørstad m.fl. 2017). Til tross for dette tilsynelatende vanskelige kompromisset, har vi vist fra Hardangervidda at det kan være et stort potensial for å dele areal mellom folk og villrein gjennom tiltak som forsøker å dele arealbruken mellom folk og villrein på areal i kritiske perioder (Gundersen m.fl. 2019). Det er en stor fordel at de områdene med færrest folk innehar gode naturgitte kvaliteter for villreinen sommers tid og i kalvingstida.



Foto: Selvportrett, NINA

### 5.3 Hvordan kan forvaltningen endre turfolkets bruksmønster?

Et bredt spekter av metoder er utviklet for å håndtere den komplekse dynamikken i sosialøkologiske systemer, inkludert styringsstrategier som eksplisitt tar sikte på å øke kunnskapen, redusere usikkerheten og øke legitimiteten ved å involvere interessentene (Allan m.fl. 2011). Forvaltere og politikere blir dermed møtt med utfordringen med å balansere kompleksiteten i konkurrerende samfunnsbehov, behovet til interessentene, individuelle krav og overordna mål med forvaltningen. En slik utfordring må takles i lys av en viss grad av usikkerhet knyttet til hvert av disse lagene, og denne usikkerheten kan også ofte øke gjennom beslutningsprosessen (McFadden m.fl. 2011, Tyre & Michales 2011). Med det nylige skiftet i politikken rundt nasjonalparkene følger en økt etterspørsel etter kunnskapsdrevet forvaltning, og som også i stor grad må være steds-spesifikk (Haukland m.fl. 2010). Men offentlige tiltak for å bedre økonomien i bygdesamfunn kan ikke gå på bekostning av bevaringsverdiene i verneområdene, og enhver forretningsutvikling er regulert av de samme lovene og vedtektene som det var før initiativet om økt turisme og friluftsliv ble lansert. Det er derfor viktig at forvaltningen er tilpasningsdyktige og drives av forsvarlige analyser (Allen m.fl. 2011).

Våre funn har betydning for å håndtere turisme og friluftsliv på en måte som kan minimere skadelige effekter på villreinen på Hardangervidda. For det første viser resultatene fra undersøkelsene at de fleste besøkende bruker planlagt infrastruktur (innfallsport, merkede stier, broer, turisthytter), og motsatt, relativt få av de brukerne beveger seg utenfor denne infrastrukturen (unntaket er lokale). Dette antyder at det er potensielt store refugieområder for villreinen i områdene som ligger mellom infrastrukturen på Hardangervidda. Problemet er at reinen må krysse over mye brukte stier for å nå disse kjerneområdene. Selv om de fleste av de mest brukte stiene ligger i utkanten av Hardangervidda, har noen stisegmenter i den sentrale delen av Hardangervidda også høy intensitet i deler av sommeren. Dette kan være en av de viktigste årsakene til at bestanden av villrein på Hardangervidda i dag kun bruker en begrenset del av vidda på forsommeren og i høysesongen, ca 20 % av villreinområdet (Strand m.fl. 2015). Vi har i prosjektet identifisert flere stisegmenter som ifølge analysene begrenser villreinens arealbruk. Disse merkede stiene ligger vest og nord for det viktige sommerområde mellom Kvenna og Songa, og de kan forhindre at dyrene beveger seg til den vestlige og nordlige delen av Hardangervidda villreinområde. Spesielt den vestlige delen av området inkluderer viktige sommerarbeidområder, og som villreinen har brukt mye mer litt tilbake i tid (Gaare & Skogland, 1975). Det har med andre ord vært en sterk konsentrasjon av arealbruken til villreinen siste 20-30 årene. Det er relativt begrenset kunnskap om de langsiktige effekter av en slik konsentrasjon av flokkene, slik som hyppigere sykdom, overbeiting, slitasje, lav fellingsprosent osv., men overbeiting og slitasje på beitene er

vist fra Hardangervidda og andre områder (Nellemann m.fl. 2008). Det er derfor et høyt prioritert forvaltningsmål å øke reinenes arealbruk og bevegelsesmuligheter på Hardangervidda (Forvaltningsplan Hardangervidda 2011). For å nå dette målet vil det være nødvendig å fjerne noen av de mest problematiske stiene og hyttene sentralt på vidda, slik det for eksempel er gjort i Rondane og Vest-Jotunheimen (f.eks. Nellemann m.fl. 2010). Andre metoder som å innføre forbud og restriksjoner på bruk av vidda utfordrer allemannsretten, og er kontroversielle, men det er viktig å være klar over at lovverket tillater slike begrensninger og hvis ikke andre tiltak lar seg gjennomføre eller ikke fungerer etter planen, kan forvaltningen måtte ty til denne type sterkere virkemidler i fremtiden. Andre mer dynamiske begrensninger som åpningstider og kapasitet på turisthyttene, stengning av veger eller skiløyper ved konflikt villrein, eller stenging av stier i perioder kan også måtte vurderes. Slike dynamiske regimer har likevel det problemet at det ofte er krevende å forvalte, fordi de etablerer en forhandlingssituasjon. Et annet forhold er at villreinen settes i et dårlig lys fordi det gjentatte ganger blir begrensninger i ferdselen for folk som hadde planlagt å bruke infrastrukturen.

Få studier har estimert hvordan ferdselen er på areal og over tid i avsidesliggende områder med enkel infrastruktur for friluftslivet (Monz m.fl. 2010, Gutzwiller m.fl. 2017, Riungu m.fl. 2018). Våre data viser at intensiteten i bruken av stinettet på Hardangervidda varierte betydelig. V har vist at generelt sett har de fleste stier en forholdsvis moderat bruksintensitet (dvs. mindre enn 20-30 personer om dagen) i området. Bruken av Hardangervidda domineres av friluftslivsaktiviteter med forholdsvis lav intensitet som fotturer, fiske, jakt og andre aktiviteter som er opptatt av naturopplevelse i relativt urørte landskap. Den tradisjonelle enkle bruken av fjellområdene i Norge er mye mindre kommersialisert og spesialisert enn på tilsvarende arealer eller i Europa eller i Nord-Amerika (Kaltenborn m.fl. 2001). Denne retten gir enhver mulighet til å, innenfor visse begrensninger, streife fritt over privat og offentlig land, og å plukke ville bær, sopp og blomster, samle tørt ved til leirbål, og sette opp et telt, så lenge det ikke er nærmere 150 meter fra private hjem og hytter. Denne friheten til å nyte naturen følges også av plikter, og som bygger på god dømmekraft av alle brukerne til en hensynsfull ferdsel. Direkte tiltak knyttet til forbud og restriksjoner, f. eks. sonering og kvotebegrensninger, brukes sjelden i norske fjellområder. I stedet må forvaltningen spille på indirekte tiltak for å påvirke de besøkendes atferd, ved for eksempel at man ønsker å kanalisere de besøkende til mindre sårbare områder gjennom stedsspesifikke tiltak. En viktig tilnærming er å bruke manipulasjon av fysisk infrastruktur strategisk, ved å bygge ned infrastruktur i sårbare områder og bygge opp infrastruktur i områder som tåler bruk. Gjennom slike overordna strategier er forvaltningen i stand til å håndtere økt bruk av området. Eksempler på slike tiltak inkluderer besøkssentre, innfallsporter, informasjonsskilt, merkede stier, teltplasser, bålplasser, rasteplasser og broer som vil tiltrekke og konsentrere besøkende i et bestemt område. Med de store endringer i den menneskelige bruken av verne- og villreinområder i Norge, og forvaltningens utfordringer med å styre ferdselen, kreves det stor kunnskap for å forstå hvordan folk responderer på tiltakene (Kaltenborn m.fl. 2014a, b). En av hovedutfordringene er derfor å håndtere besøkende med informasjonsstrategier, stedsspesifikke tiltak og utvikling av fasiliteter som brukerne etterspør (Manning 2010, Riungu m.fl. 2018). For eksempel i kjerneområdene for villrein handler dette i stor grad om gode sti- og løypeplaner, siden den aller meste av ferdselen foregår langs disse linjene og siden reinen har problemer med å krysse over disse med en viss bruk (Gundersen m.fl. 2015, 2019, 2020). Våre data viser at slike begrensninger i sti- og løypenettet til en stor grad aksepteres av brukerne, så lenge de har alternative turruter. Effektene fra å fjerne for eksempel turisthytter og marka stier fra Rondane viser at ferdselen reduseres stort, og at villreinen over tid tar i bruk områdene igjen (Nellemann m.fl. 2010, Fjelle 2020). Restriksjoner og forbud i bruken på areal er i mindre grad akseptert, og spesielt blant lokale brukere og de som bedriver høsting og som søker villmarksopplevelse (Gundersen m.fl. 2015, Selvaag m.fl. 2018, 2020). Det er betydelig variasjon i brukerprofiler, både mellom villreinområder og på innfallsporten innen områdene. Denne type kunnskap om brukerne er avgjørende for å vurdere i hvilken grad tiltakene er akseptable eller har stor legitimitet i befolkningen som bruker området.

## 5.4 Aktiv forvaltning for bedre samspill mellom villrein og folk

Våre resultater viser at det er en sterk segregering mellom rein og ferdsel i lav- og høysesongen sommerstid, og som i stor grad er avhengig av type og mengde infrastruktur for ferdsel, samt intensiteten i bruken av infrastrukturen. Dette er i tråd med tidligere forskning som har studert kumulative responser av forekomst infrastruktur på villrein (f.eks. Panzacchi m.fl. 2013a, 2015a). I høysesongen sommerstid viser analysene våre at de mest brukte stiene i reinens kjerneområder forårsaker problemer for reinen å forsere, og å ta i bruk gode habitatkvaliteter særlig i nord og vest på vidda. I jaktperioden ser vi et annet mønster. Reinen bruker en stor del av vidda, og reinen krysser stiene uavhengig av antall folk på stien vedkommende dag (tilgjengelighet=bruk). I jakta blir reinen per definisjon forstyrret av jegere. Denne "unntakstilstanden" får villreinflokkene til å krysse stier og til å ha en langt mer ekspanderende arealbruk. Det er et paradoks at den stressede atferden hos reinen under jakta kan ha noen fordeler, siden flokkene da utforsker en større del av området og også tar i bruk historisk viktige områder og trekkruiter (Panzacchi m.fl. 2013a). Det også vist at reinen har en større arealbruk i høysesongen enn i lavsesongen sommerstid. Hovedårsaken til dette er sannsynlig at simlene vurderer at risikoen for å krysse store elver for kalvene fortsatt kan være for høy tidlig på sommeren (Strand m.fl. 2016), f. eks. Kvenna vassdraget. I lavsesongen har arealbruken for reinen i perioden 2001-2020 vært begrenset til en liten del av vidda i området mellom Songa og Kvenna. Det er her kalvinga foregår, og selv om modellene viser svært godt kalvingsområde her, finnes det også områder lenger nord og vest som er gode habitater for kalving. Tidligere har kalvinga også hatt hovedtyngden sin lenger vest (Strand m.fl. 2006). Man kan også spekulere på hvorfor reinen alltid trekker ned i sør for kalving. Modellene og analysene våre viser de sterke preferansene simleflokkene har for fravær av menneskelig aktivitet i kalvingsperioden, de er med andre ord spesielt sårbare for forstyrrelse i kalvingsperioden. Tall fra de automatiske tellerne viser stor motorferdsel på vestvidda på ettervinteren mars-april (f. eks. Sutabrekko), og med den sårbarheten våre analyser viser i forhold til valg av sted for kalving, vil denne motorferdselen kunne ha store effekter ved at reinen trekker seg unne ferdselen og ned i de tradisjonelt rolige områdene sør for Kvenna. Også skigåing mellom stikka løyper mellom turisthyttene på sentrale deler av Hardangervidda på ettervinteren april-mai kan ha negativ innvirkning på valg av sted for kalving (Strand m.fl. 2006), men vi finner her ingen opplagt negativ sammenheng mellom villreinens kryssing av skiløyper og antall folk på skiløypa vedkommende dag. De automatiske tellerne viser også at det er begrenset med skigåing i de vestre deler av vidda på denne tiden, med unntak av den populære nord-sør ruten fra Dyranut-Sandhaug-Litlos-Hellevassbu-Haukelisetser (Gundersen m.fl. 2021).

I en sosio-økologisk systemtilnærming er den primære utfordringen å balansere menneskelig bruk med villreinens arealbruk. Så langt er ikke sonering forankret i lovverk eller andre typer differensierte soner av villrein og folk implementert i norske villreinområder, med unntak av fredning av kalvingsområdene på Hardangervidda på 1980-tallet, og fredning av kalvingsområder i Setesdal-Ryfylke (gjelder fortsatt). Dette viser hvor restriktiv politikk som er ført i Norge med å innføre tiltak som begrenser ferdselen i utmark. Man må derfor lete etter andre virkemidler som motvirker den negative utviklingen av villreinens arealbruk. Det er en utfordring at dagens fysiske infrastruktur er utbygget over lang tid, og det er etablert praksiser og tradisjoner i bruken av denne infrastrukturen som det er vanskelig å endre. Det kunne for eksempel være enkelt å bygge turisthytter på 1950- og 1960-tallet, og en del hytter er også bygd senere, ofte som erstatningshytter for kraftproduksjon, men å fjerne dem vil være vanskelig på grunn av brukspraksis. I denne situasjonen er det viktig å huske på at utbygginger over lang tid har medført de samlede virkningene vi ser i dag, og at dette har gått så langt at vi ser alvorlige effekter i villreinens leveområder. Spørsmålet handler om dette nivået av forstyrrelse på villreinen er akseptabelt eller ikke, skal vi akseptere dagens situasjon og kanskje forverre situasjon ved at ferdselen øker ytterligere på dagens infrastruktur? Eller skal man søke etter løsninger der villreinen kan øke sin arealbruk, samtidig som folk får et akseptabelt tilbud av hytter og stier? For å nå de politiske målsettingene om å ta vare på villreinen, må det skje en restaurering av landskapet, og at noen av den infrastrukturen som er bygd og som kommer mest i konflikt med villreinen fjernes. For å skape en robust situasjon for fremtiden, kan det også være aktuelt å fjerne infrastruktur som ligger i spesielt sårbare områder for villreinen, selv om ferdselen i dag er på et akseptabelt nivå. I dette

ligger det et premiss om at det er enklere å fjerne infrastruktur som har lav bruk, enn å fjerne infrastruktur som har høy bruk. Så lenge infrastrukturen ligger i landskapet vil det være et stort potensial for å øke bruken i fremtiden. Dette vil medføre at det utvikler seg praksiser og tradisjoner på stiene som er vanskelig å endre. Denne type problemstillinger er spesielt belyst fra Snøhetta og Rondane (Strand m.fl. 2013, 2014).

Hvis målet om en bærekraftig forvaltning av villreinen skal kunne nås, må forvaltningen rettes inn mot å endre ferdselsmønsteret på Hardangervidda. Med utgangspunkt i å forsterke segregering mellom villrein og ferdsel foreslår vi en enkel tredelt forvaltningsstrategi som bygger på tre forskjellige soner eller turområder som redegjort for over: Dagstursone, sone for langtur på merka sti, og sone for langtur utenfor merka sti (Gundersen m.fl. 2019). Soner for langtur utenfor merka sti tilsvarer det vi har identifisert som kjerneområder for villrein. I disse områdene foreslår vi ingen fremtidig utvikling av infrastruktur og en streng linje i forhold til motorferdsel, alminnelig ferdsel og utvikling. I noen tilfeller kan eksisterende infrastruktur fjernes hvis de medfører sterkt redusert tilgang til viktige funksjonsområder. Soner med langtur på merka sti følger det merkede hovedstinetet på Hardangervidda, i de fleste tilfeller er dette merka stier som binder sammen turisthyttene eller det kan være stier inn til attraksjoner. Denne type infrastruktur inkluderer enkle fasiliteter som broer, skilt, kart, teltplasser, gapahuker, osv. Ferdselen forgår her langs linjer i landskapet og som vi har vist i denne rapporten kan skape barrierer for videre trekk mellom viktige funksjonsområder. Det er i denne sonen de største konfliktene mellom ferdsel og villrein er, noe som skyldes at villreinen bruker randområdene i mindre grad nå enn tidligere på grunn av stor menneskelig aktivitet i dagstursonen. Derfor er det i sonen for langtur på merka sti mest effektivt å fjerne infrastruktur og tilrettelegging for å bedre forholdene for villreinen. Vi kan igjen kjenne en del merka stier som fungerer som barrierer for reinen. I sonen for dagsturer kan utvikling av ny infrastruktur og attraksjoner trekke til seg besøkende, samtidig som man avlaster viktige kjerneområder for villreinen. Dette er mange steder allerede «tapt land» for villreinen og det vil kreve enorme ressurser for å restaurer landskapet. I dagstursonen vil det være viktig å utvikle gode informasjon- og besøksstrategier for å styre bruken til de minst sårbare områdene.

Vi foreslår sonering som et aktivt forvaltningsverktøy for å regulere bruken på Hardangervidda, der randområdene skal ha en annen forvaltning enn kjerneområdene for villrein (Riungu m.fl. 2018). Våre funn viser at det er mulig å videreutvikle friluftsliv og turisme på Hardangervidda til randområdene, i første rekke for å håndtere besøkende som er på kort spasertur og dagstur. Dette er ofte turister som er der for første gang, som ofte er fra utlandet, som ofte søker «komfort», og som av andre årsaker har enten liten rekkevidde eller en forutsigbar ferdsel langs infrastruktur. En slik strategi av aktiv tilrettelegging vil holde de aller fleste besøkende til området unna de mest sensitive områdene for villrein. Informasjonsstrategier blir dermed spesielt viktig for å vise de besøkende «riktige» turmuligheter og attraksjoner i dagstursonen, ikke bare en kanalisering til de største attraksjonene, men også for de som har sterke preferanser for lavere grad av tilrettelegging og å møte færre folk på tur. Det er derfor også viktig å ta hensyn til spekteret av brukere i dagstursonen, for eksempel de som søker opplevelser i mer urørte områder. Et ROS (Recreation Opportunity Spectrum) perspektiv skal gi tilbud til hele spekteret av besøkende der de vanligste dimensjonene og gradientene for dette bygger på følgende kunnskap: Fra sterk tilrettelegging til liten tilrettelegging, fra mange folk til ingen folk, fra påvirket natur til urørt. Spesielt er det slik at mange av de utenlandske besøkende kommer til Norge for å oppleve stillhet og ro i urørte omgivelser (Vistad & Vorkinn 2012). Selv om «opplevelse» i stor grad er en relativ størrelse, altså at man legger forskjellig i hva som faktisk er stillhet og ro og urørte omgivelser, viser det seg at mange også søker det vi internasjonalt kan kalle villmarksopplevelse. På samme måte er mange av de besøkende til natur opptatt av å bevare naturmiljøet, og nettopp det å vite at man har en hensynsfull atferd og som ikke forstyrrer villreinen, kan være viktig for mange av de besøkende (Gundersen & Singsaas 2020). Motsatt fall er det også viktig å være klar over at besøkende til villreinens kjerneområder kan føle på skam (Selvaag m.fl. 2020), altså at de har en følelse av at de egentlig ikke burde være her på grunn av at de kan forstyrre villreinen. Dette er også en dimensjon som forvaltningen må være klar over, og som kan ha uheldige virkninger i forhold til det langsiktige målet om å bygge gode holdninger til villrein og villrein fjellet.



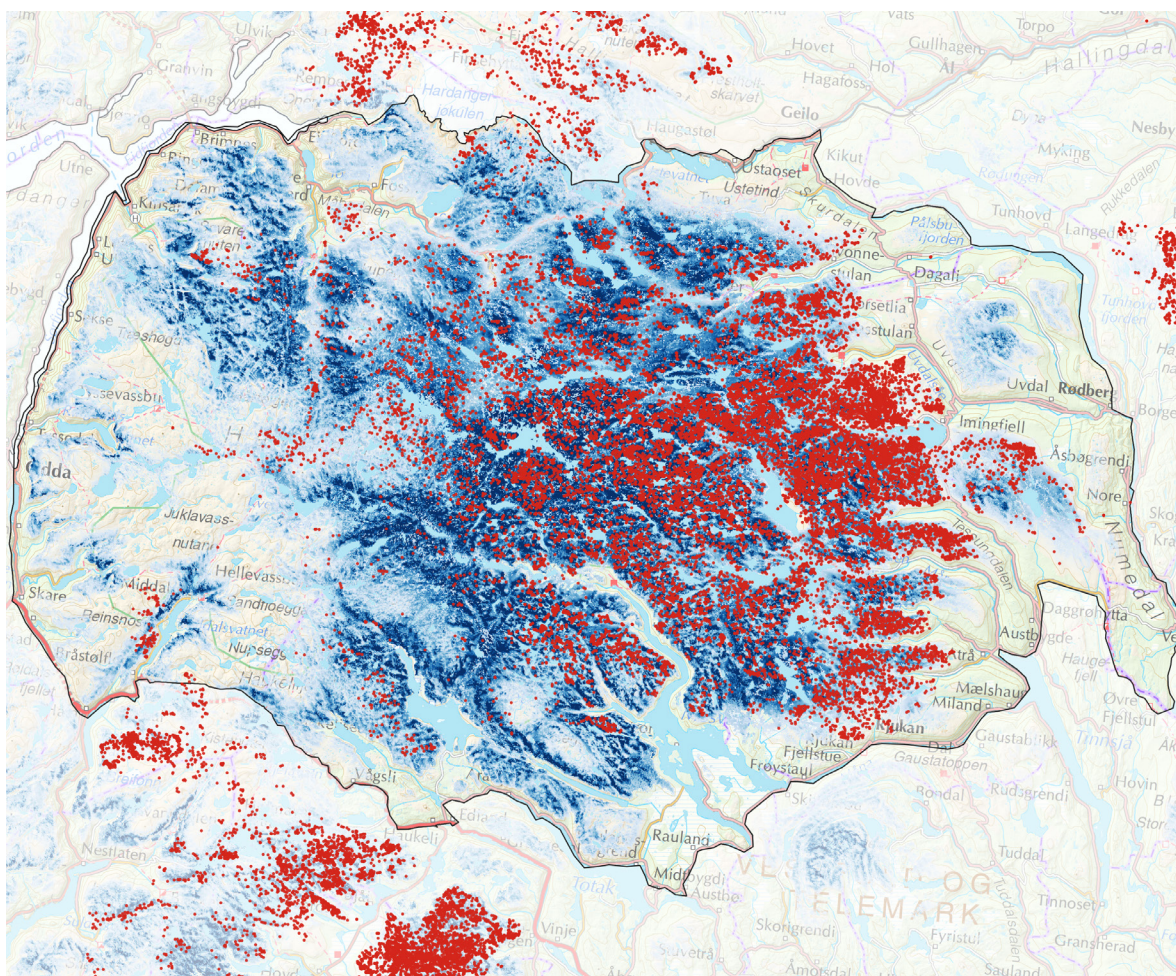
Foto: Olav Strand

## 6 Anbefalinger og tiltak

Anbefalinger og tiltak som foreslås her må ses i sammenheng med andre igangsatte prosesser som regional plan for Hardangervidda med vedtatt handlingsprogram, sti- og løypeplan for området, besøksstrategi for nasjonalparken, utviklingen av merkevare for nasjonalparken, samt dialogprosesser rundt aktuelle fokusområder på Hardangervidda, prosesser rundt kvalitetsnorm for villrein, og andre lokale og regionale initiativ som til sammen tar sikte på å bedre villreins levekår. Det er i det hele tatt en fragmentert og komplisert forvaltning med en lang rekke ulike interesser, brukere og aktører. Det er en utfordring at mange av de nevnte prosessene foregår parallelt samtidig som de ikke alltid er like godt samkjørt og drar i samme retning.

### 6.1 Vinter

Våre løypeanalyser har ikke påvist klare effekter av ferdsel vinterstid i de sentrale delene av Hardangervidda, men vi har samtidig påpekt at vi ikke har nok data til å konkludere med to streker under svaret. Resultatene som vi har presentert indikerer at reinen krysser skiløyper (mest stikka, noen oppkjørte) mellom turisthyttene som forventet. Dvs. vi finner ingen negativ effekt på reinsens krysning gitt økende antall registrerte skiløpere på løypene. Dette støttes av analysene av habitatkvalitet og permeabilitet vinterstid, der stikka løyper i liten grad bidrar til å forklare modellene. Derimot finner vi at de store konsentrasjonene av infrastruktur i randsonen slik som maskinpreparerte løyper og folks bruk av disse bidrar til en betydelig arealutvikelse i det vi har kalt dagstursonen (**Figur 6.1**).



**Figur 6.1.** Modellprediksjon over foretrukne habitat hos villrein og faktisk områdebruk hos GPS-merkete villrein vinterstid.

Overvåking	Overnattingsstatistikk DNT hytter er en god indikator på utviklingen av vinterbruk på ski i kjerneområdene for villrein. Forvaltningen bør ha spesielt fokus på å overvåke utviklingen av aktiviteter som turkiting og hundespenn.
------------	--

I analysen av habitatkvalitet bidrar oppkjørte løyper negativt (-0.24) i modellene Vi tolker dette som at oppkjørte løyper har en sterk negativ effekt på villreinens arealbruk. Oppkjørte løyper finnes hovedsakelig i de østlige delene av området, men også i noen områder i nord og sør. Det er i de østlige områdene det er størst konflikt med villreinens gode vinterhabitater, spesielt i år med mye snø på vidda. Vi har identifisert følgende oppkjørte løyper med potensiell konflikt: Vågslid-Haukeliseter, Småroi mot Skirvedalen (Lufjåtangen), Sønstevann-Imingfjell, Dagali, Skurdalen, Geilo, Ustaoset, Haugastøl og Sysendalen, der også GPS dataene viser arealunnvikelse for villreinen. Garen/Mauset har i dag et oppkjørt løypenett som er hyttenært, men det er usikkerhet knyttet til hvordan dette utvikler seg fremover, jfr. fremtidige planer om skitrekk og mulig økt ferdsel videre inn i fjellet. Vågslid-Haukeliseter har oppkjørte løyper i høyfjellet parallelt og nord for E134, og forsterker barriereeffekten av vegen.

Tiltak	Unngå at de oppkjørte løypene går lenger inn i fjellet, eventuelt flytte noen av de oppkjørte løypene mer bygdenært: Haugastøl, Ustaoset, Skurdalen og Småroi-Skirvedalen, Vågslid-Haukeliseter. Vinterløypa Litlos-Haukeliseter bør gå om Litlos-Middalsbu-Haukeliseter.
--------	---

Analysene viser at det er den «tunge» infrastrukturen som gir store negative verdier for å forklare modellen av habitatkvalitet og permeabilitet vinterstid: Bygninger (Habitatkvalitet=-1.35, Permeabilitet=-0.36), hyttefelt (H=-1.08, P=-0.24) og veger (H=-0.84, P=-0.26). I tillegg er det også annen infrastruktur som i forbindelse med hyttefeltene (mindre veger (H=-0.55, P=-0.17) og oppkjørte skispor (H=-0.24, P=-0.47) som påvirker reinsdyras bruk av disse områdene negativt. Noe av infrastrukturen vil endres lite, mens utbygging av hyttefelt og infrastruktur knyttet til disse er i stadig endring. Våre analyser viser med all tydelighet at effektene på villreinens arealbruk er langt mer omfattende enn de absolutte nærområdene til hyttefeltene, da fritidslandskapene og utfart fra hyttene strekker seg noen steder et stykke inn i fjellet. Vi har også vist at vinterferdsel er sterkt kanalisert til oppkjørte og stikka løyper, med unntak av kiting langs Rv7 og toppturer spesielt i sør langs E134. Derfor er det helt avgjørende med gode planer og løypetraseer som tar hensyn til villreinen. Vi anbefaler at løypene får faste traseer, og at forvaltningen ikke går inn i forhandlinger om adaptive tilnærminger som innebærer stengeregime av løyper når det er villrein i nærheten. Dette vil gi en kontinuerlig forhandlingssituasjon der villreinen er den direkte årsaken til redusert mulighet for bruk.

Våre analyser vinterstid har vist at Rv7 og E 134 som er tunge tekniske inngrep påvirker villreinens arealbruk og trekk muligheter i betydelig grad. Planene for ny vegtrase for E 134 over Haukelifjell er kommet langt, og vi har ikke i løpet av prosjektet vært i berøring med denne prosessen. Vi vil bare nevne at ferdsel-prosjektet har samlet inn mye data på parkerte biler og ferdsel ut fra E134, og som kan brukes i framtidige diskusjoner om parkeringsplasser og innfallspor mot Hardangervidda. Disse dataene er ikke publisert. Effekter av Rv7 har vært studert siden 2001, og er omtalt i flere rapporter, vi gir derfor kun generelle anbefalinger her. Vi har samlet inn detaljdata på bruken av Rv7 i egen rapport (Selvaag m.fl. 2019). Der konkluderer vi med at det spesielt er en sone på 2-3 km fra vegen med til tider stor ferdsel. Vegen og aktivitet ut fra den medfører en arealunnvikelse og brudd i villreinens trekk mot nordområdene og areal nord for vegen. Ferdselen ut fra Rv7 (skigåing, kiting) er svært dynamisk og er på et høyt nivå enkelte dager med ideelt vær og gode ski-/kiteforhold. Men ferdselen er også på et lavt nivå mange dager i løpet av vinteren. Det er mye å hente på å organisere parkeringsmulighetene langs Rv7 på en måte som konsentrerer ferdselen til ytterkantene av villreinområdet.

Tiltak	Rv7 (og E 134). Planlegge for noen få store parkeringsplasser i randsonen, og innføre strengt regime for stopp og parkering langs vegen.
--------	--



Tangeproblematikken i øst er også behandlet i detalj i tidligere rapporter som vi har nevnt i bakgrunnskapitlet. Habitatmodelleringen som er vist i her støtter opp under viktigheten av disse tangene i snørike vintre. Mer detaljerte data på ferdsel over tangene, spesielt Lufsjåtangen, viser at det er stor aktivitet ut fra hyttene. Fra Småroi hyttefelt er det stor aktivitet i terrenget og i skiløype som er sammenkoblet mot tett nett av skiløyper og de store hyttefeltene langs tangen lenger øst. Med vinterbrøyting over Lufsjåtangen vil ferdselen med stor sannsynlighet øke drastisk da det er gode forhold for blant annet kiting i området. Dette vil vanskeliggjøre villreintrekket videre østover på tangen. Samtidig med at vegen må fortsette å holde vinterstengt, må det hindres parkeringsmuligheter ved Sønstevann og Småroi for å hindre ferdsel i denne sonen.

Tiltak	Videreføre vinterstengt vegeregime over Lufjåtangen. Begrense trafikk opp til Imingfjell, Småroi og Sønstevann.
--------	---

Det er ønskelig at reinen skal ta i bruk de gode kalvingsområdene i vest, for dermed å ha et annet utgangspunkt for bruken av sommerbeitene. Vi har observert til dels stor motorisert ferdsel enkelte godværsdager sent på sesongen (april) i vest, for eksempel opp fra Garen/Mauset og Hjølmo. Habitatmodellene for kalving viser hvor sårbare simleflokkene er for menneskelig forstyrrelse i denne perioden, og selv mindre forstyrrelser vil medføre arealunnvikelse og at reinen trekker vekk fra forstyrrelsen. Simleflokkene velger de områdene som ligger lengst vekk fra infrastruktur og menneskelig aktivitet. Derfor bør motorferdsel på senvinteren reduseres til et absolutt minimum, og nyttekjøring bør i den grad det er mulig gjennomføres i god tid før påskens siste dag.

Tiltak	Motorisert ferdsel på vestvidda reduseres i forhold til dagens nivå og avsluttes i god tid før kalving, og helst i god tid før påskens siste dag.
--------	---

## 6.2 Sommer

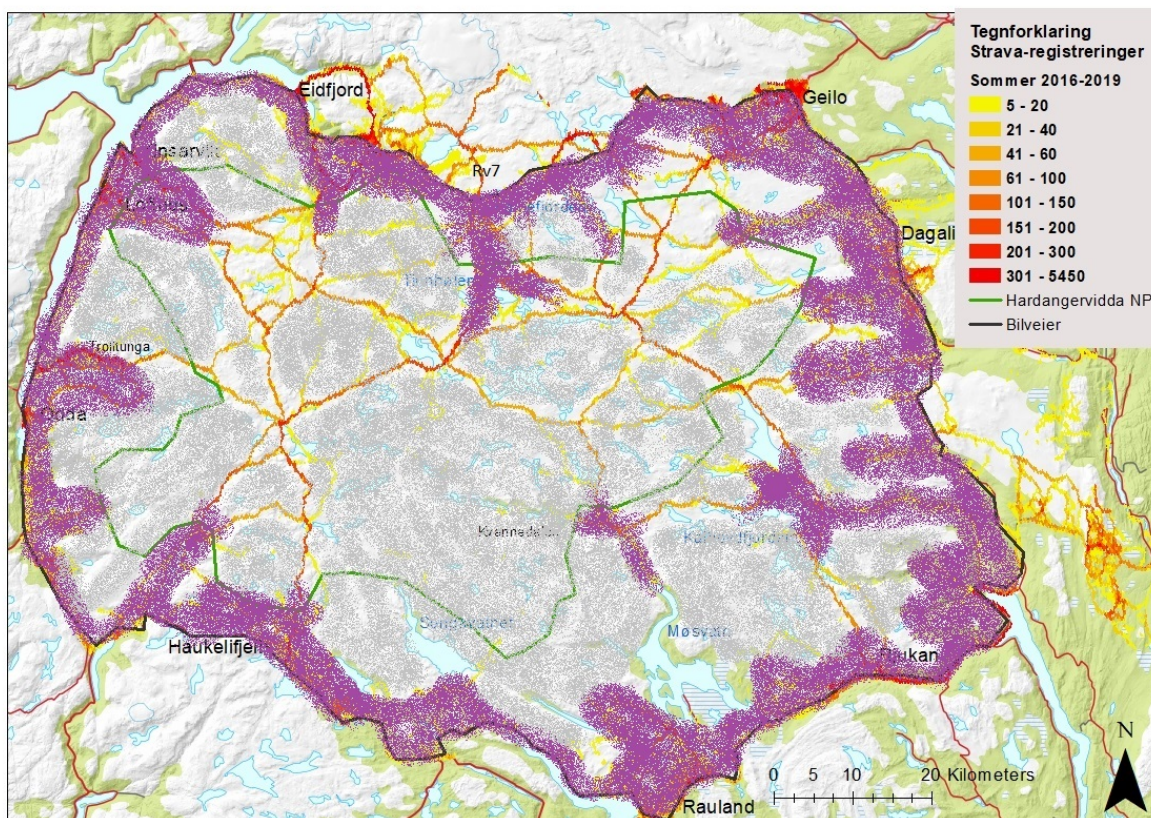
Våre analyser viser at ferdsel om sommeren har store negative effekter på villreinens habitatkvalitet og permeabilitet. Dette kan vi si med stor sikkerhet siden det er stor konsistens i resultatene fra ulike datasett og med ulike analytiske tilnærminger. Et viktig poeng er også at modellene ikke bare gjelder for Hardangervidda, men viser stor konsistens på tvers av mange villreinområder i Norge.

Vi har identifisert en dose-respons sammenheng mellom antall personer på stien vedkommende dag og sannsynligheten for at reinen krysser stien. Denne sammenhengen er testet ut med to uavhengige datasett, det ene fra rutenedtegnelser på kart (stiindeks) og den andre fra de automatiske tellerne. Reinen unngår stier med mer enn 25-30 passeringer eller mer per dag. Analysene av habitatkvalitet og permeabilitet viser at stier (Habitatkvalitet=-0.232, Permeabilitet=-0.090) innenfor 250 meter, og turisthytter med stor bruk (H=-0.232, P=-0.08) og liten bruk (H=-0.044, P=-0.078) bidrar negativt i modellene innenfor avstander på henholdsvis 1.0 og 2.5 km.

Men også sommerstid er det den «tunge» infrastrukturen i randsonen som bidrar med de største negative bidragene til modellene; bygninger (H=-3.017, P=-0.466), hovedveger (H=-1.027, P=-0.23), mindre veger (H=-1.315, P=-0.388) og hyttefelt (H=-1.784, P=-0.468). Her er det også viktig å være klar over at det er den samlede effekten som gir dårlig habitatkvalitet, og at hyttefeltene som eksempel alltid er assosiert med annen type infrastruktur som veger, kraftlinjer, stier, parkeringsplasser osv. Ferdsel ut fra tettstedene, hyttefeltene og vegene bør om mulig styres gjennom en tilrettelegging som kanalisierer ferdsel bort fra de mest sensitive arealene for villreinen.

Som utgangspunkt for en diskusjon om anbefalinger og tiltak sommerstid, bygger vi videre på den enkle soneinndelingen som ble konklusjonen i NINA rapport 1909 (Gundersen m.fl. 2020):

1) Dagstur, 2) Langtur på merka sti, og 3) Langtur utenfor merka sti (**Figur 6.2**), og som er diskutert tidligere i rapporten.



**Figur 6.2.** Prinsippskisse som viser tre hovedsoner på Hardangervidda sommerstid: Dagstursonen (lilla), langtur på merka sti (orange) og langtur utenfor merka sti (grå).

## Foreslåtte endringer i dagstursonen

**I dagstursonen** har vi dokumentert sterk arealunnvikelse sommerstid. Det bør være et overordnet mål å ikke utvide denne sonen. Typisk nok varer en dagstur i gjennomsnitt 4-5 timer, men dette varierer stort mellom innfallsportene. Rekkevidden variere også, alt etter hva som er målet for dagsturen, om det er en attraksjon (topp, foss etc), en rundtur eller om folk bare går frem og tilbake på samme stien. «Fotavtrykket» for den enkelte innfallsport varierer derfor stort. Vi gjennomgår her de enkelte områdene med overordna anbefalinger om tiltak.

I vest er det viktige turistlokaliteter med svært mange besøkende, slik som Reinsnos, Trolltunga, Husedalen, Dronningstien, Hjøльмо, og dels Tinnhølen. Vi har vist at dagsturferdselen er svært kanalisert og forutsigbar i disse lokalitetene, og at den stedvis har liten eller ingen påvisbar effekt på villreins habitatkvalitet og permeabilitet (f.eks. Trolltunga). Dette fordrer følgende forhold: At ferdselen på Trolltunga ikke øker videre inn i fjellet, mot Tyssevassbu, at ferdsel inn Husedalen ikke øker videre øst for Stavali evt. at den blir en rundtur til Munkestrappene, og at ferdselen inn fra Hjøльмоberget ikke går lenger enn til Berastøl og Vivelvi. Det er viktig at forvaltningen i fremtiden viderefører disse lokalitetene som typiske dagsturlokaliteter og ikke legger til rette for attraksjoner eller turer som fordrer overnatting og større rekkevidde inn i villreins leveområde. Det er utvikling av nettopp denne type dagstur-attraksjoner som er fremhevet i merkevaren og besøksstrategien for nasjonalparken, slik som rundturer, til attraksjoner som fosser, topper, kulturminner, naturminner osv. og/eller utvikling av guida turer, slik som på Trolltunga, Husedalen, og Hjøльмоberget.

Tiltak	Videreføre Trolltunga, Munketrappene-Dronningstien, Husedalen og Hjølmoberget som typiske dagsturlokaliteter.
--------	---

Scenario-analysen fra Tinnhølen viser at det er mange ulike typer infrastruktur i området. Scenariet med å fjerne bare vegen i dette området hadde derfor liten effekt i modellene. Det kan være et tiltak å stenge vegen for almen ferdsel. Dette vil trolig medføre mer sykling, og det er da viktig at man klarer å regulere syklingen til vegene og unngår sykling inn i leveområdet for villreinen. Verneforskriftens forbud om sykling bør derfor videreføres «*Sykling utafor godkjente traktorsleper og Tinnhøelvegen er forbode.*» Tinnhølen har stor andel turister, og det er vanlig med en 4-5 timers tur som stort sett følger merka sti og folk går frem og tilbake samme veg. En stor andel av de besøkende følger merka sti mot Sandhaug eller Stigstuv, og er da inne i sårbare områder for villreinen sommerstid, f. eks. trekket over Hellehalsen. Med fri ferdsel på Tinnhøelvegen er det et betydelig behov for å tilrettelegge for attraktive attraksjoner, rundturer og korte spaserturer i nærområdet til parkeringsplassen ved Tinnhølen. Det er bedre å kanalisere ferdselen mot Stigstuv enn mot Sandhaug.

Tiltak	Utvikle attraksjoner og rundturer for spaser- og dagstur ved Tinnhølen, forutsatt videreføring av dagens regime med åpen tilgang med bil til Tinnhølen.
--------	---

Vi har dokumentert ferdselen ut fra Rv7 over Hardangervidda og diskutert tiltakene i egen rapport (Selvaag m.fl. 2019). Det viktigste er å lage en god plan for stopp og parkering, og å kanalisere korte spaserturer og dagsturer til rundturer og attraksjoner langs vegen og i de minst sårbare områdene for villreinen. Konflikten mot villrein er mindre om sommeren enn om vinteren langs Rv7. De aller fleste besøkende oppholder seg i sonen som strekker seg 2-3 km fra vegen (Selvaag m.fl. 2019).

Tiltak	Utvikle attraksjoner og rundturer for spaser- og dagsturer langs Rv7.
--------	---

Vegene i dalsystemene i den østlige delen av Hardangervidda gir tilgang til innfallsporter langt inn i fjellet, slik som Sæterdalen (Åan), Jønndalen (Solheimstulen), og dalganger inn mot Mår og Kalhovd/Stegaros. Det er mange besøkende og stor andel på dagstur fra Åan og Solheimstulen, Imingdalen, mens de andre lokalitetene har lavere andel på dagstur. Ferdselen er komplekst på slike dagsturlokaliteter. Et godt tiltak vil være å utvikle gode attraksjoner, topturer og rundturer for hyttefolket, lokale brukere og andre besøkende. Det er også merka stiforbindelser i nord-sør retning mellom dalsystemene som går på tvers av villreintrekkene, og som man må vurdere å fjerne (se under). Dette er tiltak som har lav prioritet på grunn av begrensning sommerbeiter her.

Tiltak	Utvikle attraksjoner og rundturer for spaser- og dagstur ved Åan, Solheimstulen og Imingdalen. Fjerne merka stier som går på tvers mellom innfallsporene for å bedre villreintrekket til østsiden av Mår. Lav prioritet.
--------	--

Vegene inn til Stegaros-Kalhovd gir enkel tilgang fjellet, og selv om dagsturferdselen her ser ut til å være på et moderat nivå (jfr. Selvaag m.fl. 2019), er det noe usikkerhet i dataene pga begrensning svarprosent. Strava datene viser stor ferdsel ut fra Stegaros. Analysene viser samtidig at Stegaros utgjør en viktig potensiell trekk-korridor for øst-vest trekket i området, men at denne ikke er i bruk av villreinen. Et mulig tiltak for å få opp igjen trekket er å stenge vegen til Kalhovd/Stegaros for almen trafikk i et adaptivt opplegg noen år, spesielt i de mest sårbare periodene utover høsten. Ferdselen mot Stordalsbu og Mogen er allerede på nivåer som gjør det vanskelig for reinen å trekke videre sørover på østsiden av Møsvatn. Mogen utgjør et sentralt dagsturområde pga båtskyss og det er ingen andre steder på Hardangervidda at turfolket blir fraktet så langt inn i det sårbare kjerneområdet til villreinen. Dette vises klart i modellene for villreinens foretrukne habitat og vandringsruter, der kjerneområdet ligger veldig tett på Mogen og der den viktige trekk-korridoren for villrein ved Gjuvsjøen ligger kun 4-5 kilometer fra Mogen turisthytte. Det er spesielt den merka stien mellom Mogen og Lågaros ved Gjuvsjøen som er problematisk, og dette gjelder da både folk som er på dagstur opp til Gjuvsjøen og på fler dagerstur på vidda, for eksempel på de merka stiene mellom Mogen-Lågaros eller Mogen-

Sandhaug. Denne ferdselen er dokumentert å være problematisk for villreinen, med data fra automatiske tellere og Strava. Dataene viser at andre populære dagsturmål fra Mogen turisthytte er til lokalitetene Plassefoss langs Kvenna, opp til Hellejuvet og Gjuvsjøen, og på toppen av Hyttenutan. Det kan gjøres mer for å utvikle gode attraksjoner og rundturer for spaser- og dagstur ved Mogen, for å holde de besøkende i absolutt nærområdet til turisthytta. Men hva vil skje med utvikling av ny moderne turisthytte ved Mogen? Hovedutfordringen er å kanalisere ferdselen slik at den ikke kommer i berøring med de sårbare trekkområdet for villreinen ved Gjuvsjøen, og om dette lar seg gjøre er høyst usikkert. En ny hytte vil tiltrekke seg langt flere besøkende, og i utgangspunktet må man dermed anta at både dagsturer og flerdagersturer forbi den sårbare trekk-passasjen ved Gjuvsjøen vil øke. Ny hytte vil med stor sannsynlighet gi noen store nye utfordringer for villreinen. Det er en fordel med denne lokaliteten at man kan styre mye av ferdselen inn til Mogen med rutetider og tidsrom for båtskyss, for eksempel stenge båttransporten i perioder. Det er allerede i dag kort sesong for båten.

Tiltak	Beholde bruk av Mogen turisthytte på dagens nivå. Utvikle attraksjoner og rundturer for spaser- og dagstur ved Mogen for å holde de besøkende i nærområdet.
--------	---

Langs sørsiden av leveområdet er det store hyttekonsentrasjoner med konsentrert ferdselsmønster i Vinje. Falkeriset og Bitdalsvatn mot vesle Bitdalsvatnet og videre til Fliseggi, er helt dominert av folk på dagstur, og er også de innfallsportene i dette området som medfører størst ferdsel inn i villreinens leveområde sommerstid. Vi har dokumentert kraftig vekst i ferdsel til Falkeriset, og dette utgjør i alt vesentlig hyttefolk (Selvaag m.fl. 2021). Vi ser av GPS dataene i den sørlige delen av Hardangervidda, stor overlapp mellom ferdselsdata og villreinens arealbruk sommerstid. På Falkeriset er det delvis utviklet en rundtur, og ferdselen er kanalisert, ved at det er relativt få som går videre inn i fjellet sommerstid, og at denne ferdselen avtar fort med avstand fra Falkeriset. Veien inn til Songa og med tilgang til å sette ut båt gir lett tilgang til sårbare villreinområder. Det virker som om båttrafikken på Songa er i et omfang som er akseptabelt i forhold til forstyrrelse på villreinen i dag, i forhold til at vi ikke kan se at ferdselen går spesielt langt inn i fjellet med utgangspunkt i båt, og at denne ferdselen i tillegg har en spredt karakter. Spørsmålet er hvordan båttrafikken på Songa utvikler seg med for eksempel den store hytteutbyggingen i Vinje og også om det blir etterspørsel etter attraksjoner og stier rundt Songa. Vi foreslår ingen tiltak i disse lokalitetene, men at utviklingen følges nøye.

Tiltak	Overvåke utviklingen av båttrafikken på Songa.
--------	--

Ferdsel på dagstur ut fra Haukeliseter er omfattende, og den går langt inn i fjellet, flere steder til topper som ligger 7-8 km i luftlinje fra E134. Utbygginger og ferdsel langs E134 gir dårlig habitatkvalitet for villreinen og vi ser også en stor arealunnvikelse i GPS dataene fra dette området i dag. Det er mange attraksjoner knyttet til topper, for eksempel Vesle-Nup. Store-Nup og Nupsegga, og Nupsdalen og Trolltjønn er attraktive mål. Med så store attraksjoner nær vegen og også med planer om ny veg E134, må det utvikles en overordna plan for innfallsporter og tilrettelegging med formål om å kanalisere det kompliserte ferdselsmønsteret i området. Her er det store utfordringer, spesielt med tanke på å styrke trekkmulighetene mellom Hardangervidda og Setesdal-Ryfylke.

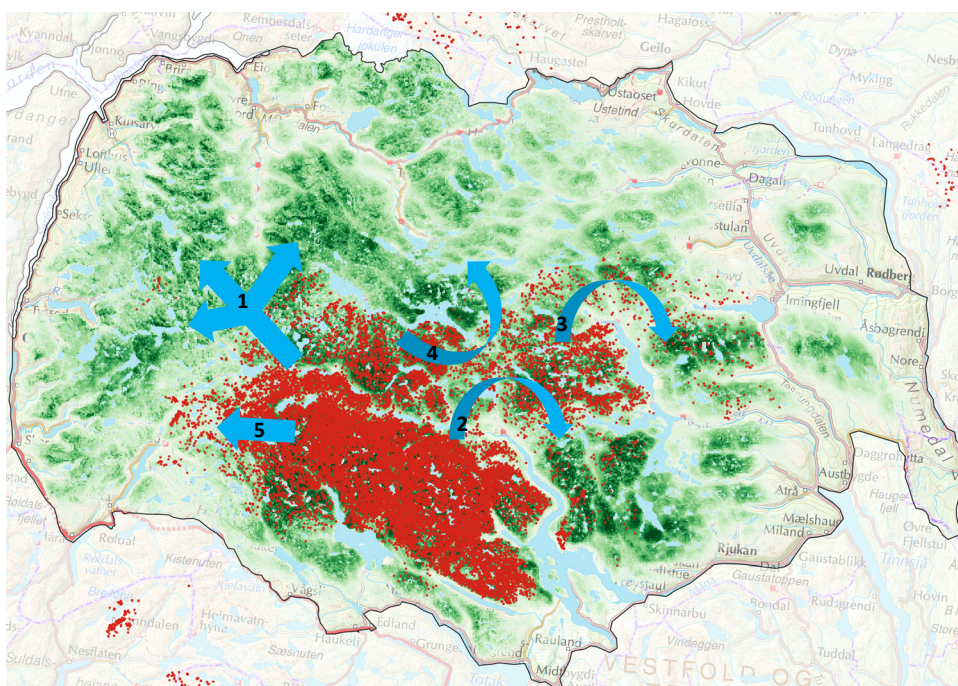
Tiltak	Få inngripen med planer om ny E134 og lage en samlet plan for innfallsporter og infrastruktur for friluftslivet i området.
--------	--

Hovedutfordringene i dagstursonen er å unngå videre ekspansjon av arealene inn i leveområdet til villreinen. Vi har sett at ferdselen de fleste steder er sterkt kanalisert, og det viktigste tiltaket mange steder er å styrke denne kanaliseringen med enda tydeligere tilrettelegging og utvikling av attraksjoner, korte spaser- og rundturer i de minst sårbare områdene for villreinen. Behovet for ny tilrettelegging (merka sti, gapahuker, dagsturhytter) og ny infrastruktur (gondol, heiser) rundt de mange hyttefeltene rundt Hardangervidda er det som presser mest på for å utvide ferdselen i dagstursonen, både intensitet og på areal. I tillegg er det knyttet stor usikkerhet rundt

bruk av ny teknologi fremover, og ny etterspørsel etter bestemte typer opplevelser. Spesielt aktuelt i dag er bruk av el-sykkel, og hvordan denne bruken vil utvikle seg i fjellet.

### Foreslåtte endringer i sone for langtur på merka sti

Analysene har vist at det er innenfor **sonen langtur på merka sti** at forvaltningen gjennom målretta tiltak kan gjøre mest for å styrke villreinenes kjerneområder og vandringsmuligheter. Det er historiske perioder med stor utvikling av turisthytter og merka stier som har ført til dagens situasjon. Utviklingen av nye ruter for merka stier foregår nå i første rekke i randsonen, men oppgradering/modernisering av eksisterende rutene foregår fortsatt og vi har også vist at en del nye turisthytter er bygd siste 50-60 år. Mange er oppgradert med nye tilbud, og det er fortsatt planer om modernisering av hyttene. Dette gjelder både private turisthytter som det er mange av på Hardangervidda og DNT sine hytter. Bygging av infrastruktur og modernisering av tilbudet til turfolk har vært en ønsket utvikling fra politisk hold på ulike nivåer, men har altså store negative følger for villreinen. Vi har derfor diskutert følgende muligheter for å restaurere villreinenes funksjonsområder på Hardangervidda.



**Figur 6.3.** Viser de fem kritiske trekkpassasjene der ferdsel utgjør barriereeffekter for bruk av viktige funksjonsområder.

Vi har identifisert 5 kritiske barrierer for at villreinen skal kunne ta i bruk viktige funksjonsområder sommerstid i vest, i nord, og i øst (**Figur 6.3**): 1) Trekket vestover må krysse merka stier mellom Litlos-Hadlaskard og Litlos-Sandhaug, 2) Trekket på nordsiden av Møsvatn må krysse merka stier Mogen-Lågaros og Mogen-Stordalsbu, 3) Det mer marginal trekket på nordsiden av Mårbu må krysse merka stier Mårbu-Imingfjell og Mårbu-Solheimstulen, 4) Trekket på østsiden av Bjørnesfjorden må krysse merka stier rundt turisthytta Lågaros, og 5) Trekket vest mot Middalen/Vivassdalen må krysse akse Haukeliseter-Litlos via Hellevassbu. Lågaros, Litlos og Sandhaug er helt sentrale knutepunkt for ferdsel langs merka stinett på Hardangervidda, og det meste av ferdselen som passerer de fem trekkbarrierene nevnt over går via disse hyttene. Litlos, Sandhaug og Lågaros er med andre ord de viktigste driverne for ferdsel på de stiene som danner trekkbarrierer for villreinen. Samtidig viser analysen på ferdsel at disse hyttene er helt sentrale knutepunkt for å opprettholde et tilbud av ferdsel på langtur i nord-sør og øst-vest retning på Hardangervidda (Gundersen m.fl. 2021).

Villrein-ferdselsanalysene i denne rapporten viser tydelige at villreinen har fått sterkt reduserte muligheter for å bruke de gode sommerhabitatene i vest og nord på Hardangervidda, og at dette skyldes menneskelig aktivitet i kjerneområdene. Tiltak for å begrense den menneskelige aktiviteten sommerstid må begrense tilbudet for besøkende og brukere, gjennom i første rekke å fjerne eller å redusere mulighetene for å bruke infrastruktur for friluftsliv og turisme. Det er også mulig å tenke sesong, at hyttene er åpne kun i tider med liten konflikt, f. eks. om vinteren. Det er en lang rekke hensyn å ta i en slik analyse. Konsekvenser for ulike rettighetsinnehavere, interessenter og brukere må utredes i detalj i andre oppdrag. Her peker vi kun på den mest konfliktfylte infrastrukturen for villreinen.

Område (ikke prioritert)	Tiltak
A. Området rundt Litlos	Begrense sterkt ferdselen på stisystemet Hellevassbu-Litlos- og stiforgreiningene mot Sandhaug/Torehytten/Hadlaskard. Fjerne eller begrense sterkt tilbudet for overnatting ved Hellevassbu, Litlos, og Torehytten. Omplassering av Torehytten og Hellevassbu, og Litlos må vurderes ved å etablere et nytt tilbud av turisthytter og merka stier lengst vest i Hardangervidda villreinområde.
B. Området rundt Mogen	Begrense sterkt ferdselen på stisystemet Mogen-Gjuvsjøen og Mogen-Stegaros. Fjerne eller begrense sterkt tilbudet for overnatting på Stordalsbu. Vurdere å omplassere Stordalsbu. Vurdere å stenge veien til Stegaros for allmenn ferdsel.
C. Området rundt Mårbu	Begrense ferdselen på stisystemet i området. Etablere nytt dagsturtilbud til besøkende til Solheimstulen og Imingdalen, evt. også Mårbu. Villreintrekket ser ut til å stoppe opp før det kommer frem til Mårbu, f. eks. i Kåsadalen. Lav prioritet.
D. Området rundt Lågaros	Begrense sterkt ferdselen på stisystemet ut fra Lågaros. Fjerne eller begrense sterkt tilbudet for overnatting på Lågaros. Vurdere å omplassere Lågaros.
E. Området rundt Hellevassbu	Begrense sterkt ferdselen på stisystemet Haukeliseter-Hellevassbu. Fjerne eller begrense sterkt tilbudet for overnatting på Hellevassbu. Vurdere å omplassere Hellevassbu. Etablere et nytt tilbud av turisthytter og merka stier lengst vest i Hardangervidda villreinområde. Ses i sammenheng med A. Området rundt Litlos.

For å styrke viktige funksjonsområder og for at ferdsel skal utvikle seg mest mulig robust og forutsigbar foreslår vi i tillegg å nedlegge noen stier som i dag avskjærer viktige funksjonsområder for villreinen sommerstid (**Figur 6.4**). Dette er stier som i dag ikke har ferdsel som overgår terskelverdiene for barriereeffekt villrein, men som har en beliggenhet i svært sensitive områder for villrein og som gjennom økt ferdsel kan ha store negative effekter i fremtiden. Forskning viser at det kan være vanskelig å fjerne infrastruktur med stor bruk, da det er etablert tradisjoner og praksiser av mange for bruk av området. Derfor vil dette være gode «føre-var» tiltak for villreinen.

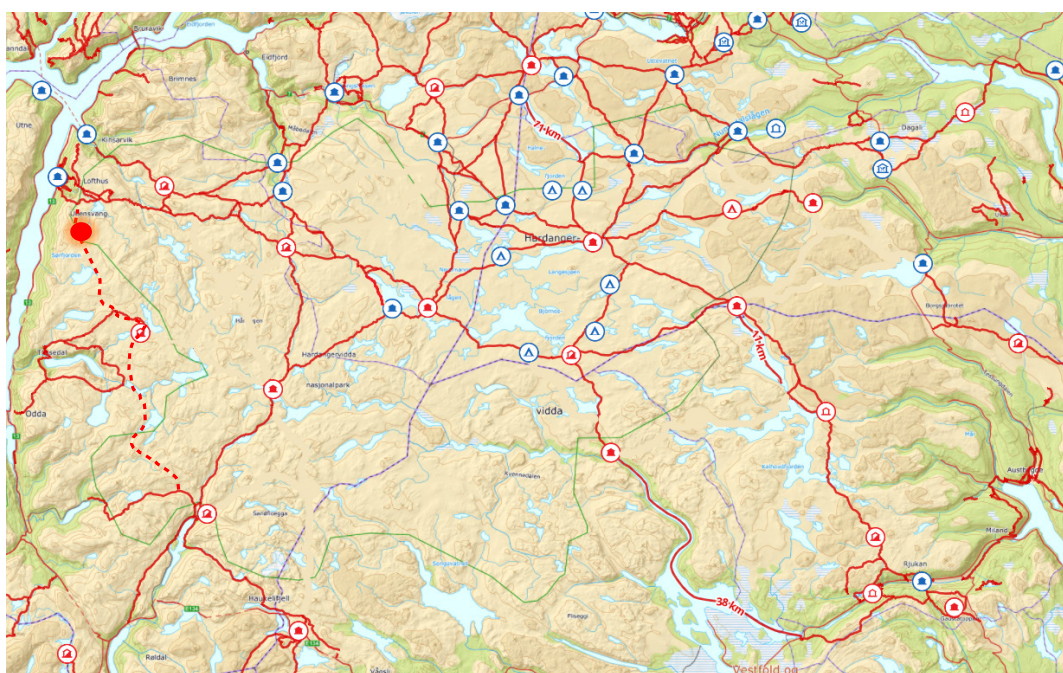
Tiltak	Holde ferdselen på merka sti mellom Bjoreidalen-Hedlo og Bjoreidalen-Hadlaskard på et lavt nivå. Vurdere å legge ned disse to stiene.
	Nedlegging av merka sti mellom Tyssevassbu og Litlos.
	Begrense ferdselen på merka sti mellom Solheimstulen-Åan. Vurdere å legge ned stien.
	Nedlegging av merka sti på vestsiden av Gjuvsjøen, slik at stien mellom Mogen og Sandhaug eventuelt går via Lågaros.

Nedlegging av en sti innebærer fysisk fjerning av merking, og varder der det er mulig, og all annen tilrettelegging (skilt, bruer, gapehuker) fra terrenget. Samtidig må stiene fjernes fra alle kartkilder og alle informasjonskilder som markedsfører tilbud om stier. Den kan være kulturhistoriske eller sikkerhetsmessige grunner til å ikke fjerne varder fra disse stiene.

Det forventes ikke at en fjerning av merking vil fjerne all ferdsel fra området. Det vil også alltid være en ferdsel av folk som er kjent i området, eller som med andre hjelpemidler fører seg trygg uten merking. Men studier fra stier i blant annet Rondane som ble fjernet eller flyttet på midten av 1990 tallet eller rundt 2010, viser alle en sterk nedgang i bruk (Fjelle 2020). For noen stier er stien grodd igjen og ferdselen er helt minimal. Med GPS og annen teknologi, kan gruppen av folk som føler seg sikre utenfor merka sti øke i fremtiden. Erfaringer fra andre områder viser likevel at nedlegging av stier er noe av det mest effektive tiltaket man kan gjøre, folk endrer atferd, og ferdselen reduseres drastisk over tid. Hele poenget er å få ferdselen ned på lave nivåer, for eksempel under 30 personer per dag, slik at villreinen krysser stien mer uhindret.

De foreslåtte endringene vil være et tydelig grep for å styrke habitatkvalitet og permeabilitet hos funksjonsområdene for villreinen sommerstid, spesielt i vest og øst. I nord vil det fortsatt være tett stinett og stor ferdsel, og det forventes at reinen fortsetter å vise arealunnvikelse i disse områdene. En forenkling av stinettet på Hardangervidda vil også forenkle en overvåking av utviklingen, og det er spesielt aksene Litlos - Hadlaskard, Litlos - Sandhaug, Sandhaug- Lågaros, Lågaros – Mår, Lågaros – Mogen, som bør overvåkes med kvantitative tall på ferdselen. Overnatningsstatistikk forteller ikke hele historien, og spesielt i en tid der det er stadig flere som tar med seg telt på langtur.

Tiltak	Overvåke sentrale merka stier med faste tellere: Litlos - Hadlaskard, Litlos - Sandhaug, Sandhaug- Lågaros, Lågaros – Mår, Lågaros – Mogen
--------	--



**Figur 6.4.** Viser ett mulig fremtidig scenarier for fordelingen av det merka stinettet med tilhørende tuirsthytter på Hardangervidda, hvis tiltakene for å forbedre villreinenens funksjonsområder gjennomføres. I dette scenariet er Litlos og Lågaros beholdt som åpne tuirsthytter sommerstid. Se tekst for tiltak. Stiplet linje angir mulig trasé for ny merka sti vest, og etablering av ny tuirsthytte som erstatning for Torehytten og Hellevassbu.

## Adaptiv løsning som alternativ?

Analysene viser at reinen møter hindringer i form av stier og turisthytter sentralt på Hardangervidda, og som hindrer den i å bruke en større del av de tilgjengelige ressursene sommerstid. Vi har vist dette med uavhengige datasett og analyser, og analysene har stor sikkerhet. Usikkerheten er knyttet til hvilke tiltak og virkemidler som er mest effektive for å begrense ferdselen. Det er vanlig å håndtere denne type usikkerhet med en adaptiv tilnærming, der man prøver ut tiltak og måler effekten av tiltaket med data. En adaptiv løsning for å få reinen til å bruke større deler av vidda sommerstid kan være å stenge ned hytter og stier i en lengre periode (5-10 år) og måle hvilke effekter dette har på både folks og reinens bruk av området. En slik «nedstengning» vil kreve at flere av de mest sentrale turisthyttene på Hardangervidda stengte i hele sommerseongen: Hellevassbu, Litlos, Torehytten, Stordalsbu og Lågaros. Hovedutfordringen med en slik adaptiv løsning er at det kan ta lang tid for reinen å tilpasse seg en ny virkelighet. Effekter på ferdselen kan man imidlertid måle ganske raskt etter at tiltaket er iverksatt. Vi har i denne rapporten ikke gjort inngående vurderingen av en slik adaptiv løsning. Det vil kreve en grundig vurdering av fordeler og ulemper med en adaptiv løsning sammenlignet med en løsning der man fjerner infrastruktur på varig basis. Sistnevnte løsning med varig fjerning av infrastruktur vil være langt mer langsiktig og bærekraftig for villreinstammen.

## Foreslåtte endringer i sone for langtur utenfor merka sti

Spredt og tilfeldig menneskelig aktivitet i denne sonen gir hovedsakelig lokale responser hos villreinen (se teori). Sonen er dominert av lokale brukere og folk som søker seg av stien og ut i terrenget av ulike årsaker. Dette segmentet av brukere er presentert i tidligere publiserte rapporter (Selvaag m.fl. 2018, 2020). Den lokale bruken er blant annet knyttet til private buer, setre og hytter, og bruken følger historiske stier og sleper. Det er viktig at dispensasjonssøknader til bygg behandles strengt i villreinområdet, fordi det er en nær sammenheng mellom størrelse og standard hytte og bruken av hytta. Det er viktig at motorferdsel holdes på et så lavt nivå som mulig, og at praksis ved innvilgelse av dispensasjonssøknader er streng. For å bygge legitimitet blant aktørene er det viktig at alle bidrar mest mulig for å bedre forholdene for villreinen, og at også lokale aktører bidrar sterkt med å stramme inn praksis for motorferdsel i denne sonen. Vi foreslår at det blir innført krav om å dokumentere all motorisert ferdsel på Hardangervidda med formål med turen og logging av turen med GPS. I dag finnes det flere enkle løsninger for å forenkle dokumentasjonen og å overvåke motorisert ferdsel, for eksempel lokalisering via mobiltelefonen og med applikasjonen Ferdast. Likeledes viser forskning at påbygg (større boareal) og oppgradering av eksisterende bygg medfører økt bruk av bygningen, og som videre vil øke den samlede belastningen i denne sonen. Det er viktig at det skaffes gode systemer for overvåking av dispensasjonssøknader, at dette er oppdatert i Miljøvedtaksregisteret (Lundberg m.fl. 2021), og at man også overvåker disse dataene med årlige gjennomganger som viser utviklingen.

Tiltak	Begrense dispensasjoner på motorferdsel og byggeaktivitet. Innføre krav om dokumentasjon av motorisert ferdsel gjennom lokalisasjonsdata fra mobiltelefonen.
--------	---

Jaktsonene for forbud mot jakt har de fleste steder vist seg å være et lovende tiltak for å få reinen til å trekke over større områder i jakta, og bør videreføres i denne sonen. Jaktfri sone ved Lågaros og Havfoss har hatt begrenset effekt, men dette kan skyldes annen ferdsel i området. Se tiltak i forbindelse med Lågaros for å begrense ferdselen i dette området slik at reinen får mulighet til å trekke vestover på nordsiden av Bjornesfjorden.

Tiltak	Videreføring av frivillige jaktsoner med forbud for jakt.
--------	---

Denne sonen har også tilreisende som søker spesielle opplevelser eller utøver spesielle aktiviteter, og det er vanskelig å forutsi hvordan bruken i denne sonen vil utvikle seg fremover. En generell sterk trend blant besøkende til fjellet har siste tiårene vært i retning av større avhengighet av infrastruktur (merka stier, oppkjørte løyper), et ønske om sosiale aktiviteter og turfolket



prefererer hovedsakelig aktivitet og naturopplevelser knyttet til tilrettelegging og komfort. Samtidig er det et segment i befolkningen som ønsker det motsatte: stille opplevelser i urørte omgivelser, og gjerne alene eller i en liten gruppe. Det er vanskelig å spå hvordan preferansen for villmarksopplevelse vil endre seg i befolkningen fremover. Likeledes hvordan preferansene for fiske og jakt, som er viktige aktiviteter i denne sonen, vil utvikle seg fremover. Teltning er også en trend i økning blant turfolket, spesielt etter Norgesferie i koronakrisen. Dette kan øke påvirkningen på villreinen også utenfor merka sti. Et annet eksempel kan være padling, der utvikling av en meget lett flåte, «Packraft», ble svært populær i 2020. Dette har for eksempel gitt økende ferdsel fra Middalen mot Litlos og videre ned Kvenna-vassdraget. El-sykling er også tidligere nevnt, og det er signaler om at denne skal likestilles med annen sykling og terrengsykling i enkelte verneområder. Men hva skjer når terrengegenskapene til El-sykling blir veldig gode (noe de allerede er) og teknologien får utvidet rekkevidden eller gjør det ladbart underveis? I tillegg utvikles nye ekstremarrangement knyttet til villmarkstur, løping, sykling, hundspann, padling osv., og sportsarrangement som for eksempel kiting i randsone eller som skal krysse vidda. Det er vanlig å regulere organisert ferdsel i de fleste verneområdene, men også her er det sterkere krav om at denne formen for ferdsel skal likestilles annen uorganisert ferdsel i områder der det er stor trafikk. På mange måter er det enklere å sette rammen for den organiserte ferdselen med dyktige guider som er hensynfulle i naturen, enn den uorganiserte ferdselen. For den uorganiserte ferdselen som ikke knyttet til infrastruktur, vil det eneste effektive virkemiddelet være å regulere ferdselen med restriksjoner/forbud. Dette gir som vi har diskutert flere steder i rapporten, store utfordringer for allemannsretten i Norge. Et viktig unntak var ferdselsforbudet i reinens kalvingsområder på Hardangervidda frem til 1990-tallet, men da reinen skiftet kalvingsområde hadde forbudet ingen hensikt. Forvaltningen sitter på få virkemidler for å regulere den spredte ferdsel på Hardangervidda, annet enn å følge den motoriserte ferdselen opp med dokumentasjon på utviklingen.

Det bør utvises forsiktighet med å markedsføre et tilbud som kan føre til økt bruk i området, for eksempel åpne buer og hytter i kjerneområdet for villreinen sommerstid. Det er en del ubetjente buer og hytter som er tegnet av på kart eller markedsført i brosjyrer og annet media som et tilbud som står fritt tilgjengelig for alle. Et eksempel på dette kan være buer og hytter på Vinje kommune sin eiendom.

Tiltak	Åpne ubetjente buer og hytter i området bør ikke markedsføres på kart og andre mediekkanaler.
--------	---

### 6.3 Oppsummering av anbefalinger

Vi har i denne rapporten vist at trekk og arealbruk til villreinbestanden på Hardangervidda er sterkt påvirket av menneskelig aktivitet. Dette har en rekke negative konsekvenser på bestanden knyttet til kondisjon, sykdom og slitasje. For å få et langsiktig og bærekraftig vern av Norges største villreinbestand, må den menneskelige påvirkningen reduseres. Den menneskelige påvirkning er størst sommerstid. De viktigste virkemidlene eller tiltakene er knyttet til å begrense ferdsel i villreinens kjerneområder sommerstid, eller det som i denne rapporten betegnet med sone for langtur på merka sti. Ferdselen må begrenses og landskapet må restaureres med å fjerne og omplassere mye brukt infrastruktur i konfliktområder for villreinen (**Tabell 6.1**, **Tabell 6.2**). Rapporten har identifisert tiltakene med størst positiv effekt på villreinbestanden til å omfatte merka stier og turisthytter i fem viktige trekkpassasjer i områdene rundt Litlos, Mogen, Mårbu, Lågaros og Hellevassbu. Rapporten peker på at det må til radikale endringer og begrensninger i tilgang til merka stier og turisthytter i disse fem områdene, for å få til en langsiktig og bærekraftig arealbruk for villreinen på Hardangervidda.

**Tabell 6.1.** Oppsummert tabell over de viktigste tiltakene vinterstid. Blå farge er tiltak knyttet til dagstursonen, mens grønn farge er knyttet til sonen langtur utenfor merka sti.

Problem	Tiltak
Overvåking	Overnattingsstatistikk DNT hytter er en god indikator på utviklingen av vinterbruk på ski i kjerneområdene for villrein. Forvaltningen bør ha spesielt fokus på å overvåke utviklingen av aktiviteter som turkiting og hundespenn.
Skiløyper	Unngå at de oppkjørte løypene går lenger inn i fjellet, eventuelt flytte noen av de oppkjørte løypene mer bygdenært: Haugastøl, Ustaoset, Skurdalen og Småroi-Skirvedalen, Vågsliid-Haukeliseter. Vinterløypa Litlos-Haukeliseter bør gå om Litlos-Middalsbu-Haukeliseter.
Hovedveger	Rv7 (og E 134). Planlegge for noen få store parkeringsplasser i randsonen, og innføre strengt regime for stopp og parkering langs vegen.
Imingfjell	Videreføre vinterstengt vegeregime over Lufjåtangen. Begrense trafikk opp til Imingfjell, Småroi og Sønstevann.
Motorferdsel	Motorisert ferdsel på vestvidda reduseres i forhold til dagens nivå og avsluttes i god tid før kalving, og helst i god tid før påskens siste dag.

**Tabell 6.1.** Oppsummert tabell over de viktigste tiltakene sommerstid. Blå farge er tiltak knyttet til dagstursonen, oransje farge er knyttet til sonen langtur på merka sti, mens grønn farge er knyttet til sonen langtur utenfor merka sti.

Problem	Tiltak
Turisme hotspots	Videreføre Trolltunga, Munketrappene-Dronningstien, Husedalen og Hjølmoberget som typiske dagsturlokaliteter.
Tinnhølen	Utvikle attraksjoner og rundturer for spaser- og dagstur ved Tinnhølen, forutsatt videreføring av dagens regime med åpen tilgang med bil til Tinnhølen.
Rv7	Utvikle attraksjoner og rundturer for spaser- og dagsturer langs Rv7.
Mår	Utvikle attraksjoner og rundturer for spaser- og dagstur ved Aan, Solheimstulen og Imingdalen. Fjerne merka stier som går på tvers mellom innfallsporvene for å bedre villreintrekket til østsiden av Mår. Lav prioritert.
Mogen	Beholde bruk av Mogen turisthytte på dagens nivå. Utvikle attraksjoner og rundturer for spaser- og dagstur ved Mogen for å holde de besøkende i nærområdet.
Songa	Overvåke utviklingen av båttrafikken på Songa.
E134	Få inngripen med planer om ny E134 og lage en samlet plan for innfallsporveier og infrastruktur for friluftslivet i området.
Området rundt Litlos	Begrense sterkt ferdselen på stisystemet Hellevassbu-Litlos- og stiforgreiningene mot Sandhaug/Torehytten/Hadlaskard. Fjerne eller begrense sterkt tilbudet for overnatting ved Hellevassbu, Litlos, og Torehytten. Omplussing av Torehytten og Hellevassbu og Litlos må vurderes ved å etablere et nytt tilbud av turisthytter og merka stier lengst vest i Hardangervidda villreinområde.
Området rundt Mogen	Begrense sterkt ferdselen på stisystemet Mogen-Gjuvsjåen og Mogen-Stegaros. Fjerne eller begrense sterkt tilbudet for overnatting på Stordalsbu. Vurdere å omplassere Stordalsbu. Vurdere å stenge vegen til Stegaros for allmenn ferdsel.
Området rundt Mårbu	Begrense ferdselen på stisystemet i området. Etablere nytt dagsturtilbud til besøkende til Solheimstulen og Imingdalen, evt. også Mårbu. Villreintrekket

	ser ut til å stoppe opp før det kommer frem til Mårbu, f. eks. i Kåsadalen. Lav prioritet.
Området rundt Lågaros	Begrense sterkt ferdselen på stisystemet ut fra Lågaros. Fjerne eller begrense sterkt tilbudet for overnatting på Lågaros. Vurdere å omplassere Lågaros.
Området rundt Hellevassbu	Begrense sterkt ferdselen på stisystemet Haukeliseter-Hellevassbu. Fjerne eller begrense sterkt tilbudet for overnatting på Hellevassbu. Vurdere å omplassere Hellevassbu. Etablere et nytt tilbud av turisthytter og merka stier lengst vest i Hardangervidda villreinområde.
Merka stier	Holde ferdselen på merka sti mellom Bjoreidalen-Hedlo og Bjoreidalen-Hadlaskard på et lavt nivå. Vurdere å legge ned disse to stiene.
	Nedlegging av merka sti mellom Tyssevassbu og Litlos.
	Begrense ferdselen på merka sti mellom Solheimstulen-Åan. Vurdere å legge ned stien.
	Nedlegging av merka sti på vestsiden av Gjuvsjøen, slik at stien mellom Mogen og Sandhaug eventuelt går via Lågaros.
Overvåking	Overvåke sentrale merka stier med faste tellere: Litlos - Hadlaskard, Litlos - Sandhaug, Sandhaug- Lågaros, Lågaros – Mår, Lågaros – Mogen
Dispensasjoner	Begrense dispensasjoner på motorferdsel og byggeaktivitet. Innføre krav om dokumentasjon av motorisert ferdsel gjennom lokalisasjonsdata fra mobiltelefonen, (f.eks. Ferdast).
Jaktsoner	Videreføring av frivillige jaktsoner med forbud for jakt.
Åpne hytter	Åpne ubetjente buer og hytter i området bør ikke markedsføres på kart og andre mediekanaler.

## 7 Referanser

- Andersen, R. & Hustad, H. (red.) 2004. Villrein & samfunn: en veiledning til bevaring og bruk av Europas siste villrein fjell. NINA Temahefte 27. Norsk institutt for naturforskning. 77 s.
- Andersen, O., Gundersen, V. & L. C. Wold. 2011. Ferdsel i Nordfjella. Resultater fra ferdselstelling og brukerundersøkelser. NINA-Rapport 703. 60 s. + vedlegg
- Allen, C. R., Fontaine, J. J., Pope, K. L., & Garmestani, A. S. 2011. Adaptive management for a turbulent future. *Journal of Environmental Management*, 92(5), 1339–1345.
- Anttonen, M., Kumpula, J., & Colpaert, A. 2011. Range selection by semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in relation to infrastructure and human activity in the boreal forest environment, Northern Finland. *Arctic*, 64, 1-14.
- Bateman, P. W., & Fleming, P. A. 2017. Are negative effects of tourist activities on wildlife over-reported? A review of assessment methods and empirical results. *Biological Conservation*, 211, 10–19.
- Bevanger, K., Falldorf, T. & O. Strand. 2005. Rv7-tunneler på Hardangervidda. Effekter for villrein. NINA Rapport 108.
- Bråtå, H. O. (red.) 2015. Europeiske villreinregioner—en strategisk satsing på villrein fjellet som ressurs for reiselivet. ØF-rapport 2015/05. Østlandsforskning. 68 s.
- Colman J. E., Pedersen, C., Hjermann, D., Holand, Ø., Moe, S. & Reimers, E. 2003. Do wild reindeer exhibit grazing compensation during insect harassment? *Journal of Wildlife Management*, 67, 11-19.
- Colman, J. E., Lilleeng, M. S., Tsegaye, D., Vigeland, M. D. & Reimers, E. 2012. Responses of wild reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) when provoked by a snow-kiter or skier: a model approach. *Applied animal behaviour science*, 142, 82-89.
- Colman, J. E., Eftestøl, S., Alemu, D. T., Flydal, K. & Mysterud, A. 2013. Summer distribution of semi-domesticated reindeer relative to a new wind-power plant. *European Journal of Wildlife Research*, 59, 359- 370.
- Colman, J. E., Tsegaye, D., Flydal, K., Rivrud, I. M., Reimers, E. & Eftestøl, S. 2015. High-voltage power lines near wild reindeer calving areas. *European Journal of Wildlife Research*, 61, 881-893.
- Dahle, B., Reimers, E. & Colman, J. E. 2008. Reindeer (*Rangifer tarandus*) avoidance of a highway as revealed by lichen measurements. *European Journal of Wildlife Research*, 54, 27-35.
- Eftestøl, S., Tsegaye, D., Flydal, K. & Colman, J. E. 2016. From high voltage (300 kV) to higher voltage (420 kV) power lines: reindeer avoid construction activities. *Polar Biology*, 39, 689-699.
- Falldorf, T. 2013. Habitat use of wild Reindeer (*Rangifer t. tarandus*) in Hardangervidda, Norway. NINA Rapport 982. Norsk institutt for naturforskning. 254 s.
- Falldorf, T., Strand, O., Panzacchi, M. & Tømmervik, H. 2014. Estimating lichen volume and reindeer winter pasture quality from Landsat imagery. - *Remote Sensing of Environment*, 140, 573-579.
- Fjelle, M. 2020. Hiking in Rondane Wild Reindeer Range: Human Trail Use and the Effect of Removing Trail Marks. Master Thesis NMBU, Ås. (60 poeng)
- Flemsæter, F., Gundersen, V., Rønningen, K. & O. Strand. 2018. The Beat of the Mountain: A trans-disciplinary rhythm analysis of temporal landscapes. *Landscape Research*.
- Flydal, K., Tsegaye, D., Eftestøl, S., Reimers, E. & Colman, J. E. 2019. Rangifer within areas of human influence: understanding effects in relation to spatiotemporal scales. *Polar Biology*, 42, 1–16.
- Frid, A. & Dill, L. 2002. Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. - *Conservation Ecology* 6: 11. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art11/>.
- Gaare, E. & Hansson, G. 1989. Taksering av reinbeiter på Hardangervidda. NINA Rapport. Norsk institutt for naturforskning.

- Gaare, E., Tømmervik, H. & Hoem, S. A. 2005. Reinens beiter på Hardangervidda: utviklingen fra 1988 til 2004. NINA Rapport 53. Norsk institutt for naturforskning. 20 s.
- Gill, J. A., Sutherland, W. J. & Watkinson, A. R. 1996. A method to quantify the effects of human disturbance on animal populations. *Journal of Applied Ecology*, 33, 786-792.
- Gundersen, V., Olsson, T., Strand, O., Mackay, M., Panzacchi, M. & B. van Moorter. 2013. Nordfjella villreinområde – konsekvens av planforslag for villrein, friluftsliv og reiseliv - NINA Rapport 956. 71 s.
- Gundersen, V., Andersen, O., Wold, L. C., Nerhoel, I., Fangel, K., Vistad, O. I. & K. R. Båtstad. 2013a. Ferdsel i Snøhettaområdet – Del 1. Dokumentasjonsrapport fra 12 spørreundersøkelser - NINA Rapport 933. 101 s.
- Gundersen, V., Nerhoel, I., Wold, L. C. & A. J. Mortensen. 2013b. Ferdsel i Snøhettaområdet – Del 2. Fokusområder og lokaliteter- NINA Rapport 934. 133 s.
- Gundersen, V., Nerhoel, I., Strand, O. & M. Panzacchi. 2013c. Ferdsel i Snøhettaområdet – Sluttrapport. NINA Rapport 932. 70 s.
- Gundersen, V., Mehmetoglu, M., Vistad, O. I. & O. Andersen. 2015. Linking visitor motivation with attitude towards management restrictions on use in a national park. *Journal of outdoor recreation and tourism* 9: 77–86.
- Gundersen, V., Nerhoel, I., Strand, O., Wold, L. C., Rybråten, S., Dokk, J. G., Vistad, O. I. & Selvaag, S. K. 2017. Ferdsel og bruk av Forollhogna villreinområde. NINA Rapport 1331. Norsk institutt for naturforskning. 168 s.
- Gundersen, V., Vistad, O. I., Panzacchi, M., Strand, O. & B. Van Moorter. 2019. Large-scale segregation of tourists and wild reindeer in three Norwegian national parks: Management implications. *Tourism Management*, 75, 22-33.
- Gundersen, V., Myrvold, K. M., Rauset, G. R., Selvaag, S. K. & O. Strand. 2020a. Spatiotemporal tourism pattern in a large reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) range as an important factor in disturbance research and management, *Journal of Sustainable Tourism*.
- Gundersen, V. & Singsaas, M. 2020b. Forvaltning av hensynsfull ferdsel i villreinområder. Tidsskriftet Utmark (fagfelleverdert).
- Gundersen, V., Selvaag, S. K., Strand, O., Rauset, G. R., Romtveit, L., Dokk, J. G., Wold, L. C., Panzacchi, M., van Moorter, B., Mossing, A. og Holter, T. 2021a. Ferdsel i Hardangervidda villreinområde - Antall brukere og fordeling på areal over tid. NINA Rapport 1909. Norsk institutt for naturforskning.
- Gundersen, V., Kaltenborn, B. P., Strand, O. & G. Kofinas. 2021b. Human and wild reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) coexistence in Europe: The need for a socio-ecological framework. *Landscape Research* (innsendt manus 2021).
- Gutzwiller, K. J., D'Antonio, A. L., & Monz, C. A. 2017. Wildland recreation disturbance: Broad-scale spatial analysis and management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(9), 517–524.
- Hagen, D., Eide, N. E., Evju, M., Gundersen, V., Stokke, B., Vistad, O. I., Rød-Eriksen, L., Olsen, S. L. & Fangel, K. 2019. Håndbok. Sårbarhetsvurdering av ferdselslokalteter i verneområder, for vegetasjon og dyreliv. NINA Temahefte 73. Norsk institutt for naturforskning.
- Hansen, H., Kapperud, G., Mysterud, A., Solber, E. J., Strand, O., Tranulis, M., Ytrehus, B., Asmyhr, M. G. & D. Grahek-Ogden. 2017. CWD in Norway – a state of emergency for the future of cervids (Phase II). Opinion of the panel on Biological Hazards, ISBN: 978-82-8259-266-6, Oslo, Norway
- Helle, T., Hallikainen, V., Särkelä, M., Haapalehto, M., Niva, A. & Puoskari, J. 2012. Effects of a holiday resort on the distribution of semidomesticated reindeer. *Annales Zoologici Fennici*, 49, 23-35.
- Henriksen, V. & Indrelid, S. 1979. Vidde og mennesket. - I Nyquist, P., red. Hardangervidda. Grøndahl & Søns Forlag AS, Oslo. s. 46-149.
- Kaltenborn, B. P., Haaland, H., & Sandell, K. 2001. The public right of access – Some challenges to sustainable tourism development in Scandinavia. *Journal of Sustainable Tourism*, 9(5), 417–434.

- Kaltenborn, B. P., Andersen, O., & Gundersen, V. 2014a. The role of wild reindeer as a flagship species in new management models in Norway. *Norsk Geografisk Tidsskrift – Norwegian Journal of Geography*, 68(3), 168–177.
- Kaltenborn, B. P., Hongslo, E., Gundersen, V., & Andersen, O. 2014b. Public perceptions of planning objectives for regional level management of wild reindeer in Norway. *Journal of Environmental Planning and Management*, 58(5), 819–836.
- Klein, D. R. 1971. Reaction of reindeer to obstructions and disturbances. - *Science* 173: 393-398.
- Kjørstad, M., Bøthun, S. W., Gundersen, V., Holand, Ø., Madslie, K., Mysterud, A., Myren, I. N., Punsvik, T., Røed, K. H., Strand, O., Tveraa, T., Tømmervik, H., Ytrehus, B. & Veiberg, V. (red.). 2017. Miljøkvalitetsnorm for villrein - Forslag fra en ekspertgruppe. – NINA Rapport 1400.
- Leblond, M., Dussault, C., & Ouellet, J. P. 2013. Avoidance of roads by large herbivores and its relation to disturbance intensity. *Journal of Zoology*, 289, 32–40. doi.org/10.1111/j.1469-7998.2012.00959.x
- Lesmerises, F., Johnson, C. J., & St-Laurent, M.-H. 2017. Refuge or predation risk? Alternate ways to perceive hiker disturbance based on maternal state of female caribou. *Ecology and Evolution*, 7, 845–854. doi.org/10.1002/ece3.2672
- Lesmerises, F., Dery, F., Johnson, C. J., & St-Laurent, M. H. 2018. Spatiotemporal response of mountain caribou to the intensity of backcountry skiing. *Biological Conservation*, 217, 149–156. doi.org/10.1016/j.bioco.2017.10.030
- Loison, A. & Strand, O. 2005. Allometry and variability to resource allocation to reproduction in a reindeer population. *Behavioural Ecology*, 16, 624-633.
- Lundberg, A. K., Gundersen, V., Fauchald, O. K., Vistad, O. I., Fedreheim, G. E., Bardal, K. G. & A. Gjertsen. 2021. Evaluering av forvaltningsordning for nasjonalparker og andre store verneområder. NF rapport nr: 01/2021. ISBN nr: 978-82-7321-812-4 (trykt) 978-82-7321-813-1 (digital)
- McFadden, J. E., Hiller, T. L., & Tyre, J. 2011. Evaluating the efficacy of adaptive management approaches: Is there a formula for success? *Journal of Environmental Management*, 92(5), 1354–1359.
- Manning, R. 2010. *Studies in outdoor recreation* (3rd ed.). Oregon State University Press.
- Monz, C. A., Cole, D. N., Leung, Y.-F., & Marion, J. L. 2010. Sustaining visitor use in protected areas: Future opportunities in recreation ecology research based on the USA experience. *Environmental Management*, 45(3), 551–562.
- Monz, C. A., Pickering, C. M., & Hadwen, W. L. 2013. Recent advances in recreation ecology and the implications of different relationships between recreation use and ecological impacts. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(8), 441–446.
- Mossing, A. og Heggnes, J. 2010. Kartlegging av villreinens arealbruk på Hardangervidda. NVS Rapport 7/2010.
- Mossing, A. & Romtveit, L. 2017. Villreinen i Brattefjell-Vindeggen - Kunnskapsstatus og arealbruk. NVS Rapport 21/2017
- Mysterud, A., Madslie, K., Engesæter, I., Viljugrein, H., Vikøren, T., Andersen, R., Guere C., Mariella E., Benestad, Sylvie L., Hopp, P., Strand, O., Ytrehus, B., Røed, K., Rolandsen, C. M., & J. Våge. 2019a. The demographic pattern of infection with chronic wasting disease in reindeer at an early epidemic stage. *Ecosphere* 10(11), 1-11.
- Mysterud, A., Strand, O. & C. M. Rolandsen. 2019b. Efficacy of Recreational Hunters and Marksmen for Host Culling to Combat Chronic Wasting Disease in Reindeer. *Wildlife Society Bulletin*: 43(4), 683-692.
- Mysterud, A., Strand O. & C.M. Rolandsen. 2020a. Embracing fragmentation to save reindeer from disease. *Conservation Science and Practice*, 2(8).
- Mysterud, A., Hopp, P., Ruud Alvseike, K., Benestad, S. L., Nilsen, E. B., Rolandsen, C. M., Strand, O., Våge, J. & H. Viljugren. 2020b. Hunting strategies to increase detection of chronic wasting disease in cervids. *Nature Comm.*

- Mysterud, A., Rauset, G. R., Van Moorter, B., Andersen R., Strand, O. & I. M. Rivrud. 2020c. The last moves: the effect of hunting and culling on the risk of disease spread from a population of reindeer. *J. Appl. Ecol.*
- Nellemann, C., Vistnes, I., Jordhøy, P. & Strand, O. 2001. Winter distribution of wild reindeer in relation to power lines, roads and resorts. *Biological Conservation*, 101, 351-360.
- Nellemann, C., Vistnes, I., Jordhøy, P., Strand, O. & Newton. A. 2003. Progressive impact of piece-meal infrastructure development on wild reindeer. *Biological Conservation*, 113, 307–317.
- Nellemann, C., Vistnes, I., Jordhøy, P., Stoen, O. G., Kaltenborn, B. P., Hanssen F. & Helgesen, R. 2010. Effects of recreational cabins, trails and their removal for restoration of reindeer winter ranges. *Restoration Ecology*, 18, 873–881.
- Nilsen, E. B. & O. Strand. 2018. Integrating data from multiple sources for insights into demographic processes: Simulation studies and proof of concept for hierarchical change-in-ratio models. *PLoS ONE* 13(3):e0194566.
- Odden, A., 2008. Hva skjer med norsk friluftsliv? En studie av utviklingstrekk i norskfriluftsliv 1970–2000 (What is Happening to Norwegian Outdoor Recreation? A Study of Developments in Norwegian Outdoor Recreation 1970–2000). Norwegian University of Science and Technology, Trondheim (In Norwegian; PhD).
- Panzacchi, M., Van Moorter B. & V. Veiberg. 2020. OneImpact – et mål på samlet miljøbelastning. Villreinen, s. 44-48
- Panzacchi, M., Van Moorter B., Jordhøy, P. & Strand, O. 2013a. Learning from the past to predict the future: Modeling archaeological findings and GPS data to quantify reindeer sensitivity to anthropogenic disturbance in Norway. *Landscape Ecology*, 28, 847–859.
- Panzacchi, M., Van Moorter, B. & Strand, O. 2013b. A road in the middle of one of the last wild reindeer migrations routes in Norway: crossing behavior and threats to conservation. *Rangifer*, 33, 15-26.
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., Strand, O., Loe, L. E. & Reimers, E. 2015. Searching for the fundamental niche using individual-based habitat selection modelling across populations. *Ecography*, 38, 659-669.
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., Strand, O., Saerens, M., Ki, I. K., St Clair, C. C., Herfindal, I. & Boitani, L. 2016. Predicting the continuum between corridors and barriers to animal movements using Step Selection Functions and Randomized Shortest Paths. - *Journal of Animal Ecology* 85: 32-42.
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., Strand, O., Kivimäki, I., Særens, M., Ruud, A., Bøthun, S.W., V. Gundersen, Thomassen J., Veiberg, V. m.fl. (Red.). 2021 (under forberedelse). Villrein i Antropocen. Kumulative effekter av menneskelige aktiviteter på Europas siste villrein fjell, og simulering av effekter av avbøtende tiltak og arealforvaltningsalternativer NINA Temahefte 81. Norsk institutt for naturforskning.
- Raadik, J., Cottrell, S.P., Fredman, P., Ritter, P. & Newman, P. 2010. Understanding Recreational Experience Preferences: Application at Fulufjellet National Park, Sweden. *Scand. J. Hospitality Tourism* 10, 231–247.
- Reimers, E. 1997. Rangifer population ecology: a Scandinavian perspective. *Rangifer* 17: 105-118
- Reimers, E., Eftestøl, S. & Colman, J. E. 2003. Behaviour responses of wild reindeer to direct provocation by a snowmobile or skier. *Journal of wildlife management*, 67, 747-754.
- Reimers, E., Miller, F. L., Eftestøl, S., Colman, J. E. & Dahle, B. 2006. Flight by feral reindeer *Rangifer tarandus tarandus* in response to a directly approaching human on foot or on skis. *Wildlife Biology*, 12, 403-413.
- Reimers, E., Loe, L. E., Eftestøl, S., Colman, J. E. & Dahle, B. 2009. Effects of Hunting on Response Behaviors of Wild Reindeer. *Journal of Wildlife Management*, 73, 844- 851.
- Reimers, E., Røed, K. H., Flaget, Ø. & Lurås, E. 2010. Habituation responses in wild reindeer exposed to recreational activities. *Rangifer*, 30, 45-59.

- Reimers, E., Røed, K. & Colman, J. 2012. Persistence of vigilance and flight response behaviour in wild reindeer with varying domestic ancestry. *Journal of evolutionary biology*, 25, 1543-1554.
- Riungu, G. K., Peterson, B. P., Beeco, J. A., & Brown, G. 2018. Understanding visitors' spatial behavior: A review of spatial applications in parks. *Tourism Geographies*, 20(5), 833–857.
- Røed, K. H., Bjørnstad, G., Flagstad, Ø., Haanes, H., Hufthammer, A. K., Jordhøy, P. & Rosvold, J. 2014. Ancient DNA reveals prehistoric habitat fragmentation and recent domestic introgression into native wild reindeer. *Conservation Genetics*, 15, 1137-1149.
- Selboe, T. W. 2012. Omfang, forvaltning og konsekvenser for villrein (*Rangifer tarandus tarandus*) av motorisert ferdsel i Hardangervidda nasjonalpark. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Fakultet for miljøvitenskap og teknologi. Institutt for naturforvaltning, Ås.
- Selvaag S.K., Gundersen V., Dokk J.G., Romtveit, L., Strand, O., & T. Holter. 2018. Brukerundersøkelse i Hardangervidda nasjonalpark sommeren 2017. NINA Rapport 1530. Norsk institutt for naturforskning.
- Selvaag, S., Gundersen, V., Strand, O. & Lægreid, H. 2019. Ferdsel ut fra nasjonal turistveg Rv7 over Hardangervidda. En dokumentasjonsrapport. NINA Rapport 1703. Norsk institutt for naturforskning.
- Selvaag, S.K., Wold, L.C., & Gundersen, V. 2020. Lokalbefolkningsundersøkelse på Hardangervidda. Bruk og meninger om forvaltning blant hytteeiere, rettighetshavere og lokale. NINA Rapport 1855. Norsk institutt for naturforskning.
- Selvaag, S. K., Wold, L. C., Gundersen, V., Keller, R. & Vistad, O. I. 2021. Norgesferie i krisetider – Hvordan så sommeren 2020 ut i fjellet? Tidsskriftet Utmark 2021. Fagfellevurdert.
- Sarkki, S., Komu, T., Heikkinen, H. I., García, N. A., Lépy, É. & Herva, V. P. 2016. Applying a synthetic approach to the resilience of Finnish reindeer herding as a changing livelihood. *Ecology and Society*, 21, 14.
- Singsaas, M. & V. Gundersen. 2020. Utbygging, aktivitet og ferdsel i villreinområder: Sonering som redskap? Tidsskriftet Utmark (innsendt, fagfellevurdert).
- Skarin, A., Danell, Ö., Bergström, R. & Moen, J. 2004. Insect avoidance may override human disturbances in reindeer habitat selection. *Rangifer*, 24, 95-103.
- Skarin, A., Danell, Ö., Bergström, R. & Moen, J. 2008. Summer habitat preferences of GPS-collared reindeer *Rangifer tarandus tarandus*. *Wildlife Biology*, 14, 1-15.
- Skarin, A., & Åhman, B. 2014. Do human activity and infrastructure disturb domesticated reindeer? The need for the reindeer's perspective. *Polar Biology*, 37, 1041-1054.
- Skarin, A., Nellemann, C., Rønnegard, L., Sandström, P. & Lundqvist, H. 2015. Wind farm construction impacts reindeer migration and movement corridors. *Landscape Ecology*, 30, 1527-1540.
- Skogland, T. 1986. Movements of tagged and radio-instrumented wild reindeer in relation to habitat alteration in the Snøhetta region, Norway. *Rangifer*, 1, 267-272.
- Skogland, T. 1990a. Density dependence in a fluctuating wild reindeer herd; maternal vs. offspring effects. *Oecologia* 84: 442-450.
- Skogland, T. 1990b. Villreinens tilpasninger til naturgrunnet. NINA Forskningsrapport 10.
- Skogland, T. & Grøvan, B. 1988. The effects of human disturbance on the activity of wild reindeer in different physical condition. *Rangifer*, 8, 11-19.
- Stankowich, T. 2008. Ungulate flight responses to human disturbance: A review and meta-analysis. *Biological Conservation*, 141, 2159-2173.
- Strand, O., Bevanger, K. & Falldorf, T. 2005. Reinens bruk av Hardangervidda. Sluttrapport fra Rv7-prosjektet. NINA Rapport 131.
- Strand, O., Fangel, K., Gundersen, V. S., Andersen, O., Andersen, R. & Jordhøy, P. 2010. Ferdsel i villreinens leveområder. NINA Rapport 551. Norsk institutt for naturforskning. 101 s.



- Strand, O. H., Panzacchi, M., Jordhøy, P. & Andersen, R. 2011a. Villreinens bruk av Setesdalsheiene - Sluttrapport fra GPS-merkeprosjektet 2006-2010. NINA Rapport 694. Norsk institutt for naturforskning. 143 s.
- Strand, O., Jordhøy, P., Mossing, A., Knudsen, P. Aa., Nesse, L., Skjerdal, H., Panzacchi, M., Andersen, R. & Gundersen, V. 2011b. Villreinen i Nordfjella- status og leveområde. NINA rapport 634.
- Strand, O. H., Panzacchi, M., Jordhøy, P. & Andersen, R. 2011c. Villreinens bruk av Setesdalsheiene - Sluttrapport fra GPS-merkeprosjektet 2006-2010. NINA Rapport 694. Norsk institutt for naturforskning. 143 s.
- Strand, O., Flemsæter, F., Gundersen, V. & Rønningen, K. 2013. Horisont Snøhetta. - NINA Temahefte 51.
- Strand, O., Gundersen, V., Jordhøy, P., Andersen, R., Nerhoel, I., Panzacchi, M. & Van Moorter, B. 2014a. Villrein og ferdsel i Rondane : sluttrapport fra GPS-merkeprosjektet 2009-2014. NINA Rapport 1013. Norsk institutt for naturforskning. 170 s.
- Strand, O., Gundersen, V., Jordhøy, P., Andersen, R., Nerhoel, I., Panzacchi, M. & Van Moorter, B. 2014b. Villrein og ferdsel i Rondane. Sluttrapport fra GPS-merkeprosjektet 2009-2014. – NINA Rapport 1013.
- Strand, O., Jordhøy, P., Panzacchi, M. & Van Moorter, B. 2015a. Veger og villrein. Oppsummering- overvåking av Rv7 over Hardangervidda. NINA Rapport 1121. Norsk institutt for naturforskning. 47 s.
- Strand, O., Gundersen, V., Jordhøy, P., Andersen, R., Nerhoel, I., Panzacchi, M. & Van Moorter, B. 2015b. Villreinens arealbruk i Knutshø. Resultater fra GPS-undersøkelsene. – NINA Rapport 1019.
- Strand, O., Colman, J. E., Eftestøl, S., Sandström, P., Skarin, A. & Thomassen, J. 2017. Vindkraft og reinsdyr – en kunnskapssyntese. NINA Rapport 1305. Norsk institutt for naturforskning. 62 s.
- Strand, O. & Gundersen, V. 2019a. Silhuett Rondane – Hvordan bevare villreinen. NINA Temahefte 74. Norsk institutt for naturforskning.
- Strand, O., Gundersen, V., Thomassen, J., Andersen, R., Rauset, G. R., Romtveit, L., Mossing, A., Bøthun, S.W. & Ruud, A. 2019b. GPS villreinprosjektet i Setesdal-Ryfylke – avbøtende tiltak. NINA Rapport 1306. Norsk institutt for naturforskning. 47 s.
- Tsegaye, D., Colman, J. E., Eftestøl, S., Flydal, K., Røthe, G., & Rapp, K. 2017. Reindeer spatial use before, during and after construction of a wind farm. *Applied Animal Behaviour Science*, 195, 103–111.
- Tveitnes, A. 1980. Lavgransking på Hardangervidda, 1951-1979. Forskning og forsøk i landbruket. Supplementhefte nr. 5
- Tyre, A. J., & Michaels, S. 2011. Confronting socially generated uncertainty in adaptive management. *Journal of Environmental Management*, 92(5), 1365–1370.
- Tyler, N., Stokkan, K.-A., Hogg, C., Nellemann, C., Vistnes, A. I. & Jeffery, G. 2014. Ultraviolet vision and avoidance of power lines in birds and mammals. - *Conservation Biology*, 28, 630-631.
- Tyler, N. J. C., Stokkan, K.-A., Hogg, C. R., Nellemann, C. & Vistnes, A. I. 2016. Cryptic impact: Visual detection of corona light and avoidance of power lines by reindeer. - *Wildlife Society Bulletin* 40: 50-58.
- Falldorf, T. 2012. Habitat use of wild reindeer (*Rangifer t. tarandus*) in Hardangervidda, Norway. PhD, Faculty of Geosciences, Hamburg University.
- Wold, L. C., Gundersen, V., Nerhoel, I., Strand, O. Panzacchi, M., Dokk, J. G. & O. Andersen. 2012. Friluftsliv og turisme i Nordfjella villreinområde - NINA Rapport 850. 37 s.
- Vaa, J. & Bitustøyl, K. 2015. Reinen på Hardangervidda. Natur og kultur. Hardangervidda Villreinutval. 328 s.
- Viljugrein, H., Hopp, P., Benestad, S. L., Nilsen, E. B., Våge, J., Tavoranpanich, S., Rolandsen, C., Strand, O. & A. Myrnes. 2018. A method that accounts for differential detectability in mixed samples of long-term infections with applications to the case of Chronic Wasting Disease in cervids. *Methods in Ecology and Evolution*. doi: 10.1111/2041-210X.13088

- Vistnes, I., Nellemann, C., Jordhøy, P. & Stoen, O. G. 2008. Summer distribution of wild reindeer in relation to human activity and insect stress. *Polar Biology*, 31, 1307–1317.
- Vistnes, I., Nellemann, C., Jordhøy, P. & Strand, O. 2004. Effects of infrastructure on migration and range use of wild reindeer. *Journal of Wildlife Management*, 68, 101-108.
- Ytrehus, B., Grahek-Ogden, D., Strand, O., Tranulis, M., Mysterud, A., Aspholm, M., Jore, S., Kapperud, G., Møretrø, T., Nesbakken, T., Robertson, L., Melby, K. & T. Skjerdal. 2018. Factors that can contribute to spread of CWD – an update on the situation in Nordfjella, Norway Statement of the Panel on biological hazards. ISBN: 978-82-8259-316-8. Norwegian Scientific Committee for Food and Environment (VKM), Oslo, Norway.
- Ytrehus, B., Asmyhr, M. G., Hansen, H., Nilsen, E. B., Mysterud, A., Strand, O., Tranulis, M. A., Våge, J., Kapperud, G., Madslie, K. I., Rueness, E. K. & Y. Wasteson. 2021. Handlingsrommet etter påvisning av skrantesyke (Chronic Wasting Disease, CWD) på Hardangervidda - grunnlag for fremtidige forvaltningsstrategier. Vitenskapelig uttalelse fra Vitenskapskomiteen for Mat og Miljø (VKM). VKM Report 2021:1-122.



*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: 978-82-426-4677-4

## 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