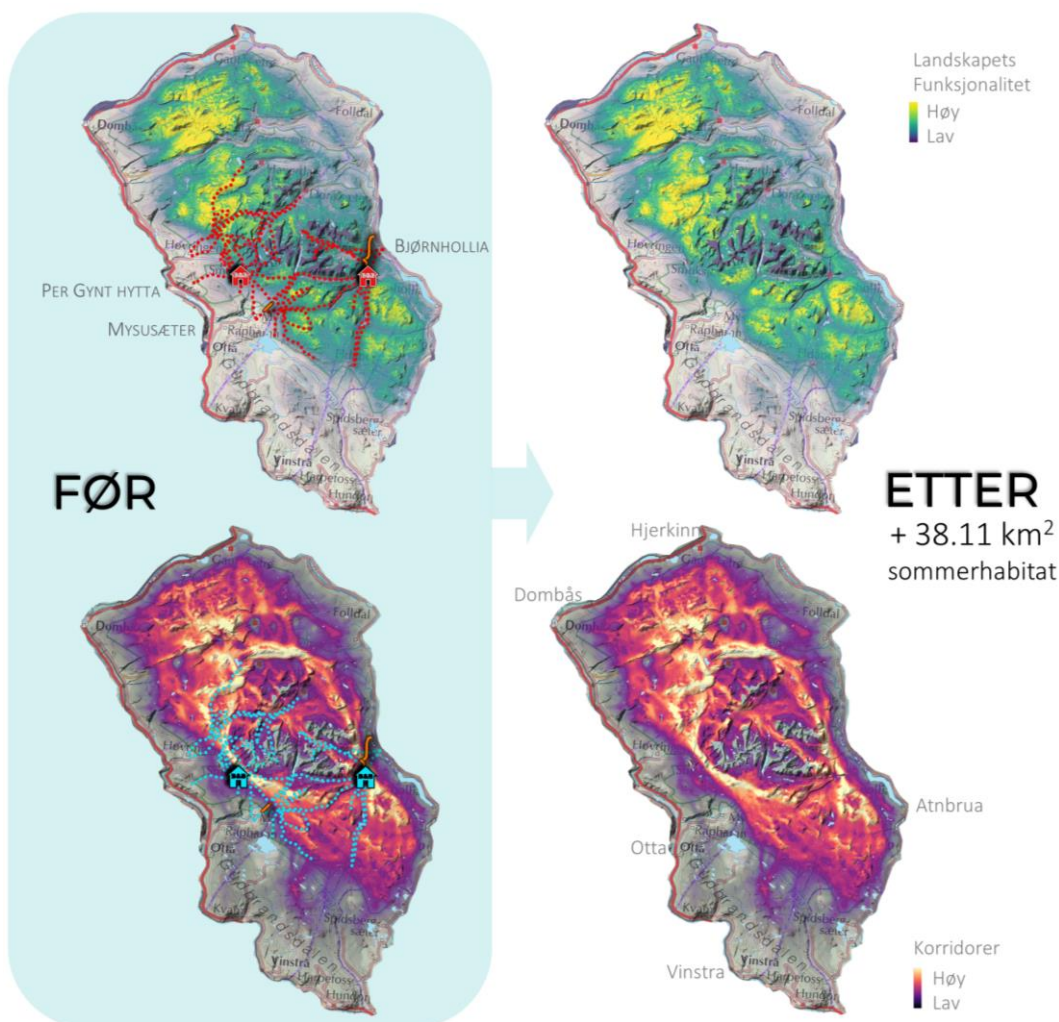


Scenarioanalyser

Evaluering av effekten av avbøtende tiltak for villrein i Rondane Nord

Bernardo Brandão Niebuhr, Manuela Panzacchi, Bram van Moorter, Vegard Gundersen, Torkild Tveraa



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.

Scenarioanalyser

evaluering av effekten av avbøtende tiltak for villrein i Rondane Nord

Bernardo Brandão Niebuhr
Manuela Panzacchi
Bram van Moorter
Vegard Gundersen
Torkild Tveraa

Niebuhr, B.B., Panzacchi, M., van Moorter, B., Gundersen, V., & Tveraa, T. 2023. Scenarioanalyser – evaluering av effekten av avbøtende tiltak for villrein i Rondane Nord. NINA Rapport 2359. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, November 2023

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5162-4

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Lajla Tunaal White

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Signe Nybø (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

M-2640|2023

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Karen Lone

FORSIDEBILDE

Scenario resultater i Rondane Nord © M. Panzacchi

NØKKEWORD

- Norge, Rondane villreinområde
- Villrein
- Avbøtende tiltak
- Kvalitetsnorm for villrein
- Tiltaksplaner
- Konsekvensutredning
- Konnektivitet, korridorer
- Leveområdets funksjonalitet

KEY WORDS

- Norway, Rondane wild reindeer area
- Wild reindeer
- Mitigation measures
- QualityNorm for wild reindeer
- Action plans
- Impact assessment
- Connectivity, corridors
- Habitat functionality

KONTAKTOPPLYSNINGER

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

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

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

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

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

www.nina.no

Sammendrag

Niebuhr, B.B., Panzacchi, M., van Moorter, B., Gundersen, V., & Tveraa, T. 2023. Scenarioanalyser – evaluering av effekten av avbøtende tiltak for villrein i Rondane Nord. NINA Rapport 2359. Norsk institutt for naturforskning.

'Kvalitetsnormen for villrein' klassifiserer tilstanden av villreinområdene basert på tre måle-parametere, hvorav den ene – i fokus i rapporten – er menneskelig arealpåvirkning på leveområdene som gir seg utslag i habitattap. Videre prosesser skal avklare hvilke utfordringer de ulike områdene har, og gi grunnlag for utvikling av tiltaksplaner for å nå kvalitetsmålene.

I noen tilfeller kan det være aktuelt å bruke statistiske scenarioanalyser for arealinngrep for å innhente supplerende kunnskapsgrunnlag for å vurdere og prioritet tiltakene som kan bedre leveområder for villrein. Sommeren 2023 mottok Miljødirektoratet forespørslers for 57 scenarier i Rondane, Hardangervidda, Nordfjella, Snøhetta, Knutshø, Setesdal. I denne rapporten presenterer vi resultatene fra scenarioanalyser for Rondane Nord.

Historiske villreintrekk er brutt av menneskelig forstyrrelser de siste tiårene, slik at Rondane nord er delt i to delbestander, nord og sør for elva Ula. Det ble foreslått 2 hovedscenarier for å få kunnskap om hvilket sett av tiltak som ville være mest effektivt for å gjenopprette et trekk mellom delbestandene, sommerstid. I scenario 1, i øst, skal Bjørnhollia turisthytte og stier/vei til/fra fjernes. Scenario 2, i vest, består av 2 deler: fjerning av Peer-Gynt-hytta og stier til/fra (2A), og fjerning av stier og en veistrekning mellom Mysusæter-Rondvassbu (2B).

Resultater bekrefter at tilkoblingen for villrein mellom nord og syd for Ula er svært kritisk, da området stort sett er delt i to ved Rondanemassivet pga. en kombinasjon av topografi og turisme. Modellen fanger godt opp de historiske korridorene mellom de to delbestandene i Rondane Nord – identifisert ut fra data om fangstanlegg og lokalkunnskap. Det er pekt på to (tre) muligheter for villreinen hvis den skulle bevege seg gjennom Rondane Nord: i øst, ved Bjørnhollia, og i vest, ved Peer Gynt Hytta. Disse historiske korridorene kan imidlertid ikke lenger defineres som funksjonelle korridorer i høyturistsesongen, og vi har laget scenarier for å undersøke om fjerning av infrastruktur i disse to områdene, kan opprette korridoren igjen.

Hvorvidt villrein kan bruke disse historiske korridorene i dag avhenger av hvor mye infrastruktur og menneskelige aktiviteter det er i korridorene. Det er også avhengig av hvor villig eller motivert villreinen kan være til å «ta risiko» og bevege seg gjennom områder som fortsatt vil være ganske preget av menneskelige forstyrrelser, selv om de foreslåtte infrastrukturene ville bli fjernet. Vi har derfor simulert de foreslåtte scenariene ift. fjerning av infrastruktur (1, 2A, 2B), i kombinasjon med tre «atferds scenarier», ved å endre modellparameteren, α , som beskriver om villrein er mer eller mindre risikovillige og motivert til å nå nye beiteområdene.

Basert på modellene er det følgende resultater om effekt av ulike tiltak som trekkes fram:

- Scenarioet som forventes å gi den høyeste økningen i funksjonalitet er åpenbart scenario 1-2A+B, hvor all infrastruktur fjernes (38,1 km²).
- Det beste "enkelttiltak" er å fjerne turisthytta Bjørnhollia (1, øst); dette forventes å gi samme gevinst i funksjonalitet (19,4 km²) som å fjerne all infrastruktur i vest (2A+B; 19,5 km²). Dette fordi selv om de foreslåtte infrastrukturene på vestsiden skulle fjernes (2A+B), vil det likevel være forstyrrelseskilder i nærområdet som påvirker et ganske stort område, nemlig en høy tetthet av private hytter med tilhørende infrastruktur og forstyrrelseskilder.
- Scenariene 2B eller 2A hver for seg forventes ikke å åpne korridoren helt, også fordi de ville ta tak i kun en av de to barrierene reinen må krysse. Tvert imot vil fjerning av infrastruktur på østsiden i større grad fjerne forstyrrelser i området.
- Fjerning av begge barrierene på vestsiden (2A+B) forventes imidlertid å gi høy mengde funksjonelt habitat, spesielt i tilfellet villrein vil være mer risikovillig - da området de måtte

ha krysset er mer forstyrret enn området i øst. Reinen vil kunne være mer motivert til å ta flytte seg for eksempel ved økte forstyrrelser i beiteområdene, økt bestandstetthet, dårlige beiteforhold eller værforhold.

For å sikre tilkoblingen og forbindelsene mellom villreinområdene er det viktig å vurdere all infrastruktur og forstyrrelseskilder langs hele korridorer, fra start til slutt.

Bernardo Brandão Niebuhr (bernardo.brandao@nina.no), Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Manuela Panzacchi (manuela.panzacchi@nina.no), Norsk institutt for naturforskning, Sognsveien 68, 0855 Oslo

Bram van Moorter (bram.van.moorter@nina.no), Norsk institutt for naturforskning, Sognsveien 68, 0855 Oslo

Vegard Gundersen (vegard.gundersen@nina.no), Norsk institutt for naturforskning, Vormstuguveien 40, 2624 Lillehammer

Torkild Tveraa (torkild.tveraa@nina.no), Norsk institutt for naturforskning, Framsenteret, Postboks 6606 Langnes, 9296 Tromsø

Abstract

Niebuhr, B.B., Panzacchi, M., van Moorter, B., Gundersen, V., & Tveraa, T. 2023. Scenario analyses – assessing the effect of mitigation measures on wild reindeer in Rondane Nord. NINA Report 2359. Norwegian Institute for Nature Research.

The Norwegian government has recently introduced a 'Quality norm' to classify the status of the wild reindeer management areas. One of the parameters to do so is human impact on habitats. Further processes must assess the main anthropogenic drivers in each area, to support the development of action plans and mitigation measures to achieve the quality targets.

In some cases, it is relevant to use statistical scenario analyzes to obtain knowledge for assessing and prioritizing mitigation measures for wild reindeer. In 2023, the Norwegian Environment Agency received requests for 57 scenarios from the project groups involved in the action plans in Rondane, Hardangervidda, Nordfjella, Snøhetta, Knutshø, Setesdal. Here we present the results for Rondane Nord.

Historical wild reindeer migratory routes have been disrupted in recent decades by human disturbance. Rondane Nord got divided into two sub-populations, north and south of Ula. Two scenarios were proposed to understand which measures would be the most effective in restoring migrations between subpopulations during summer. In scenario 1, in the east, Bjørnhollia tourist hut and paths/road to/from the cabin are to be removed. Scenario 2, in the west, consists of 2 sub-scenarios: removal of the Peer-Gynt Hytta and paths to/from it (2A), and removal of paths and a road section between Mysusæter and Rondvassbu (2B).

The results confirm that the connectivity status in Rondane Nord is critical for reindeer migration, as the area is divided in two by the *Rondanemassivet* due to both topography and tourism. The model captures well the historical corridors –as confirmed by local knowledge and data on trapping facilities. This points to two (three) movement corridor possibilities, if the reindeer were to move through Rondane in the North: one on the East, passing by Bjørnhollia, and one on the West, going through Peer Gynt Hytta. However, these can no longer be defined as functional corridors during the tourist season.

If reindeer can use these historic corridors depends on infrastructure in the corridors, but also on how motivated they may be to "take risks" and move through areas under human disturbance, if the proposed infrastructure was removed. We have therefore simulated the proposed scenarios in relation to removal of human activity (1, 2A, 2B), in combination with 3 "behavioral scenarios", by changing a model parameter, α . It describes whether reindeer would be more or less risk-averse and motivated to reach the grazing areas on the other side of the *Rondanemassivet*.

Based on the models, we can highlight the following results:

- The scenario expected to give the highest increase in functionality is scenario 1-2A+B, where all infrastructure is removed (38.1 km²).
- The best "single measure" is to remove Bjørnhollia (1, East); this is expected to give the same gain in functionality (19.4 km²) as removing all infrastructure in the West (2A+B; 19.5 km²). This is because even if the infrastructure on the West side were to be removed (2A+B), there will still be sources of disturbance in the surroundings that affect a large area (a high density of private cabins with associated disturbance).
- Scenarios 2B or 2A individually are not expected to open the corridor completely – they would address only one of the two barriers reindeer must cross. In contrast, removal of infrastructure on the East will to a greater extent "free" the surrounding area from disturbance.
- However, removal of both barriers on the west side (2A+B) is expected to provide a high amount of functional habitat, especially if reindeer are less risk-averse – as the area they

must cross is highly disturbed. Reindeer may be more motivated to move, for example, if disturbance in grazing areas or population density increase, or under poor grazing or weather conditions.

To ensure effective connectivity, it is important to assess all infrastructure and sources of disturbance along the entire corridors, from the start to the end.

Bernardo Brandão Niebuhr (bernardo.brandao@nina.no), Norsk institutt for naturforskning, PO box 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Manuela Panzacchi (manuela.panzacchi@nina.no), Norsk institutt for naturforskning, Sognsveien 68, 0855 Oslo

Bram van Moorter (bram.van.moorter@nina.no), Norsk institutt for naturforskning, Sognsveien 68, 0855 Oslo

Vegard Gundersen (vegard.gundersen@nina.no), Norsk institutt for naturforskning, Vormstuguveien 40, 2624 Lillehammer

Torkild Tveraa (torkild.tveraa@nina.no), Norsk institutt for naturforskning, Framsenteret, PO box 6606 Langnes, 9296 Tromsø

Innhold

| | |
|--|-----------|
| Sammendrag | 3 |
| Abstract | 5 |
| Innhold | 7 |
| Forord | 8 |
| 1 Innledning | 9 |
| 1.1 Scenarioanalyser i tiltaksplaner..... | 9 |
| 2 Data | 10 |
| 3 Metodikken | 13 |
| 3.1 Habitat kvalitet og barrierer | 13 |
| 3.2 Leveområdets funksjonalitet og korridorer | 13 |
| 3.3 Scenarioanalyser | 14 |
| 4 Oversikt over modellresultater for Rondane Nord | 16 |
| 4.1 Habitatkvalitet, menneskelig fotavtrykk og barrierer | 16 |
| 4.2 Landskaps konektivitet | 20 |
| 4.3 Ville villreinen vært villig til å bruke de historiske korridorene?..... | 23 |
| 5 Scenarioanalyser for avbøtende tiltak i Rondane Nord | 27 |
| 5.1 Oversikt over scenarier | 27 |
| 5.2 Resultater av scenarioanalysene: effekt av avbøtende tiltak..... | 30 |
| 5.3 Scenario 1 – Bjørnhollia (Øst) | 33 |
| 5.4 Kommentarer | 37 |
| 5.5 Scenario 12AB – Fjern all infrastruktur..... | 44 |
| 6 Konklusjon | 45 |
| Anerkjennelser | 47 |
| 7 Referanser | 48 |

Forord

Scenarioanalysen for Rondane Nord som er presentert i denne rapporten er utviklet på oppdrag fra Miljødirektoratet for å støtte arbeidet med tiltaksplaner ift. Kvalitetsnorm for villrein (Roland- sen et al., 2022). Prosjektet fra Miljødirektoratet bygger på NINAs interne prosjekt som fokuserer på å bruke rammeverktøyet beskrevet i Panzacchi et al. (2022) og Lelotte (2021) for å understøtte kvalitetsnormens vurdering av habitattap for villrein (jf. Delnorm3).

Resultatene bygger på en stor mengde statistiske modeller tidligere utviklet for alle villreinområ- dene. Takk til Forskningsrådsprosjektene – RenewableReindeer, ProdChange og OneImpact – også støttet av Miljødirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat NVE, Sira Kvina Kraft- selskap, Villreinprosjektet i Setesdalsheiene v/ Statkraft, Norsk Villreinsenter, Villreinrådet, Siri Bøthun Naturforvaltning, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet NMBU, Sintef. Vi takker også en lang rekke internasjonale partnere. Modellene bygget også på en stor mengde GPS- data som har blitt samlet gjennom flere lokale prosjekter, og på lokalkunnskap fra de enkelte villreinområdene. Takk til alle.

Prosjektet har tre hoved leveransere:

- Faglig grunnlag for bruk av modeller i klassifiseringsarbeidet: dette er publisert i en nett- basert Dashboard (<https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap>) og i NINA rapport 2342 (Van Moorter, Panzacchi, et al., 2023);
- Utarbeidelse, effektivisering og dokumentasjon av koden slik at scenarioanalyser (Dorber et al., 2023; Panzacchi, Van Moorter, Tveraa, et al., 2022) enkelt kan brukes til å forutsi effekten av avbøtende tiltak eller nybygg i ulike villreinområder i fremtiden;
- Scenarioanalyser for å simulere effekten av ulike avbøtende tiltak i Rondane Nord, som er presentert i denne rapporten.

Prosjektgruppen for «Tiltaksplaner i Rondane Nord» har vært direkte involvert i å kontrollere nøyaktigheten av lokale data om infrastruktur og menneskelige aktiviteter, i å diskutere forelø- pige versjoner av scenarier og modeller, og i å gi tilbakemeldinger og nyttige tips for å slutføre resultatene.

Det har vært spennende å jobbe med et så erfaren, dyktig og trivelig team, og vi setter pris på de mange nyttige tilbakemeldingene og ideene som vil hjelpe oss med å gjøre scenarioanalyser enda mer relevant i fremtiden.

Fra vår side kan scenarier i villreinområder nå testes basert på mange års analyser og forarbeid utført av et team med ulik erfaring, kompetanse og ferdigheter. En stor takk til medforfatterne og alle som har bidratt.

27 Nov. 2023, Bernardo Brandão Niebuhr

1 Innledning

1.1 Scenarioanalyser i tiltaksplaner

Norge har nylig tatt i bruk 'Kvalitetsnorm for villrein' for å klassifisere tilstanden av de 24 villrein-områdene med referanse til tre parametere: bestandsforhold (Delnorm 1), lavbeiter (Delnorm 2), og menneskelig påvirkning på leveområdene (Delnorm 3; Rolandsen et al., 2022). Videre prosesser vil avklare hvilke utfordringer knyttet til forstyrrelser de ulike områdene har (påvirkningsanalyse), og gi grunnlag for utvikling av tiltaksplaner for å nå kvalitetsmålene. Prosessene baseres på ekspertvurderinger.

Når det gjelder arbeidet med tiltaksplaner har Miljødirektoratet sagt: «I noen tilfeller kan det være aktuelt å innhente supplerende kunnskapsgrunnlag for vurdering og prioritering av tiltakene, for eksempel gjennom simulering av effekter ved hjelp av statistiske analyser (scenarioanalyser)» (Miljødirektoratet 02.11.22). Initiativet til slike scenarioanalyser bør komme fra prosjektgruppene som lager tiltaksplanene, og Miljødirektoratet bør sammen med NINA prioritere hvilke prosjekter som skal settes i gang innenfor den tilgjengelige bevilgningsrammen.

Sommeren 2023 mottok NINA forespørsler om å teste for 57 scenarier i Rondane, Hardangervidda, Nordfjella, Snøhetta, Knutshø, Setesdal (i tillegg til i Reinheimen-Breheimen). Etter avtale med Miljødirektoratet ble det bestemt at Rondane Nord skulle prioriteres.

2 Data

I løpet av det siste tiåret er det utviklet statistiske modeller som analyserer ca. 3 millioner GPS-data av villrein med ca. 350 digitale kartfestede data som beskriver natur egenskaper (vegetasjon, klima, topografi og mm.), menneskelig aktivitet (turistvolum, Gundersen et al., 2019; Panzacchi, Van Moorter, Tveraa, et al., 2022) og infrastruktur (veier, private hytter, DNT hytter, vannkraft mm.).

De fleste GPS dataene er fra simler som, sammen med kalver, er representative for den mest sårbare delen av bestanden.

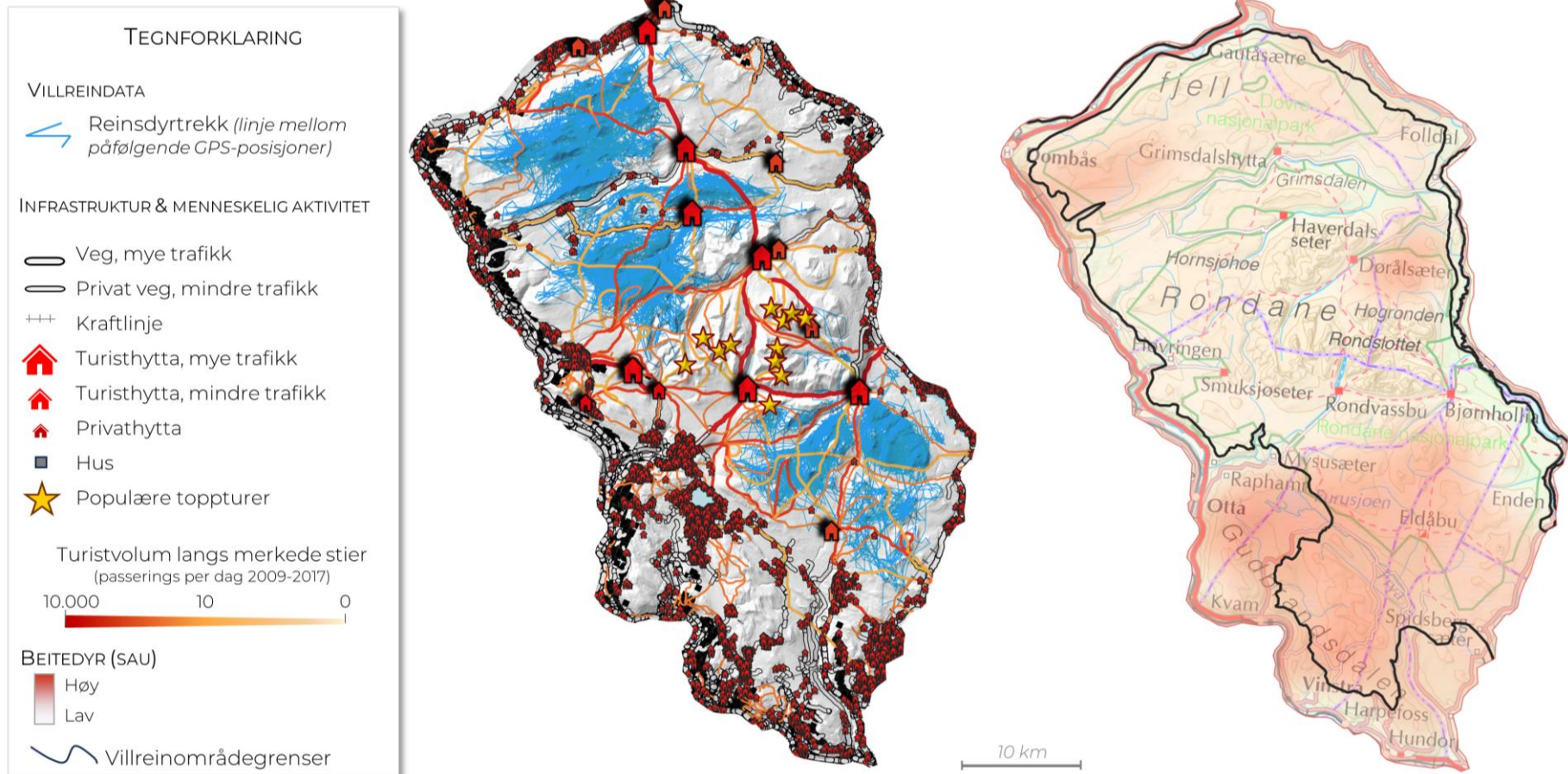
En fullstendig liste av data om vegetasjon, klima, topografi, infrastruktur, menneskelige aktiviteter og andre forstyrrelsesfaktorer brukt i modellene er beskrevet i [NINA rapport 2198](#) (Panzacchi, Van Moorter, Tveraa, et al., 2022), i [Dashbordet](#), i NINA rapport 2342 (Van Moorter, Panzacchi, et al., 2023), og i artiklene (Panzacchi et al., 2015, 2016).

Figur 1 og 2 viser de mest relevante dataene om infrastruktur, menneskelige aktiviteter og andre forstyrrelsesfaktorer i Rondane Nord, sammen med GPS data om reinsdyrbevegelser sommertid. Dashbordet (Van Moorter, Panzacchi, et al., 2023), viser også antall infrastruktur, eller km infrastrukturer, og menneskelige aktiviteter innenfor Rondane villreinområdet. Data om daglig turistvolum på merkede stier i Rondane er fra automatiske ferdsestellere i perioden 2009-2017, og er beskrevet i Gundersen et al. (2019). Data om daglig turistvolum på merkede stier i Rondane stammer fra en kombinasjon av brukerundersøkelser (svarkort og etterundersøkelse, Vorkinn og Andersen 2010) blant besøkende og automatiske ferdsestellere i perioden 2009-2017, som beskrevet i Gundersen et al. (2019), Andersen and Gundersen (2009), Gundersen et al. (2014) og Strand et al. (2015).

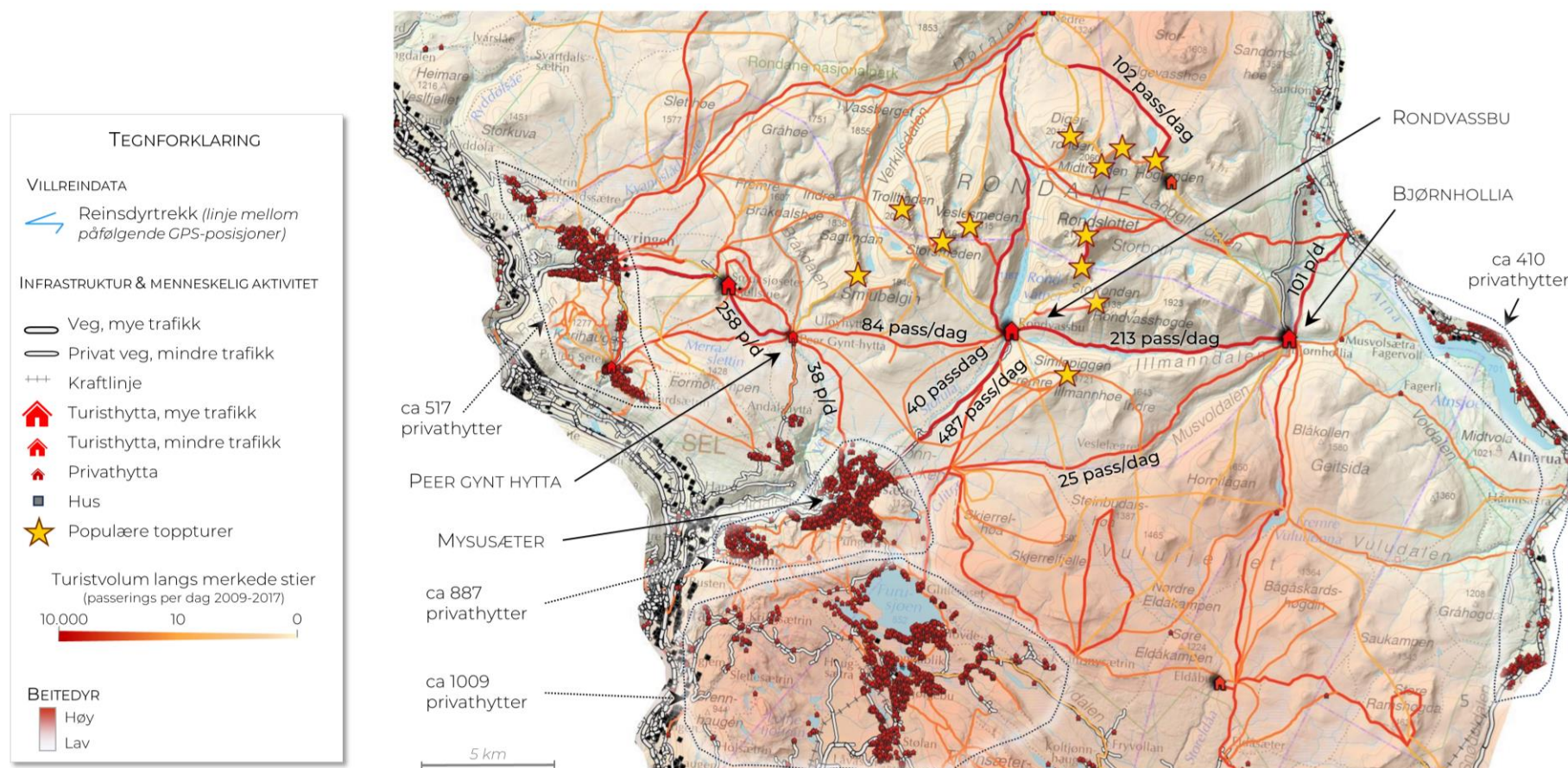
Prosjektgruppen for tiltaksplaner i Rondane Nord har vært direkte involvert i å kontrollere nøyaktigheten av lokale data om infrastruktur og menneskelige aktiviteter før vi kjørte scenarioanalysene. Basert på deres tilbakemeldinger, oppdaterte vi data om turistvolum på en mindre sti mellom Mysusæter og Rondvassbu. I fremtiden anbefales det å oppdatere data på turistvolum på alle stier og, om mulig, å kvantifisere antall turister utenfor merkede stier. Med støtte fra lokale eksperter har vi også tidligere identifisert sesongstengte veier, trafikkrestriksjoner, fjellhotell/hytter annet enn fra DNT, populære toppturer (markert med en stjerne i Fig. 1 og 2). Selv om data om toppturer ikke var tilgjengelig, meddelte lokale eksperter at toppturer representerer barrierer som hindrer reinsdyrs bevegelser. Derfor, for å sikre at modellen ikke ville identifisere korridorer over populære fjelltopper, maskerte vi disse områdene fra konnektivitetsanalyser.

Totalt omfatter Rondane Nord 1396 private hytter, 9 turisthytter (dvs. DNT hytter, hvorav 5 betjente og 4 ubetjent eller selvbetjent), 22 boliger, 1218 km stier, 245 km skiløyper, 61 km kraftledninger, 353 km private veier, og 32 km offentlige veier (Fig. 1). Disse infrastruktur finnes innenfor området vist i Fig. 1 (høyre). Merk at en rekke veier, private hytter og tilhørende infrastruktur og menneskelig aktivitet finnes like utenfor det offisielle områdets grenser, og deres influenssone strekker seg innenfor villreinområdet (Fig. 2).

Selv om vi trolig har dekket de fleste relevante infrastrukturene, er det imidlertid noen forstyrrelseskilder som ennå ikke er kartlagt og derfor ikke er inkludert i modellene, f.eks. turistvolum utenfor merkede stier (toppturer, fiskere, jegere), gjeting og andre aktiviteter knyttet til beitebruk, ridning, samt motorisert ferdsel (biler og snøscootere, for evt. modeller i vintersesongen).



Figur 1. Oversikt over data om forstyrrelsesfaktorer i Rondane Nord. Venstre: registrerte reinsdyrbevegelser sommerstid angitt i blått (dyreposisjon.no) og data om infrastruktur (inkl. veier, hus, turist hytter, private hytter – geonorge.no), menneskelige aktiviteter (daglig turistvolum på merkede stier; Gundersen et al., 2019), og posisjon av de mest populære topturer (lokalkunnskap). Høyre: tetthet av beitedyr (sau - NIBIO). Merk at en rekke veier, private hytter og tilhørende infrastruktur og menneskelig aktivitet finnes like utenfor det offisielle området sine grenser, og deres influensssone strekker seg innenfor villreinområdet (se Fig. 2 også).



Figur 2. Data og kartfremstilling over infrastruktur og forstyrrelsesfaktorer – detaljer rund Rondanemassivet. Merk: i området Mysusæter-Rondvassbu finnes to parallelle stier, sør og nord for Storula (tegning er ikke helt korrekt). Data om turistvolum (fra perioden 2009-2017; Gundersen et al 2019) er økt fra 6 til 40 passeringer/dag for stien nord (litt feilplassert i denne figuren) basert på oppdatert informasjon. Veien fra Mysusæter forutsettes stengt etter parkeringsplassen (dvs. null biltrafikk forutsettes fra parkeringsplassen til Rondvassbu). Merk at en rekke veier, private hytter og tilhørende infrastruktur og menneskelig aktivitet (uthevet her) finnes like utenfor det offisielle områdets grenser, og deres influenssone strekker seg innenfor villreinområdet.

3 Metodikken

Dette er en 3-trinns metode (Fig. 3), hvor scenarioanalyse er siste trinn og bygger på toppen av et "tårn" av statistiske modeller som beregner:

- 1) Habitattap og barrierer. De første analysene setter søkelys på hvert piksel isolert, uavhengig av omgivelsene. F.eks., modellene beregner hvor mye lav er tilgjengelig i disse 100 x 100 m? Det er nær forstyrrelser? Hvor bratt er terrenget der? osv.
- 2) Leveområdets funksjonalitet og korridorer. Her ser vi på hele landskapet i "fugleperspektiv", og identifiserer nettverket av ressurser som reinen trenger å få tilgang til gjennom korridorer. F.eks., hvordan kan reinsdyr gå fra A til B innen villreinområdet? Hvilke deler av villreinområdet tilbyr samtidig de beste ressursene og er lett tilgjengelig (dvs. ikke utilgjengelig på grunn av menneskeskapte barrierer eller topografi)?
- 3) Scenarioanalyser. Basert på 1 og 2, vi kjører scenarioanalyser for konsekvenser av menneskeskapte endringer i landskapet (eks. bygge hytter, magasiner, stenge veier, flytte stier) eller klima.

Noen detaljer om tilnærmingen er gitt i følgende underkapitler. Alle analyser er publisert i en rekke vitenskapelige artikler og rapporter. En enkel oversikt av hele metodikken, resultater, en full referanseliste og alle kart kan ses i NINA rapport 2198 (Panzacchi, Van Moorter, Tveraa, et al., 2022) og i Nett Appen <https://www.nina.no/Naturmangfold/Hjortedyr/reindeermapsnorway> (Panzacchi, Van Moorter, & Niebuhr, 2022).

3.1 Habitat kvalitet og barrierer

To hovedanalyser estimerer først *habitatkvalitet* – mens de vurderer kumulative virkninger av infrastruktur (Niebuhr, Panzacchi, et al., 2023; Niebuhr, Van Moorter, et al., 2023; Panzacchi et al., 2015; Van Moorter, Panzacchi, et al., 2023) og deretter landskapspermeabilitet / *barrierer* for bevegelser i alle villreinområder Norge (Panzacchi et al. 2016). Resultater kan vises i form av ulike kart som viser *habitatkvalitet*, *menneskelig fotavtrykk*, *tidligere habitatkvalitet og barrierer*, for hver 100 m i Norge. Disse modellene ble bygget med data om infrastruktur (eks. veier, DNT hytter, turistvolum osv.) fra noen år tilbake. Modellene har blitt oppdatert 2 ganger de siste årene, og er under oppdatering i 2023. Ved hver oppdatering forbedres både dataene (inkl. nye GPS data) og modellene.

Ett «Dashbord» gjør alle estimer og statistikk ift. habitattap, menneskelig påvirkning, og årsakene til habitattap for hvert villreinområde og sesong tilgjengelig, på norsk: <https://www.nina.no/Naturmangfold/Hjortedyr/villrein.habitattap> (se også NINA Rapport 2342, Van Moorter, Panzacchi, et al., 2023).

3.2 Leveområdets funksjonalitet og korridorer

Disse to hovedresultatene og kartene (habitat kvalitet og barrierer) danner grunnlaget for alle andre resultater og kart som presenteres i denne rapporten for Rondane Nord, de tar et «fugleperspektiv» av landskapet i sin helhet, og bruker komplekse algoritmer for å beregne hele korridorer (trekkruiter) og hele landskapsfunksjonaliteten.

Produktene er statistikk og kart som viser *funksjonelle leveområder* (områder som samtidig er egnet for villrein og godt forbundet gjennom korridorer, dvs. ikke fragmentert) og *korridorer* (Panzacchi, Van Moorter, & Niebuhr, 2022; Van Moorter, Kivimäki, Noack, et al., 2023; Van Moorter, Kivimäki, Panzacchi, et al., 2023). Produktene gir statistisk kunnskap om de viktigste leveområdene og trekkpassasjene hos villrein på fin skala, og hvordan disse påvirkes av samlet belastning av ulike typer infrastruktur og menneskelige aktiviteter. En oversikt over hele metodikken,

resultater, kart og referanser på norsk kan ses i [NINA rapport 2198](#) (Panzacchi, Van Moorter, Tveraa, et al., 2022) og i Nett Appen (Panzacchi, Van Moorter, & Niebuhr, 2022), som viser alle kart for habitatkvalitet i dag, tidligere, permeabilitet, korridorer og funksjonelle leveområder.

3.3 Scenarioanalyser

Den samme metodikken gjør det også mulig å vurdere effekten av ulike forvaltningstiltak gjennom scenarioanalyser, ved å simulere f.eks. effekten av å fjerne infrastruktur, og vurdere gevinsten i funksjonelt sammenhengende habitat. Dette kan gjøres ved å endre de opprinnelige dataene om infrastruktur som ble brukt til å lage de to første analysene (ift. habitatkvalitet og barrierer), for eksempel ved å fjerne en vei eller/og en turisthytte osv, og ved å kjøre alle andre analyser på nytt.

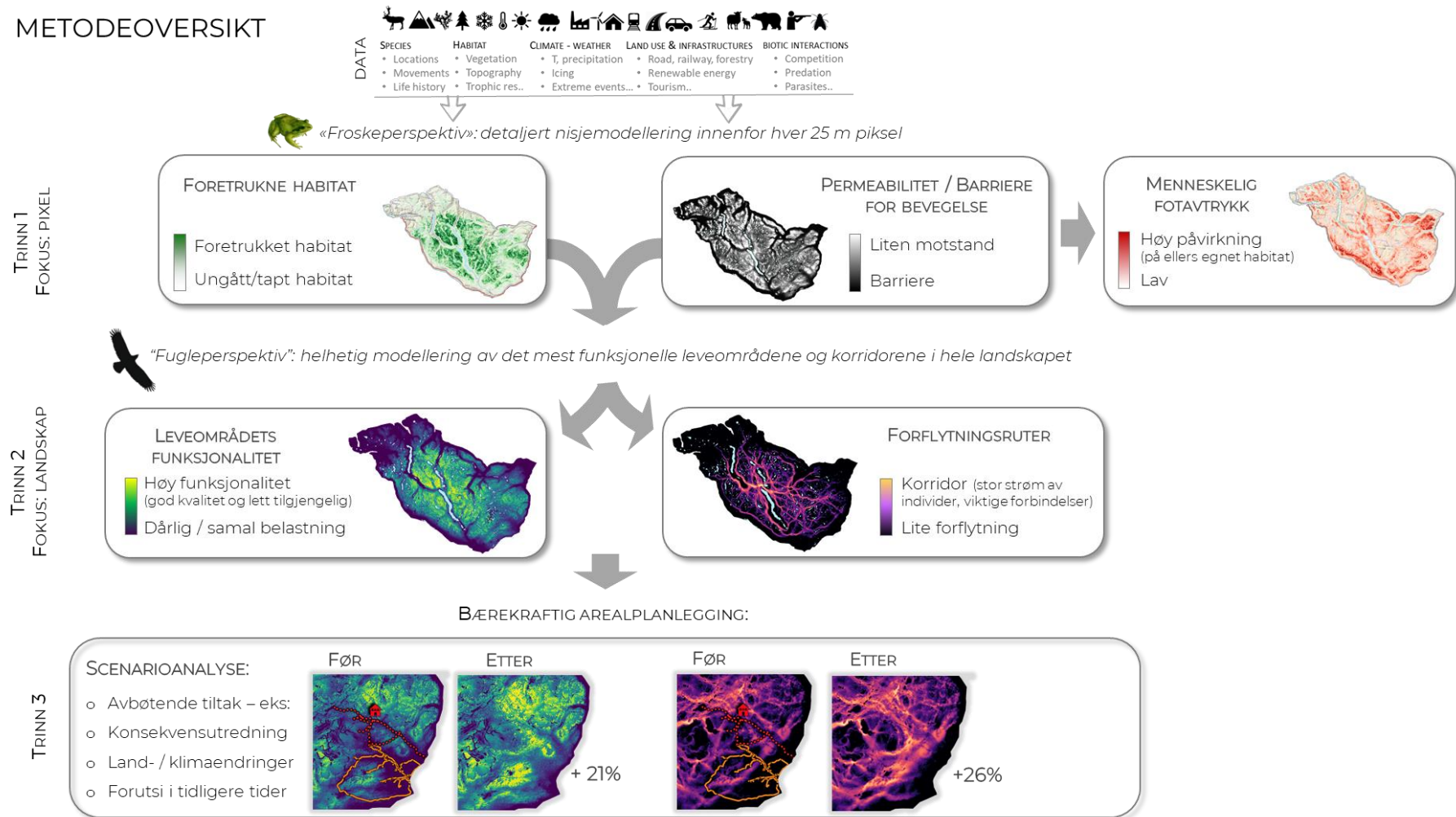
Metoden kan også brukes for å teste effekten av å bygge nye infrastrukturer (vannkraft, veier, skiløyper mm), eller endre landskapet, f.eks. i forhold til klimaendringer. Metoden er beskrevet i (Dorber et al., 2023; Panzacchi, Van Moorter, & Niebuhr, 2022). Nettappen <https://www.nina.no/Naturmangfold/Hjortedyr/reindeermapsnorway> (Panzacchi, Van Moorter, & Niebuhr, 2022) har en side dedikert til scenarioanalyser, hvor man kan se illustrasjoner og resultater av alle andre scenarier som er testet så langt i Norge.

Modellene ble utviklet med bruk av nasjonale, offisielle datakilder om veier, hytter, stier mm fra noen år tilbake. For å sikre lokal relevans når vi kjører scenarioanalyser er det viktig at lokale eksperter bidrar til å sikre at dataene som brukes er korrekte, og ved å korrigere/oppdatere dataene.

Før vi startet analysene i Rondane Nord diskuterte vi med lokale eksperter for å sikre at dataene om menneskelig forstyrrelser (sommerstengt vei, trafikkrestriksjoner, parkeringsplasser osv.) var oppdatert, og vi justerte dataene deretter. Etter å ha kjørt de første analysene ble det klart at det var behov for flere justeringer, da turistvolumet var undervurdert på én sti mellom Mysusæter og Rondvassbu, og data om topturer manglet. Her presenterer vi de endelige resultatene, etter å ha justert dataene som foreslått. Merk at de endelige resultatene ikke har endret seg vesentlig i de tre analysene, noe som indikerer at modellresultatene er konsistente og pålitelig.

Her presenteres resultatene av modeller og simuleringene for ulike scenarier foreslått av prosjektgruppen for tiltaksplanarbeidet i Rondane Nord, med fokus på sommersesongen.

METODEOVERSIKT



Figur 3. Metodeoversikt. Dette er de 3-trinnene i metodikken: 1) Først fokuserer vi på hver piksel isolert, uavhengig av omgivelsene, og modellerer habitat fra et «froskeperspektiv». 2) Vi ser på hele landskapet i "fugleperspektiv", og identifiser nettverket av ressurser som reinen trenger å få tilgang til gjennom korridorer. 3) Vi kjører scenarioanalyser for konsekvenser av menneskeskapt endringer i landskapet (eks. bygge hytter, magasiner, stenge veier, flytte stier) eller klima. Se nettsiden <https://www.nina.no/Naturmangfold/Hjortedyr/reindeermapsnorway> for detaljer og referanseliste.

4 Oversikt over modellresultater for Rondane Nord

4.1 Habitatkvalitet, menneskelig fotavtrykk og barrierer

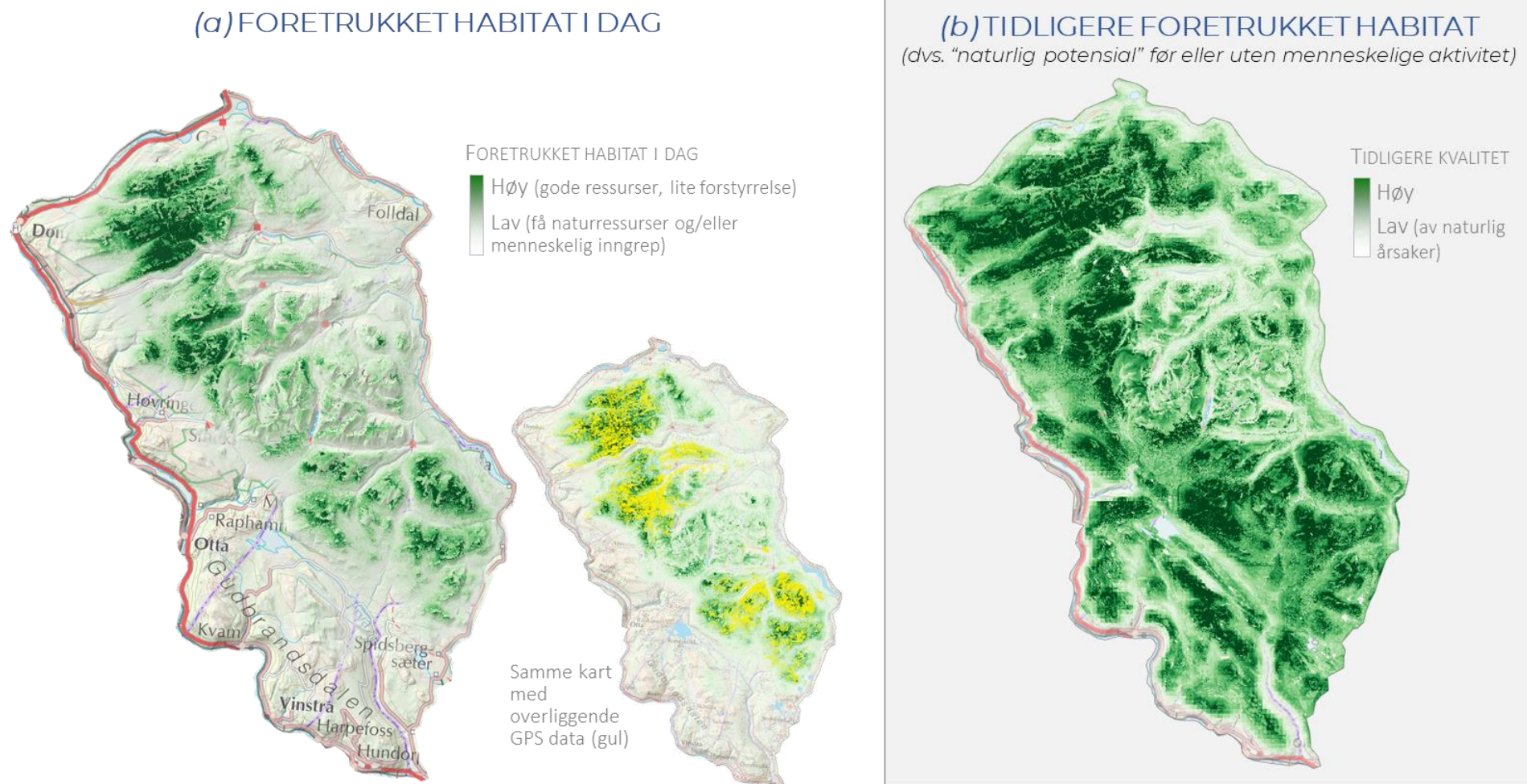
Dette kapitlet viser modellestimater for habitatkvalitet (Fig. 4A). Disse er basert på både data om infrastruktur og menneskelige aktiviteter, og naturvariabler (topografi, vegetasjon, klima osv.). Modellen ble analytisk validert med GPS-data (disse kan vises og stemmer godt overens, som vist i Fig. 4A). De andre kartene som vises i kapitlet, stammer fra disse estimatene av habitat preferanser. Man kan for eksempel "fjerne" effekten av menneskeskapte aktiviteter, og viser derfor estimater av habitatkvalitet "før" eller "uten" menneskelige aktiviteter (Fig. 4B). Eller, man kan fokusere på menneskelig forstyrrelser eller påvirkning kun i områder der det er gode naturressurser, dvs. menneskelige fotavtrykket på ellers gode naturressurser (Fig. 6).

Figur 4A viser estimert habitatkvalitet i dag, for hver 100 x 100m, sommerstid. Mørkeste grønne farger indikerer områder foretrukket av rein med hensyn til vegetasjon, topografi, klima, infrastruktur og menneskelige aktiviteter. Områder som ikke er foretrukket vises i lysere farger: her er det enten for lite naturressurser (få beitemuligheter), og/eller menneskelige forstyrrelser (f.eks. infrastruktur, turisme og beitedyr). Resultatene viser at områder nord for Grimsdalen, nord for Smuksjøseter, og sør for Bjørnhollia er anslått å tilby blant de beste ressursene i dag, dvs. gode og lite forstyrret beiteområder. Det er flere andre områder med gode habitat spredt over hele området, men mange av dem ser ut til å være ganske isolerte. Legg merke til at kartene i dette kapitlet ikke tar hensyn til fragmentering (for samtidige målinger av egnet og godt habitat se funksjonalitetskart, Fig. 7).

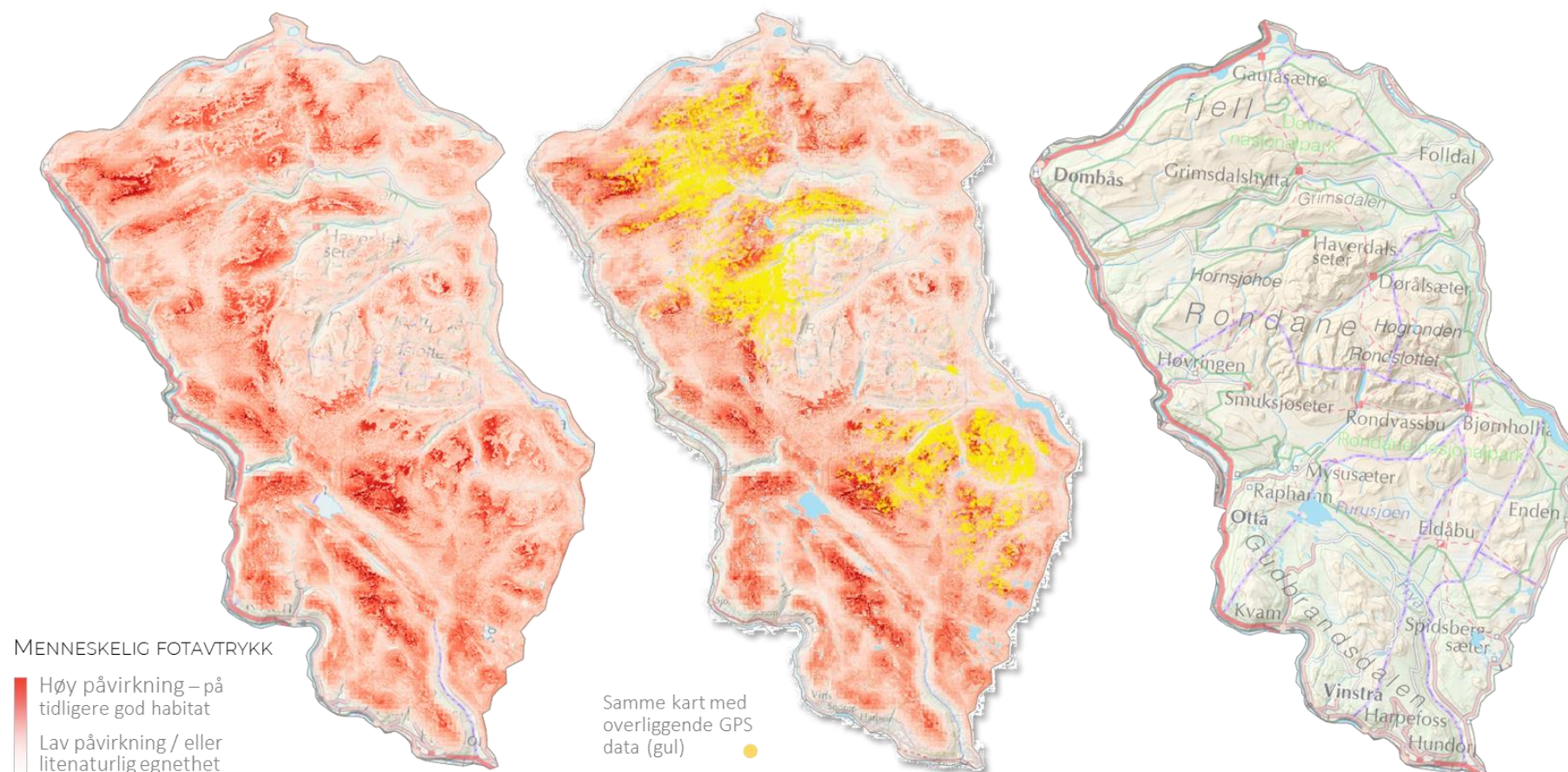
Figur 4B viser estimater av foretrukket habitat i fortiden, dvs. før infrastruktur og menneskelige aktiviteter. Grønnere farger viser områder med potensielt gode beiteressurser, dersom det ikke var menneskelig aktivitet (eller, før menneskelige aktiviteter og infrastruktur; se [her](#)). Resultatene viser et stort sammenhengende egnet beiteområde som strekker seg fra nordvest til sørøst av Rondane. Det ser ut som en stor andel av dette området (f.eks. Gudbrandsdalen, eller flere randsoner nær landsbyer med vegger og hytter) nå er forringet eller tapt.

Figur 5 viser det estimerte menneskeskapte habitattapet, eller, menneskelige forstyrrelser i områder som ellers kunne gitt gode naturressurser for villrein («menneskelig fotavtrykk»). Mørke røde farger viser områder som kunne ha gitt gode ressurser, men hvor det også er menneskelig forstyrrelser/påvirkning. Med andre ord er det "naturlige potensialet" i det området (Fig. 4B) blitt forringet. Flere områder i Rondane nord viser menneskelig forstyrrelser, spesielt på vestsiden bl.a. ved Mysusæter, i Gudbrandsdalen og ved Dombås. GPS-data kan her sees i røde områder. Dette tyder på at villreinen i Rondane Nord bruker flere områder med ganske høy menneskelig forstyrrelser for å få tilgang til naturressursene de trenger.

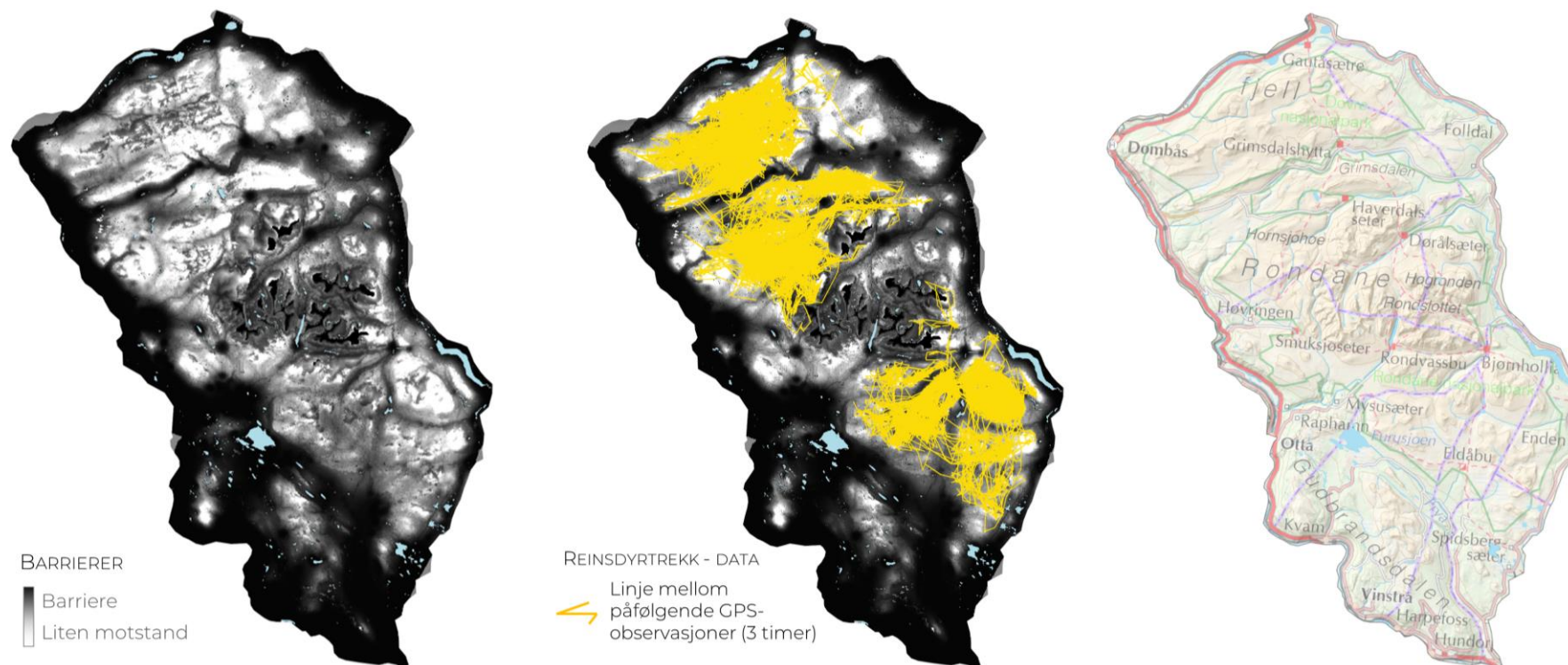
Figur 6 viser barrierer for villreinens bevegelser, og antyder at Rondane Nord er svært fragmentert. Det største og mest ugjennomtrengelige området finnes sørover fra Otta-Mysusæter, ned til Frydalen-Venabygd. De sterkeste lineære barrierene ligger nordover, langs Grimsdalen, men andre barrierer er spredt i hele området, spesielt i randsoner. Det sentrale området rundt Rondanemassivet, samt dalene som fører til Bjørnhollia og til Mysusæter, er lite gjennomtrengelig på grunn av en kombinasjon av topografi og infrastruktur.



Figur 4. Habitat kvalitet i Rondane Nord. Venstre: estimert nåværende habitatkvalitet, for hver 100 x 100 m, sommerstid. Høyre: estimert tidligere habitatkvalitet (dvs. "naturlig potensial" før eller uten menneskelige aktiviteter).



Figur 5. Menneskelig fotavtrykk i Rondane Nord. Estimert menneskeskapt habitattap, dvs. menneskelig forstyrrelser i områder som ellers kunne gitt gode naturressurser for reinen. Mørkere røde farger viser områder som kunne gitt gode ressurser, men hvor det også er menneskelig forstyrrelser/påvirkning. Med andre ord er det "naturlige potensialet" i det området (Fig. 4B) blitt forringet. GPS-data kan sees i røde områder: Dette tyder på at villreinen i Rondane må bruke flere områder med ganske høy menneskelig forstyrrelser for å få tilgang til ressurser.



Figur 6. Estimer av landskapets permeabilitet, eller hindringer for bevegelse, om sommeren. De mørkeste fargene indikerer barrierer, dvs. høyere sannsynlighet for at rein ikke vil kunne krysse området – gitt topografi, infrastruktur, menneskelige aktiviteter osv. Områder som lett kan krysses er vist i lysere farger. I den midterste figuren overlegger vi data om villreinvandring, som ser ut til å samsvare ganske godt med de estimerte barrierereffektene. Noter at lokale eksperter bemerket at trafikken i veien og stien mellom Mysusæter-Rondvassbu kan være undervurdert (modellen forutsetter ingen biler etter parkeringsplassen, og totalt 523 passeringer/døgn i veien). Området virker stort sett delt i to (eller tre) deler, nord og sør, med svært få og trange permeable områder som kan forbinde dem (se korridorkart, Fig 8).

4.2 Landskaps konnektivitet

Dette kapittelet gir en oversikt over hele landskapet i sammenheng ("fugleperspektiv") – fra et reinsdyrperspektiv. Modellene fremstiller landskapet som et nettverket av ressurser som reinen trenger å få tilgang til gjennom trekkkorridorer. Modellresultatene viser de mest funksjonelle beiteområdene, dvs. områder som samtidig tilbyr ressurser av høy kvalitet og som lett kan nås av villrein, samt korridorer mellom disse. Disse kartene kan derfor bidra til å identifisere områder som kan prioriteres til bevaring, restaurering eller avbøtende tiltak.

Figur 7 viser at de mest funksjonelle områdene i Rondane Nord ligger i nordvest (til nesten adskilte områder nord og sør for Grimsdalen) og i mindre grad sørøst. Grønn-blå områder viser gradvis reduserte funksjonelle områder, som enten er lite egnet og / eller er ganske isolerte eller vanskelig tilgjengelig. Det sentrale området rundt Rondanemassivet, samt området rundt Bjørnhollia turisthytte, Ula elva, og Peer Gynt hytta, ser ut til å ha liten funksjonalitet som leveområde for villrein på grunn av en kombinasjon av barrierer/fragmentering, menneskelig forstyrrelser og topografi.

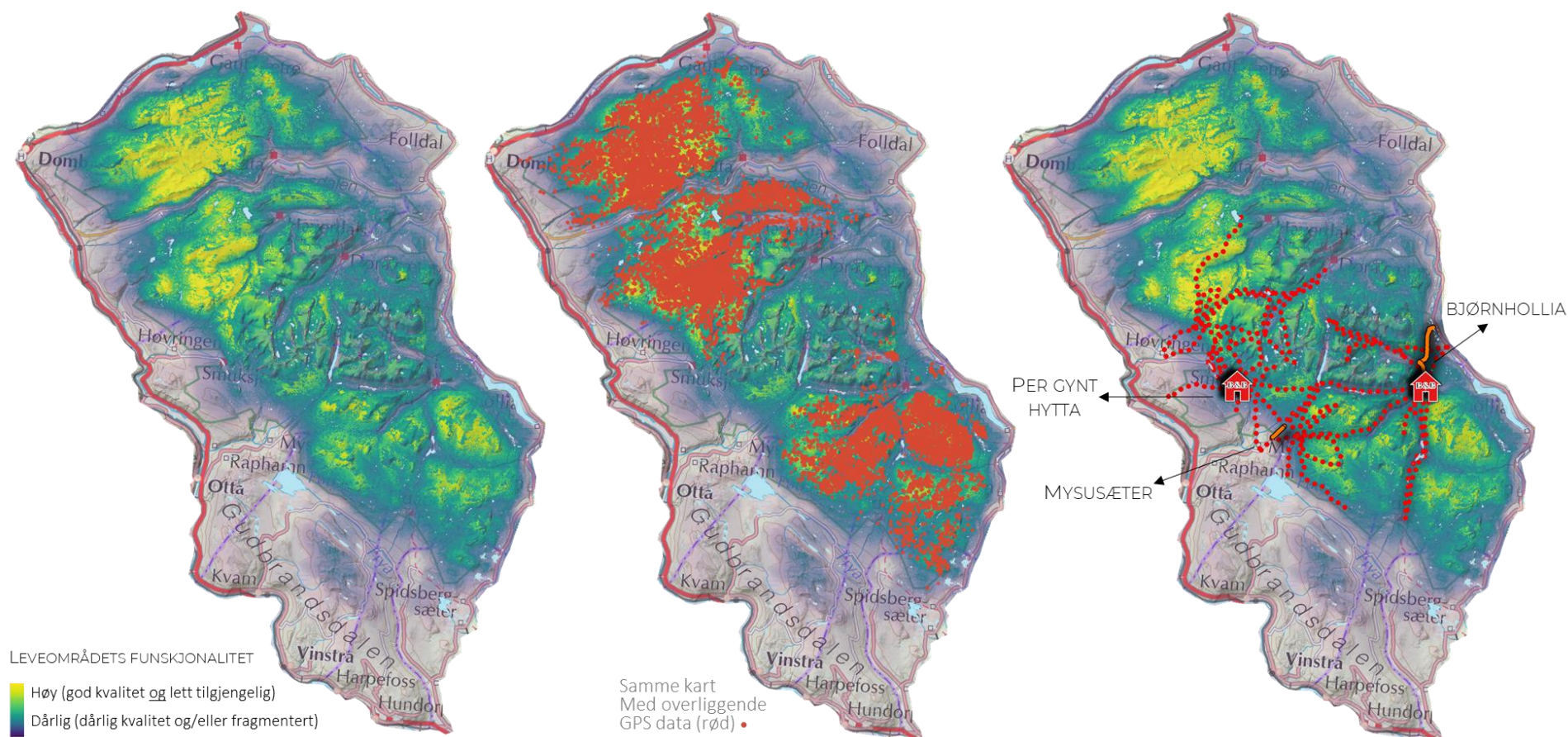
Figur 8 viser mulige korridorer som villrein kan bruke for å bevege seg mellom funksjonsområder i Rondane Nord. Merk at modellen er bygget for å forutsi hvilke korridorer villreinen måtte ta dersom de skulle bevege seg blant de mest funksjonelle områdene (Figur 7) innen Rondane Nord.

GPS data og resultatene fra modellen viser at konnektiviteten i landskapet innenfor Rondane Nord ser ganske kritisk ut for villreinen og for å nå målene i kvalitetsnormen. Området er stort sett delt i to med liten/ingen utveksling av villrein mellom områdene. Rondanemassivet, som ligger i midten, er i stor grad ugjennomtrengelig pga. en kombinasjon av topografi og turisme (stier, hytter og toppurer). Randsone i villreinområdet er også i stor grad ugjennomtrengelig pga. høy tetthet av veier, hytter osv.

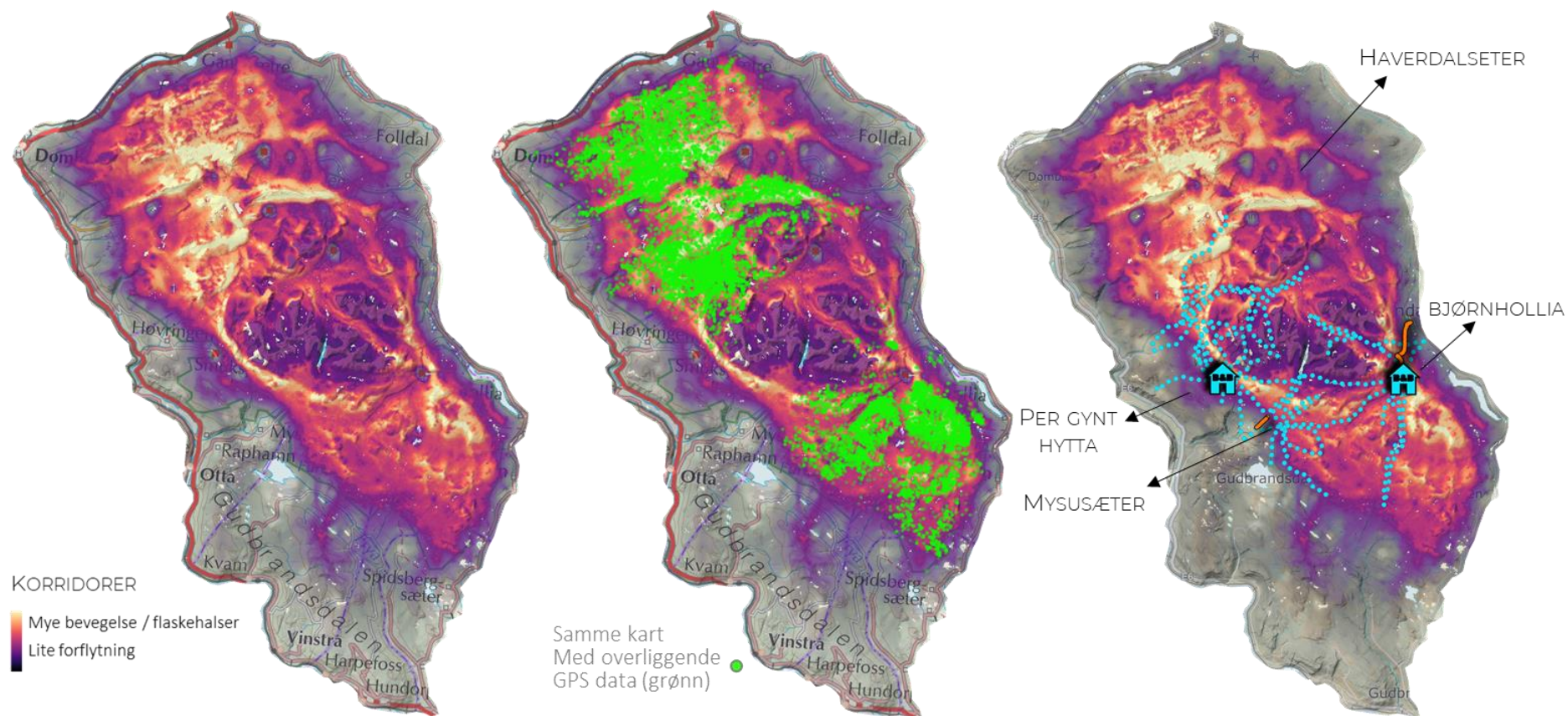
Modellen fanger godt opp de historiske trekkkorridorene som stemmer med lokalkunnskap, data om fangstanlegg og også dagens GPS data (Fig. 8 og 9). Dette peker på to (tre) mulige trekkru-ter, dersom villreinen skal bevege seg gjennom Rondane Nord: i øst, ved Bjørnhollia, og i vest, ved Peer Gynt Hytta. Disse kan ikke lenger defineres som funksjonelle trekkkorridorer for simler (og kalver) i turistsesongen sommerstid.

Modellen identifiserer også noen få store korridorer innenfor den nordlige og sørlige delen av Rondanemassivet, disse er mye brukt av GPS-merkede dyr (Fig. 8). Eksempelvis ligger et område som gjennomgås av mange reinsdyrtrekk nord-nordvest for Haverdalseter (Gravhøe, Hornsjøhøe), og et annet ligger sør for aksene Bjørnhollia-Ulaelva. Disse korridorene blir imidlertid stadig smalere for rein som vil måtte bevege seg lenger i nord-sør retning.

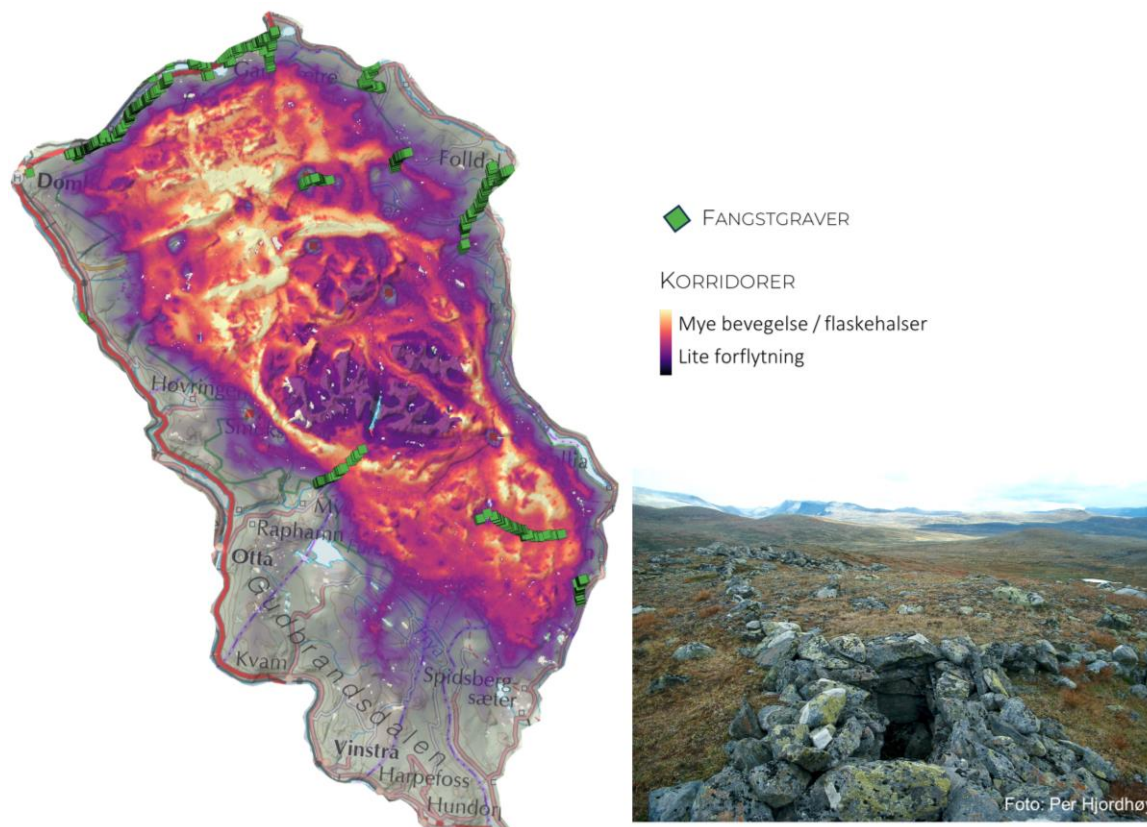
De lyseste gule områdene mellom Mysusæter-Smuksjøseter i øst, og rundt Bjørnhollia i vest (i Figur 8 og 9) viser svært trange flaskehals for trekk, eller det vi kan kalle kritiske punkter. Det betyr at et høyt antall dyr bør passere akkurat gjennom disse trange og sårbare korridorene hvis de skal nå funksjonelle områder lenger unna, og at det er få eller ingen alternative trekkru-ter. Turistinfrastrukturen foreslått for scenarioanalysene ligger svært nær disse flaskehals eller mulige korridorer.



Figur 7. Leveområdets funksjonalitet. Her gir vi en oversikt over hele landskapet i sammenheng, fra et reinsdyrperspektiv. Lysere farger viser områder som både er gode (tilbyr ressurser av god kvalitet og lite forstyrrelser) og godt knyttet til andre gode områder (dvs. de er lite isolert, og rein kan lett nå dem). Disse områder er de viktigste og mest funksjonelle i hele landskapet. Turistinfrastrukturen foreslått for scenarioanalysene (til høyre) ligger i områder som nå er lite funksjonelle pga. forstyrrelser.



Figur 8. Korridorer og flaskehals. Fargegradienten indikerer hvor mange trekkruter som forventes å passere gjennom hver 100x100 m (piksel). Mange trekkruter forventes å gå gjennom lysgule piksler. Isolerte lysegule piksler indikerer flaskehals. Gode, robuste korridorer (gul-oransje) er brede, slik at villrein kan bevege seg ganske fritt over et relativt bredt område, og kan velge mellom flere alternative trekkruter. Turistinfrastrukturen foreslått for scenarionalysene (til høyre) ligger svært nær flaskehals eller mulige korridorer.



Figur 9. Korridorer og Fangstgraver. Her vises korridorene med overliggende data om gamle fangstgroper, dvs. feller eller fangstanlegg som hovedsakelig har vært i bruk i tidligere århundrene for fangst av villrein (se f.eks. Panzacchi, Van Moorter, Jordhøy, et al., 2013). Noen av de modellerte korridorene ligger i områder som ble ansett som viktige korridorer i de siste århundrene, f.eks. mellom Mysusæter og Rondvassbu. Noter at modellen kun bygger på data innenfor Rondane Nord, og derfor ikke viser mulige korridorer med andre villreinområder. Men, modellen kan utvides til å vise mulige korridorer mellom nærliggende reinområder – Dovre, Knutshø, SøInkletten, Rondane sør osv.

4.3 Ville villreinen vært villig til å bruke de historiske korridorene?

Modellen simulerer et nettverk av svært mange trekkruiter, som forbinder hver 100 x 100 m i hele Rondane Nord, og deretter vurderer sannsynligheten for at en villrein kan bruke hver av disse trekkrutene. Sannsynligheten for å bruke hver mulige trekkruiter varierer fra svært høy til svært lav, avhengig av:

- *habitatkvalitet*: villrein foretrekker å bruke trekkruiter som går gjennom habitat av god kvalitet med lite forstyrrelser;
- *barrierer*: villrein foretrekker å bruke trekkruiter gjennom lett terreng og unngår helst f.eks. bratte bakker, vann, områder med høy menneskelig aktivitet osv.;
- *motivasjon*: sannsynligheten for at villrein vil bruke de historiske korridorene avhenger også av hvor motiverte de kan være for å flytte, eller, hvor villig villrein vil være til å «ta risiko», og eventuelt komme nærmere menneskelig forstyrrelser for å nå et annet område.

Villrein kan, til en viss grad, øke toleransenivået i enkelte situasjoner, for eksempel under songtrekk eller migrasjon (se f.eks. Panzacchi et al. 2013b), under jakt, ved ekstreme værforhold

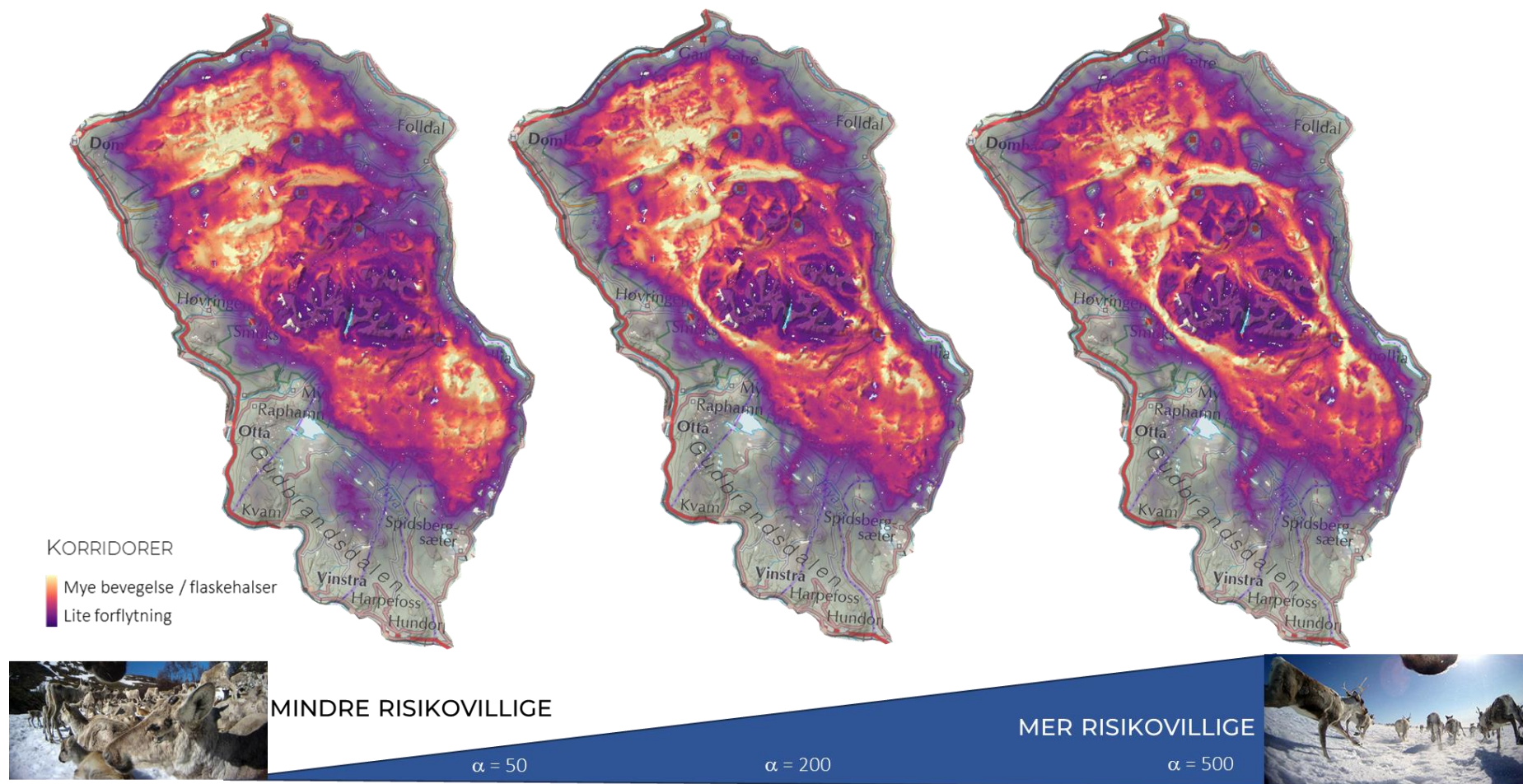
eller ved høy bestandstetthet, eller dårlige beiteforhold (Joly et al., 2021). Under disse omstendighetene kan motivasjonen for å komme seg unna, og toleransenivå for forstyrrelser, være litt høyere.

Modellene vist i Fig. 7-8 tar hensyn til habitat kvalitet og permeabilitet, og fanger opp de to historiske korridorene i øst, ved Bjørnhollia, og i vest, ved Peer Gynt Hytta. Men konnektiviteten i dag er kritisk og det er vanskelig å forutsi hvorvidt villrein kan bruke disse historiske korridorene sommerstid, da området er preget av menneskelige forstyrrelser, selv om de foreslåtte infrastrukturene ble fjernet.

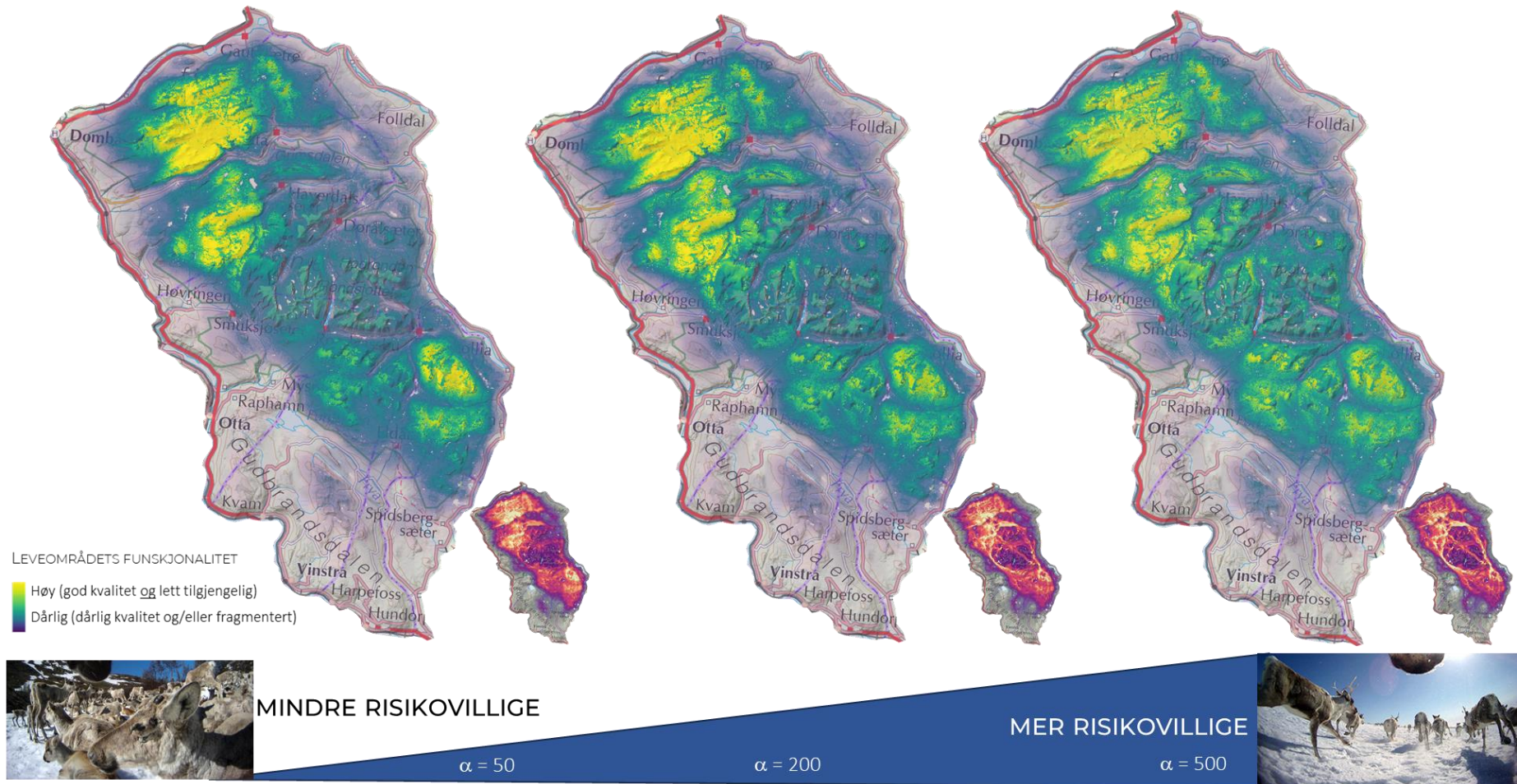
Derfor, i tillegg til å teste de foreslåtte scenariene ift. fjerning av infrastruktur (scenarier 1, 2A, 2B), har vi også testet en ny funksjon av modellene, ved å endre en parameter, α , som beskriver om villrein er mer eller mindre risikovillige og motivert til å nå beiteområdene på den andre siden av Rondanemassivet. Vi har derfor simulert de foreslåtte 3 scenariene ift. fjerning av infrastruktur (scenarier 1, 2A, 2B), i kombinasjon med 3 «atferds scenarier» som viser reinens motivasjon til forflytning.

Figur 10 og 11 viser tre versjoner av modellene, laget ved å endre parameter α . Til høyre vises tilfellet der villreinen er mer risikovillig til å komme nærmere forstyrrelsen; til venstre vises tilfellet der villreinen er mindre risikovillig; i midten vises en mellomstusituasjon. Vi kjørte alle scenarioene i hvert av disse tilfellene.

Det er viktig å merke at jo mer risikovillig villrein er (dvs. jo mer villige til å bevege seg, selv gjennom mer forstyrrede områder), jo mer funksjonelt habitat kan registreres i Rondane nord. Fig. 11 viser at landskapet ser mer sammenhengende ut til høyre (det er flere gule områder), ettersom reinen beveger seg mer. Jo lavere motivasjon for å bevege seg (eller jo høyere frykt for mennesker), jo mer fragmentert vil Rondane se ut (til venstre). Det er viktig å skaffe mer kunnskap om villreinens toleransegrenser for forstyrrelser, og villighet til å risikere kontakt med ferdse i områder med høy grad av forstyrrelser.



Figur 10. Modellen har en parameter, α , som representerer villreinsens «motivasjon» til å bevege seg, dvs. hvor «risikovillig» de kan være. Vi endret denne parameteren og viser her tre versjoner av modellene: en der rein er mer risikovillig til å komme nærmere forstyrrelsen (høyre), en der de er mindre risikovillige (venstre), og en mellomsituasjon.



Figur 11. Her vises landskapsfunksjonalitet under tre versjoner av modellene (se Figur 10): en der villrein er mer risikovillig og tør å komme nærmere forstyrrelser (høyre), en der de er mindre risikovillige (venstre), og en mellomsituasjon. Vi kjører scenariene i hvert av disse tilfellene. Merk: jo mer risikovillig en villrein er (jo mer villige til å bevege seg, selv gjennom mer forstyrrede områder), jo mer funksjonelt habitat kan registreres i Rondane nord; faktisk er det flere gule områder i figuren til høyre (landskapet ser mer sammenhengende ut til høyre, ettersom reinen beveger seg mer). Jo lavere motivasjon for å bevege seg (eller jo høyere frykt for mennesker), jo mer fragmentert vil Rondane se ut (til venstre).

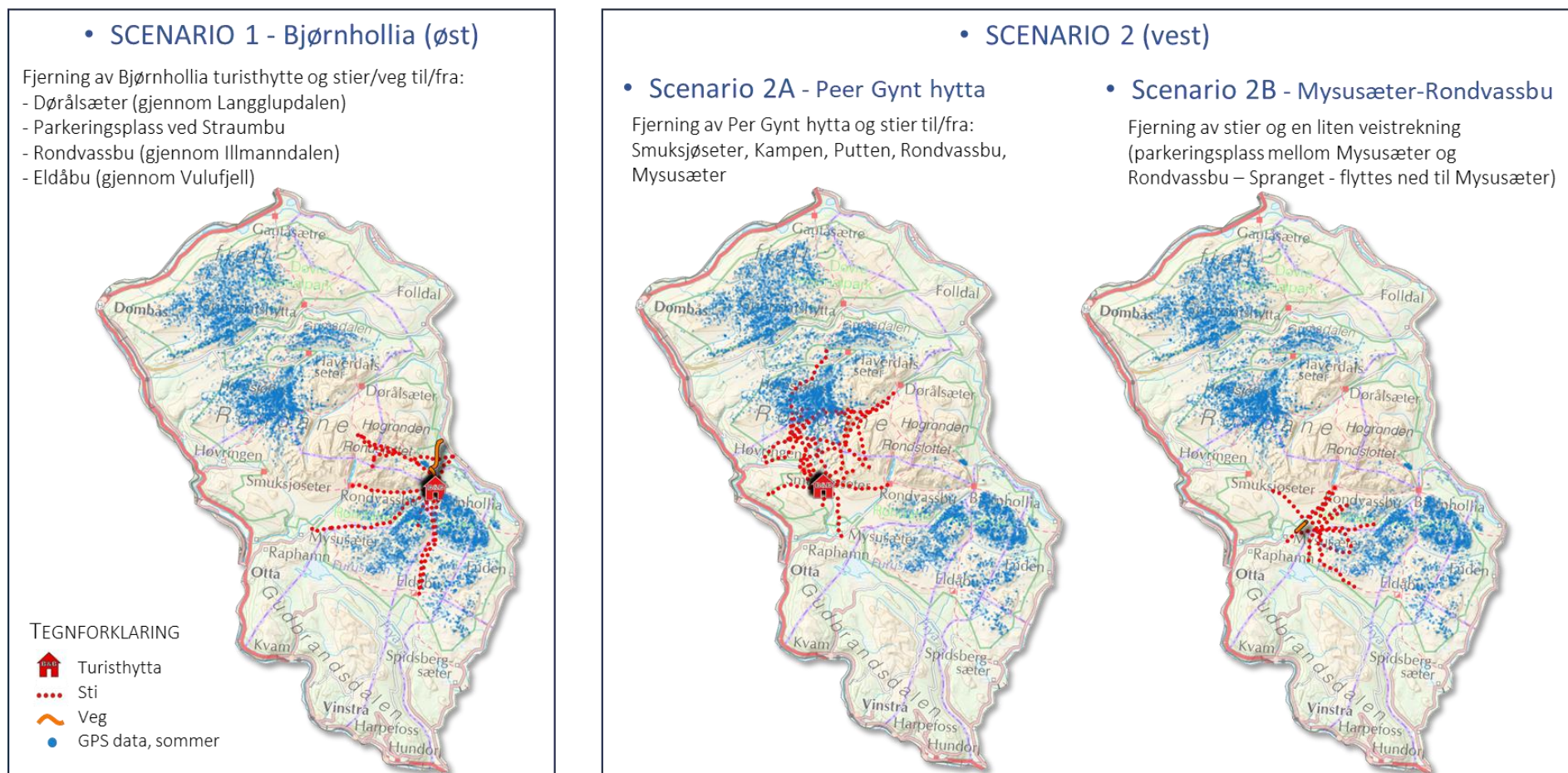
5 Scenarioanalyser for avbøtende tiltak i Rondane Nord

5.1 Oversikt over scenarier

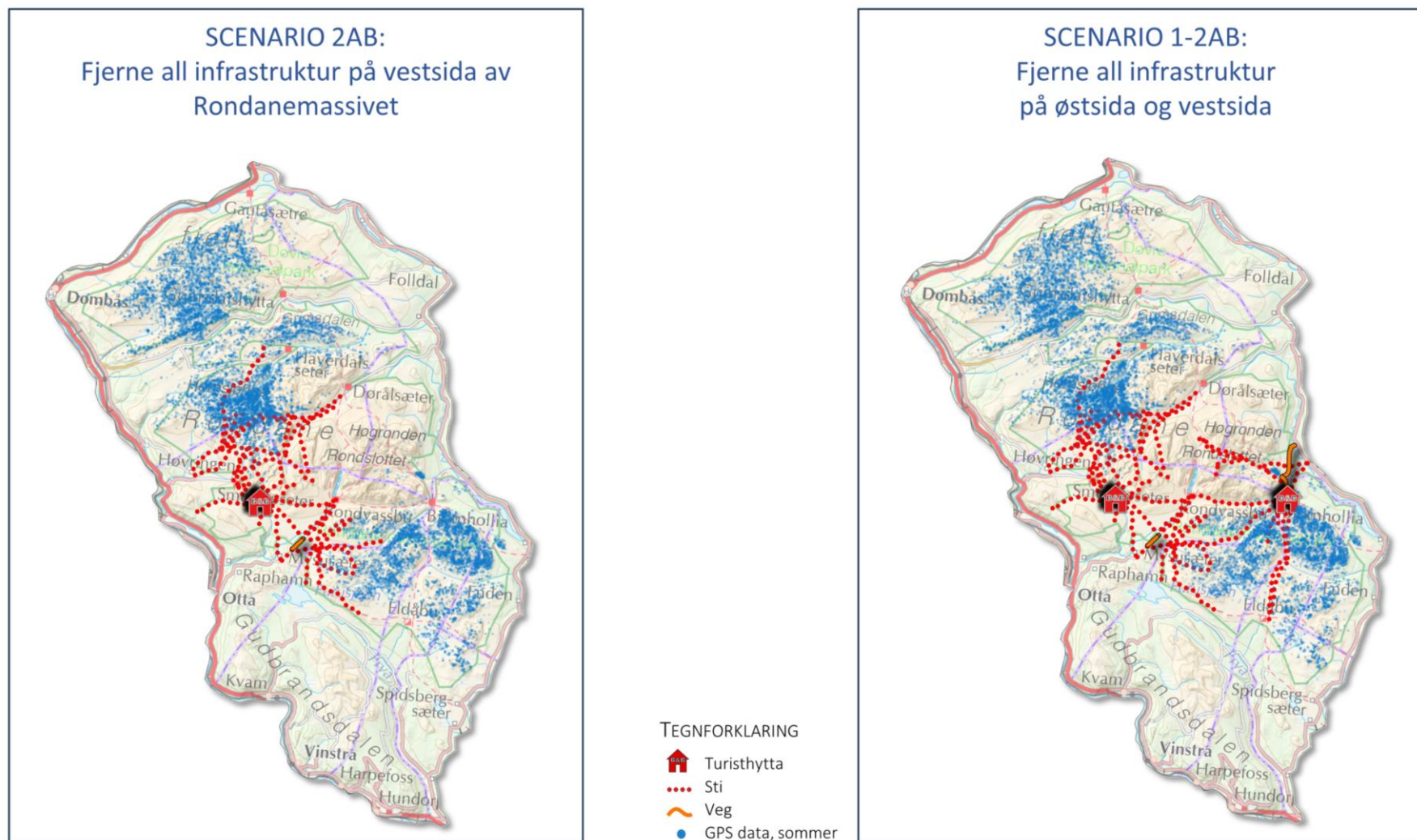
Villreintrekket mellom øst- og vestsiden av Rondanemassivet er brutt de siste tiårene. Dette innebærer at Rondane Nord er delt i to delbestander, Nord og Sør for Ula. Det ble foreslått å teste 2 hovedscenarier for å få kunnskap om hvilket sett av tiltak som ville være mest effektive for å gjenopprette trekk mellom delbestandene (Fig. 12). Scenario 1 simulerer fjerning av infrastruktur på østsida av Rondanemassivet, mens Scenario 2 simulerer fjerning av infrastruktur på vestsida. Det ble foreslått å dele scenario 2 i to scenarier: en på nord-vest siden, med fjerning av Peer-Gynt-hytta og stier til/fra hytta, og en på sør-vest, i strekningen Mysusæter-Rondvassbu.

Fordi gjenoppretting av et trekk vil kreve at det gjøres noe i begge delområdene, ble det også foreslått ett scenario der vi ser på all infrastrukturen i dette området samlet (Fig. 13). Prosjektgruppen for tiltaksplanarbeidet i Rondane skrev at «*sannsynligheten for å få fjernet 'all infrastruktur' her er nok liten, men det er likevel viktig å ha som utgangspunkt for en diskusjon om f.eks. 'stenging' vår og høst, og for å vise hvordan denne infrastrukturen påvirker villreintrekket*».

Vi har testet 5 scenarier som ble foreslått av prosjektgruppen i Rondane Nord. Samtidig har vi også testet 3 scenarier som viser hvor risikovillig villrein kan være, det vil si hvor sterk motivasjonen er for å bevege seg over hele Rondane Nord: ett scenario hvor villrein er mer risikovillige, og derfor mer villige til å komme nærmere forstyrrelser ($\alpha = 500$), ett hvor de er mindre risikovillige ($\alpha = 50$), og en mellomsituasjon ($\alpha = 200$) – se Kap. 4.3.



Figur 12. Oversikt over scenario 1 og 2 i Rondane Nord.



Figur 13. Oversikt over scenariene 2A-B, og 1-2A+B i Rondane Nord; dette er kombinasjonene av scenario 1 og 2 vist i Figur 12.

5.2 Resultater av scenarioanalysene: effekt av avbøtende tiltak

Tabell 1 og Figur 14 viser estimert mengde funksjonelt habitat, dvs. habitat som samtidig er av god kvalitet og som har god tilgang, som kan oppnås ved å iverksette det foreslåtte avbøtende tiltaket. Resultatene er presentert i prosent (% økning), og i tilsvarende km² funksjonelt habitat som forventes oppnådd. For hvert scenario vises tre varianter av resultatene, avhengig av hvor risikovillig villrein kan være, det vil si hvor sterk motivasjonen er for å bevege seg over hele Rondane Nord: ett scenario hvor villrein er mer risikovillige, og derfor mer villige til å komme nærmere forstyrrelser ($\alpha = 500$), ett hvor de er mindre risikovillige ($\alpha = 50$), og en mellomsituasjon ($\alpha = 200$). Viljen til å til å akseptere mer risiko for forflytting til nytt område kan være avhengig av lokalforholdene, f.eks. økte forstyrrelser, overbeiting, økt bestandstetthet eller dårlige værforhold (Kap. 4.3).

Resultatene fremstår som robuste, da de i hovedsak rangerer de beste scenariene likt i alle tilfeller, også etter flere justeringer av bakgrunnsdata på menneskelig forstyrrelser basert på tilbakemeldinger fra eksperter, og etter endring av parameteren α , som representerer reinens vilje til å ta risiko.

I alle tilfeller er det beste «enkeltscenario» å fjerne Bjørnhollia turisthytte (scenario 1, øst). Det forventes å gi den høyeste gevinsten i funksjonelt habitat, sammenlignet med alle de andre "enkeltscenariene", scenarier 2A og 2B. I denne scenario er habitat funksjonalitet forventet å øke 3,13%, 3,45% eller 3,70% – som tilsvarer 3,88 km², 11,58 km² eller 19,43 km² –, avhengig av hvor mye risiko villreinen er villig til å ta: som forventet, jo mer risikovilje (eller motivert til å flytte) villrein blir, jo høyere gevinst i funksjonelt habitat.

Scenario 1 (Bjørnhollia, øst) tilsvarer i alle tilfeller nesten det samme som å fjerne all infrastruktur i vest (scenario 2AB-Alt). Men jo mer risikovillig villrein er, jo mer kan scenarioet med å fjerne all infrastruktur i vest være aktuelt (i dette tilfellet forventes fjerning av Bjørnhollia kun å være litt mindre effektivt enn å fjerne all infrastruktur i vest – selv om forskjellen er ubetydelig, dvs. 19,43 km² mot 19,56 km²).

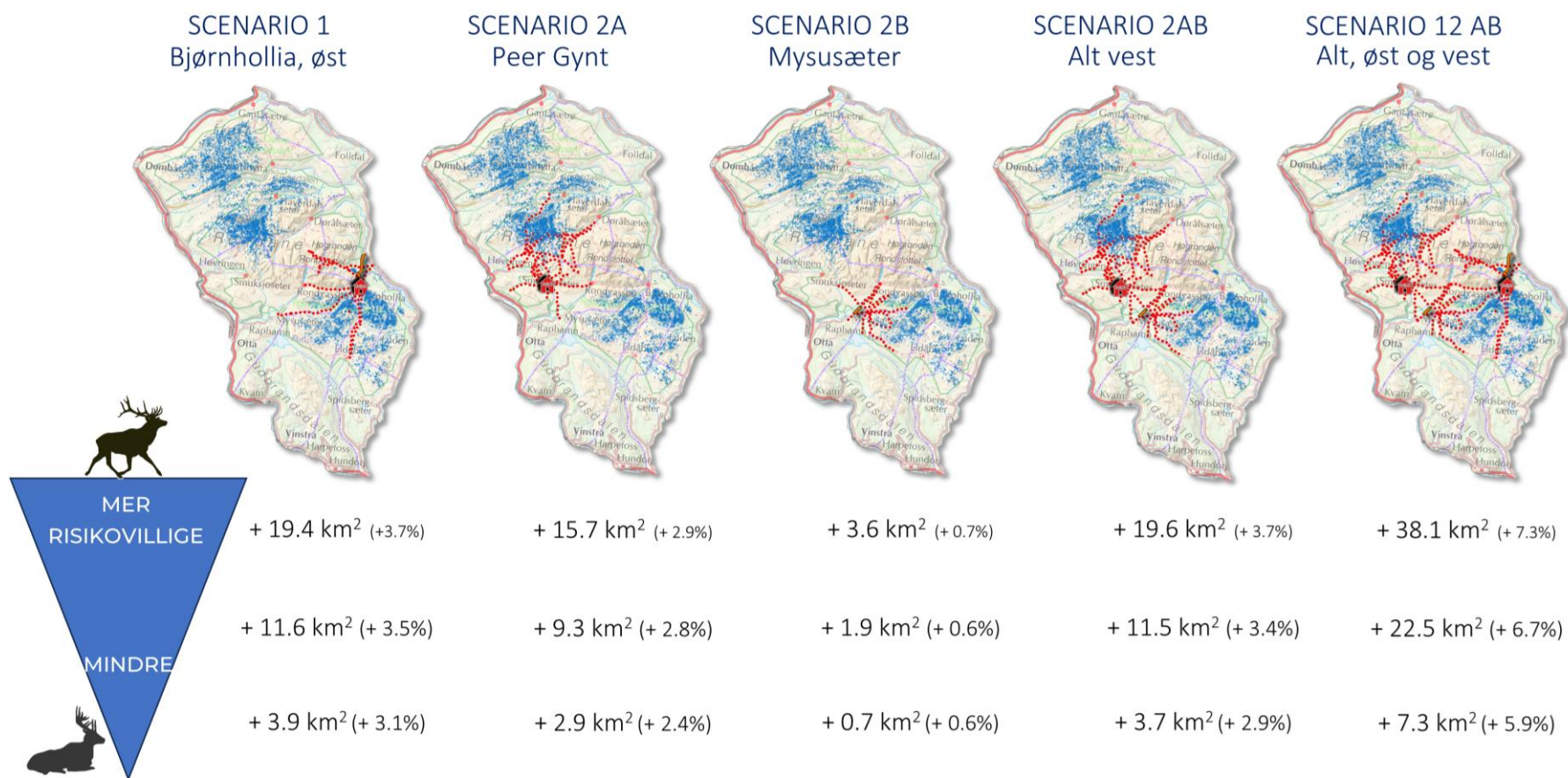
Scenarioet som forventes å gi den høyeste økningen i funksjonalitet er åpenbart scenario 12-AB, hvor all infrastruktur fjernes, både i øst og vest.

Tabell 1. Resultater av scenarioanalysene: simulering av effekt av avbøtende tiltak

Tabell 1 og Figur 14 viser estimert mengde funksjonelt habitat (dvs. habitat som samtidig er av god kvalitet og vel tilkoblet), som kan oppnås ved å iverksette det foreslåtte avbøtende tiltaket (scenario 1; 2A; 2B; 2AB; 12AB). Resultatene er presentert i prosent (% økning funksjonelt habitat), og i tilsvarende km² funksjonelt habitat som forventes oppnådd.

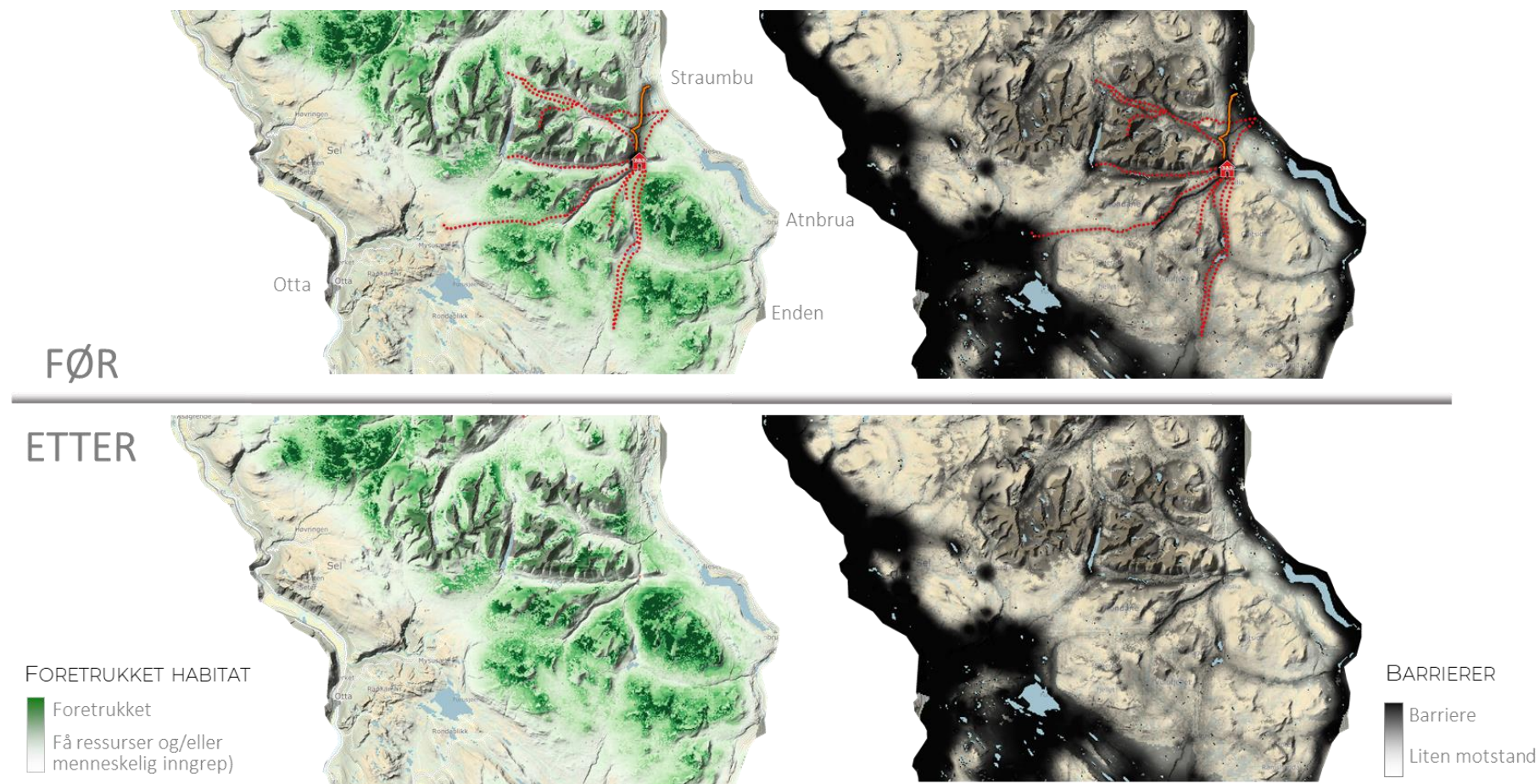
For hvert scenario vises tre varianter av resultatene (grønne, gule, røde kolonner), avhengig av hvor risikovillig villreinen er, det vil si hvor sterk motivasjonen er for å bevege seg over hele Rondane nord: ett scenario hvor villrein er mer risikovillige, og derfor mer villige til å komme nærmere forstyrrelser ($\alpha = 500$, rød), ett hvor de er mindre risikovillige ($\alpha = 50$, grønn), og en mellomsituasjon ($\alpha = 200$; gul). Viljen til å til å akseptere mer risiko for forflytning til ett nytt område kan være avhengig av lokalforholdene, f.eks. økte forstyrrelser, overbeiting, økt bestandstetthet eller dårlige værforhold.

| VILLREINOMRÅDE | | SCENARIO | SESONG | FUNKSJONELT HABITAT OPPNÅDD | | | | | |
|----------------|-------------|-------------------|--------|--|--|--|--|--|--|
| | | | | % | | | Km ² | | |
| | | | | mindre risikovillje ($\alpha = 50$) | middels risikovillje ($\alpha = 200$) | mer risikovillje ($\alpha = 500$) | mindre risikovillje ($\alpha = 50$) | middels risikovillje ($\alpha = 200$) | mer risikovillje ($\alpha = 500$) |
| Rondane Nord | Øst | 1 Bjørnhollia | sommer | + 3,13 % | + 3,45 % | + 3,70 % | 3,88 Km ² | 11,58 Km ² | 19,43 Km ² |
| Rondane Nord | Vest | 2A Per Gynt hytta | sommer | + 2,36 % | + 2,79 % | + 2,99 % | 2,93 Km ² | 9,34 Km ² | 15,70 Km ² |
| Rondane Nord | Vest | 2B Mysusæter | sommer | + 0,55 % | + 0,59 % | + 0,68 % | 0,68 Km ² | 1,98 Km ² | 3,58 Km ² |
| Rondane Nord | Vest | 2AB_Alt | sommer | + 2,95 % | + 3,43 % | + 3,72 % | 3,66 Km ² | 11,50 Km ² | 19,56 Km ² |
| Rondane Nord | Øst og Vest | 12AB_Alt | sommer | + 5,85 % | + 6,71 % | + 7,25 % | 7,26 Km ² | 22,48 Km ² | 38,11 Km ² |



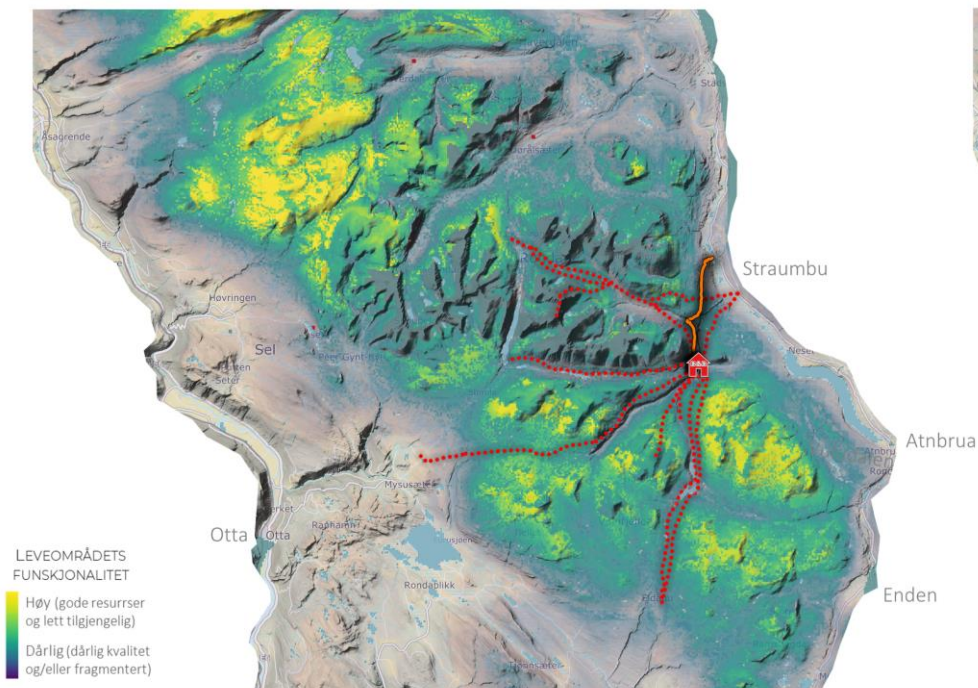
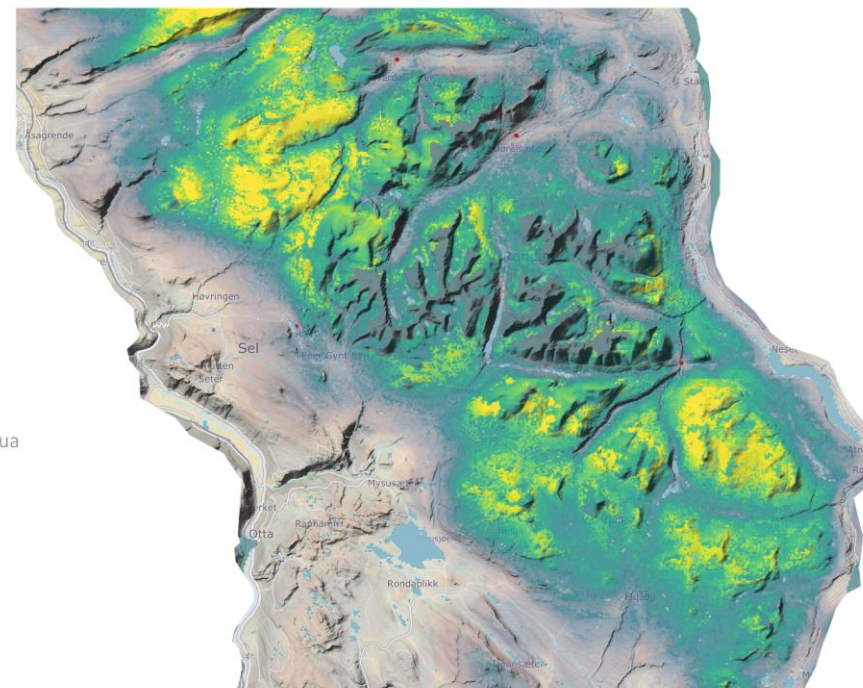
Figur 14. Visuelt oversikt over resultatene. Se Tabell 1 for beskrivelse.

5.3 Scenario 1 – Bjørnhollia (Øst)



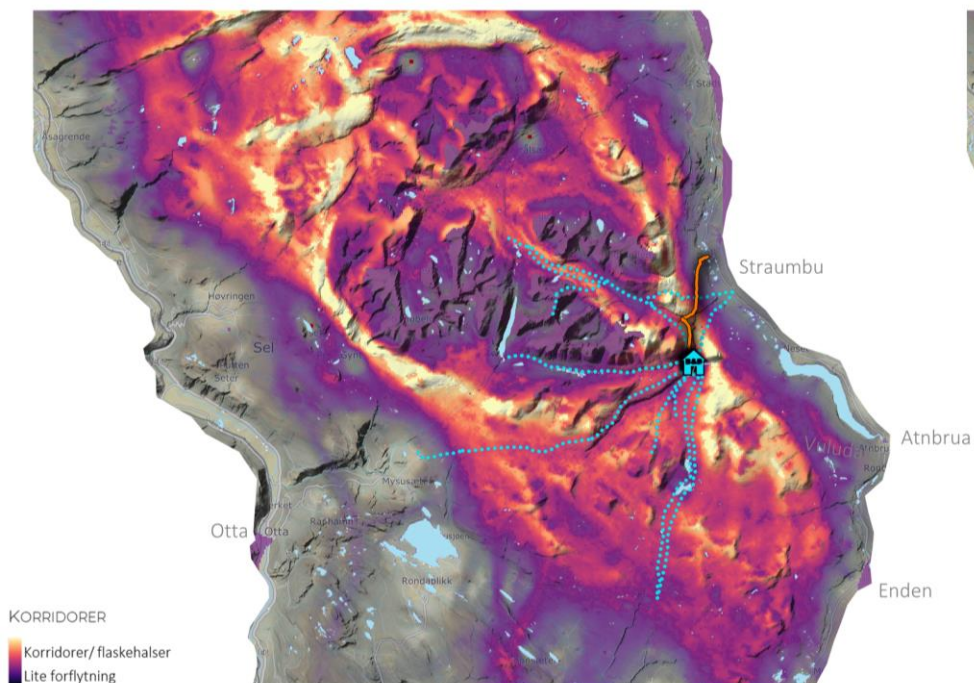
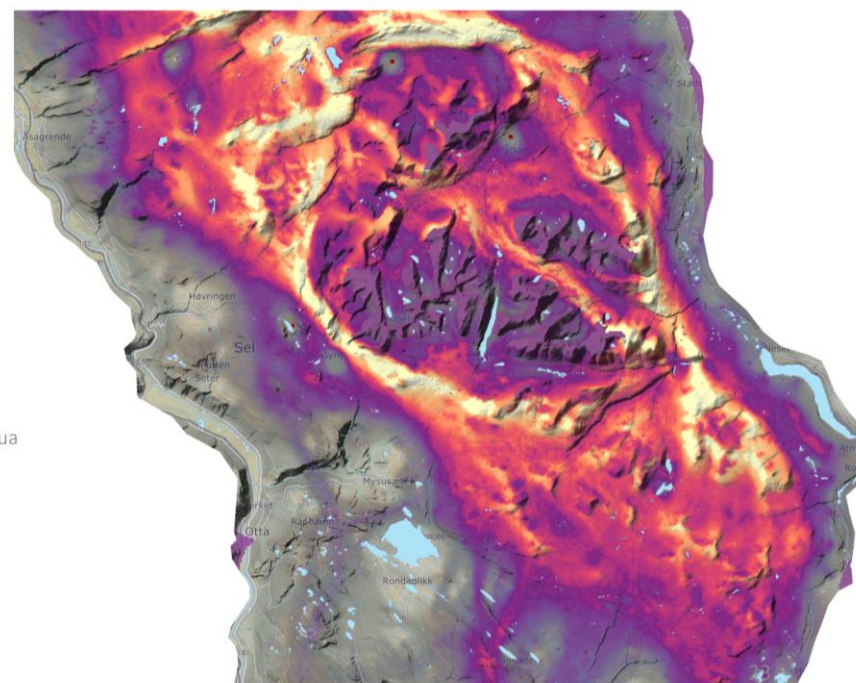
Figur 15. I Scenario 1 (Bjørnhollia, øst) forventes habitatkvaliteten (venstre, grønn) å øke ca. 4% ved å fjerne Bjørnhollia og tilhørende stier og vei. Dette er fordi disse er de viktigste forstyrrelsesfaktorene i området og fjerning av disse forventes å fjerne en god del forstyrrelser i området. Permeabiliteten (svart, høyre) forventes også å øke. Området nær Bjørnhollia er relativt enkelt å forflytte seg gjennom for rein i et topografisk perspektiv, og de viktigste faktorene som senker permeabiliteten i dag er turistinfrastruktur. Fjerning av Bjørnhollia og tilhørende stier og veier forventes derfor å lette reinsdyrenes bevegelser.

FØR

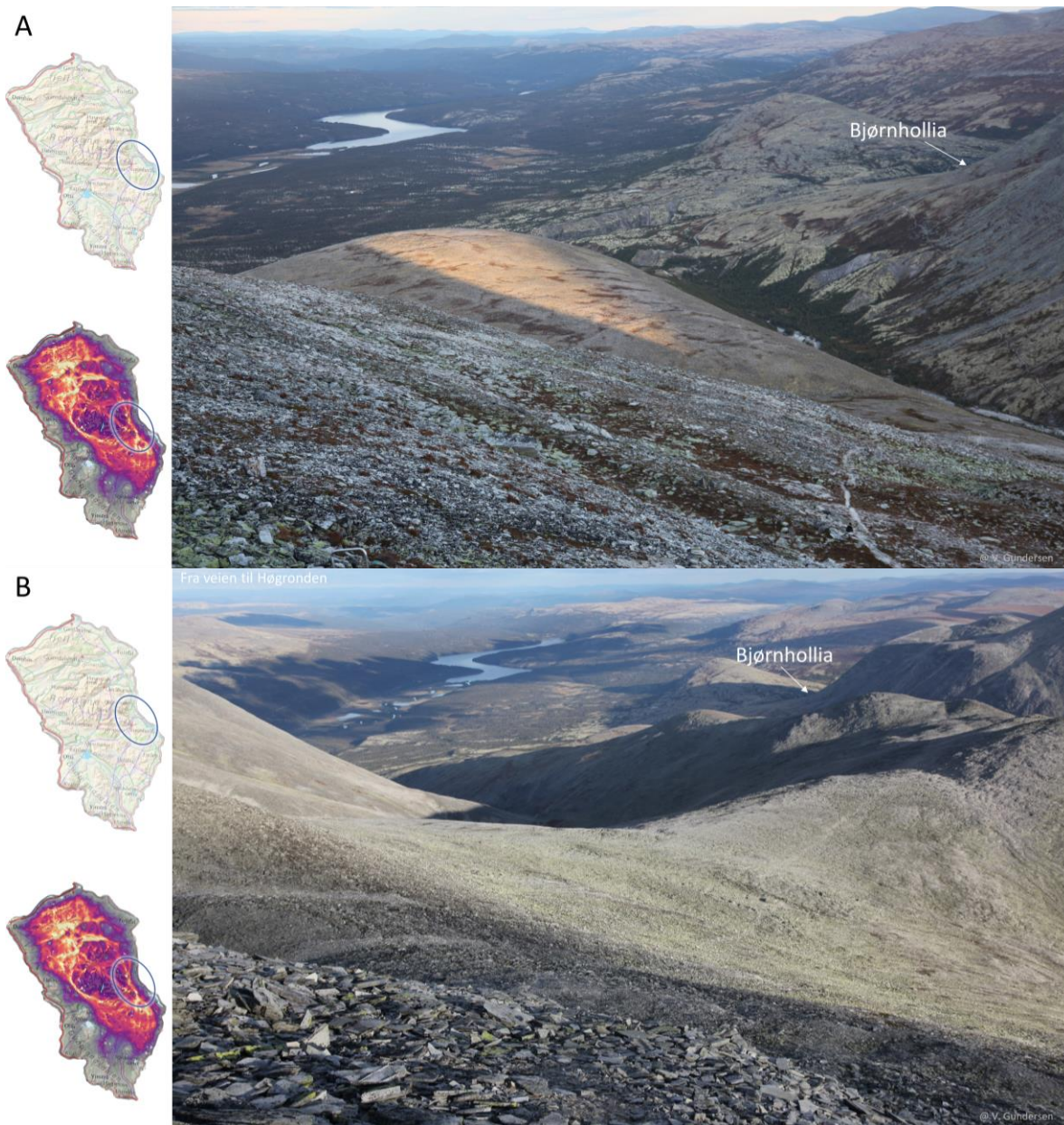
ETTER: + 19.4 km² (+ 3.7%)

Figur 16. Leveområdets funksjonalitet - Scenario 1, Bjørnhollia (øst). Dette kartet og kartet på korridorer (Figur 17) vurderer landskapet i sammenheng, og resultatene angående habitatfunksjonalitet og konektivitet er derfor de viktigste. De gule områdene viser de mest funksjonelle områdene, dvs. områder som samtidig byr på gode ressurser/beiteområder og som også er godt knyttet til andre gode områder (ikke isolert/fragmentert). Fjerning av Bjørnhollia og tilhørende stier og vei forventes å øke funksjonaliteten i Rondane Nord med ca. 4%, mest synlig i området rundt Bjørnhollia. Dette tilsvarer en økning på 19.4 km² godt og lett tilgjengelig sommerhabitat. Her vises tilfellet der villrein har høyere motivasjon til å forflytte seg (mer risikovilje, dvs. $\alpha = 500$).

FØR

ETTER: + 19.4 km² (+ 3.7%)

Figur 17. Korridorer i scenario 1 – Bjørnhollia (øst). Kartet visualisere korridorer beregnet av modellen. Gode, robuste korridorer (gul-oransje) er bred, slik at villrein kan bevege seg ganske fritt over et relativt bredt område, og kan velge mellom flere alternative trekkruer. Fjerning av Bjørnhollia og tilhørende stier og vei forventes å øke konnektiviteten i Rondane Nord sommerstid ganske betydelig, selv om forskjellen er vanskelig å legge merke til bare ved å se på bildet; hovedårsaken er at modellen kun identifiserer 2(3) mulige bevegelsesruter, og de vil være de samme dersom infrastrukturen fjernes, bare sterkere. Dette tilsvarer en økning på 19.4 km² godt og lett tilgjengelig sommerhabitat. Her vises tilfellet der villrein har høyere motivasjon til å bevege seg (mer risikovilje, $\alpha = 500$).



Figur 18. Bilder fra mulig korridor i øst. Bilder av Vegard Gundersen.



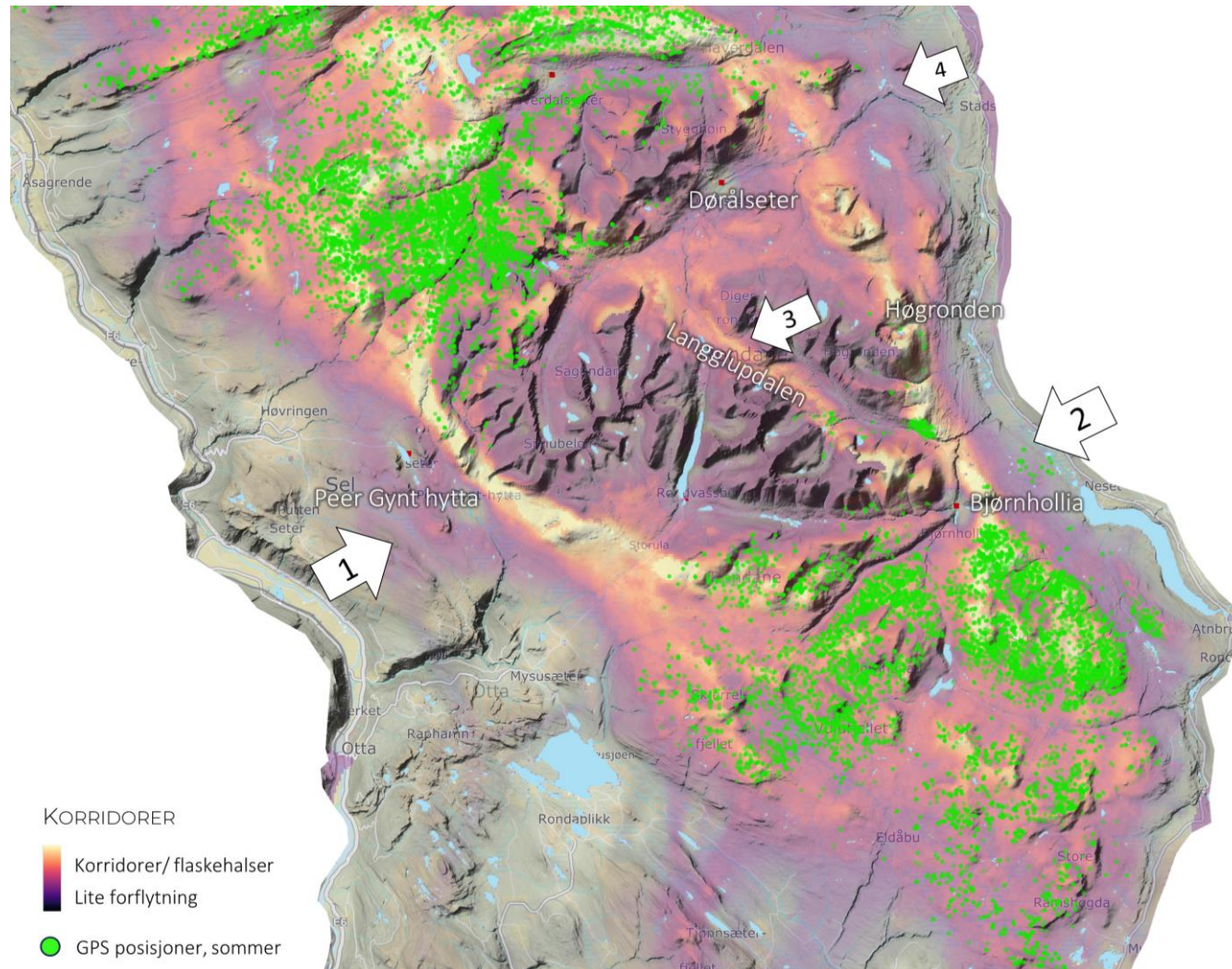
Figur 19. Mulig korridor i øst, Langglupdalen. Bilde av Vegard Gundersen.

5.4 Kommentarer

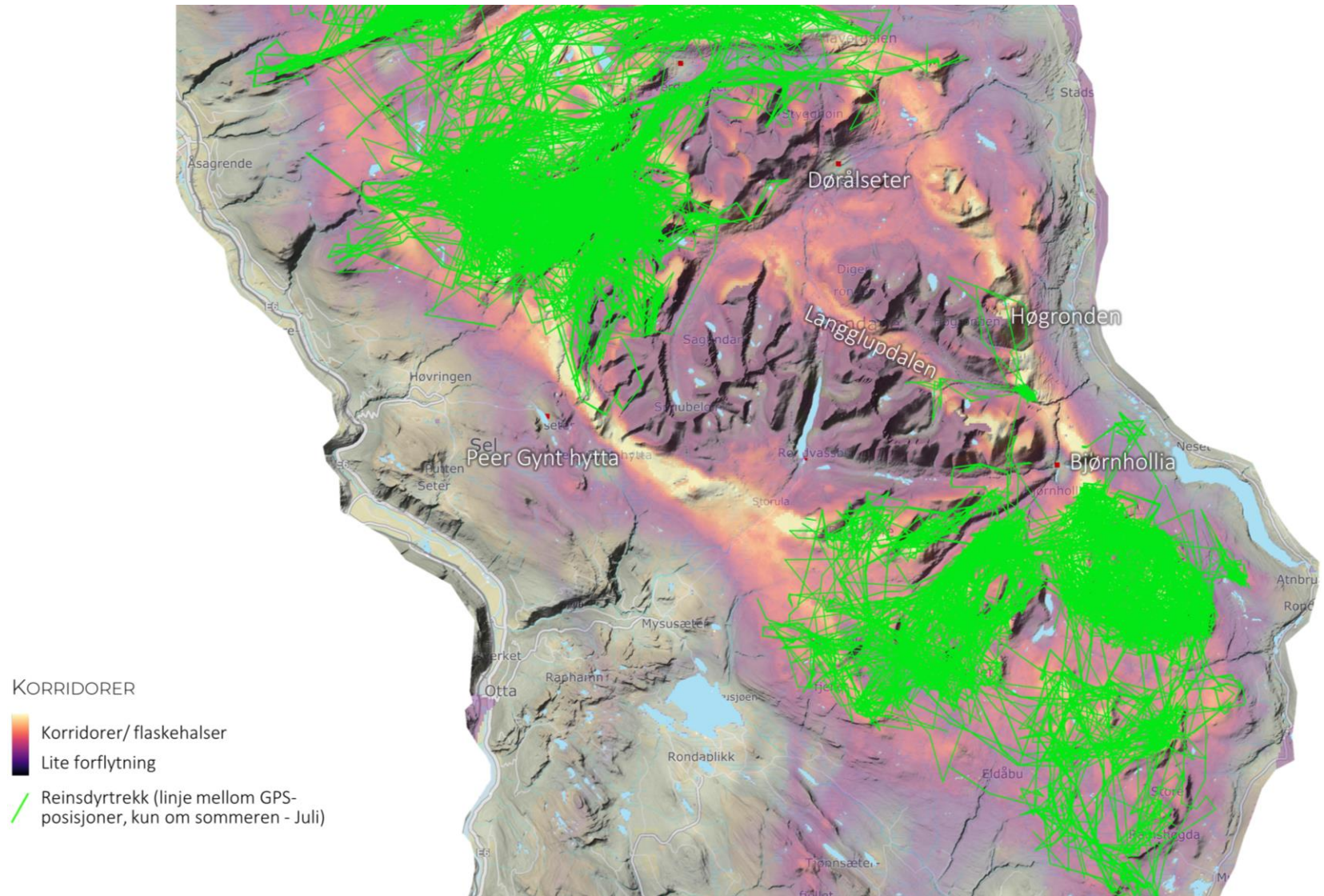
Figur 20 viser at to hovedkorridorer kan forbinde den nordlige og sørlige delbestanden i Rondane Nord: en vest ved Peer Gynt hytta (merket med «1» i Fig. 20), ganske trang (flaskehals), og en øst ved Bjørnhollia («2» i Fig. 20), bredere og mer diffus, med alternative trekkruter ved Høggronden (Fig. 20-22). Modellen viser også en mulig korridor gjennom dalene som krysser Rondanemassivet (Langglupdalen «3», Fig. 20-22). GPS-data kan finnes i begynnelsen av alle disse tre korridorene, fra nord og fra sør. Men, de stopper i alle tilfeller (se også linje mellom GPS data, neste side), sannsynligvis hindret av turistområdene.

Merk at for å sikre tilkobling mellom områder er det viktig å vurdere *hele korridorer*, fra start til slutt. Nord-øst for Dørålseter (og også vest) ser det ut til å være starten på en mulig korridor («4», Fig. 20). Selv om GPS-merket villrein har blitt registrert i området, ser det ikke ut til at rein har krysset den dalen. Det ville vært nyttig å utforske faktorer som hindrer bevegelser langs Dørålen, da disse har konsekvenser for sammenhengen i hele området, også for korridorene som fører til Bjørnhollia. Tilgjengelige data viser at langs elva er det en vei, en sti og få hytter; vi har ingen data på størrelse/permeabilitet til elva.

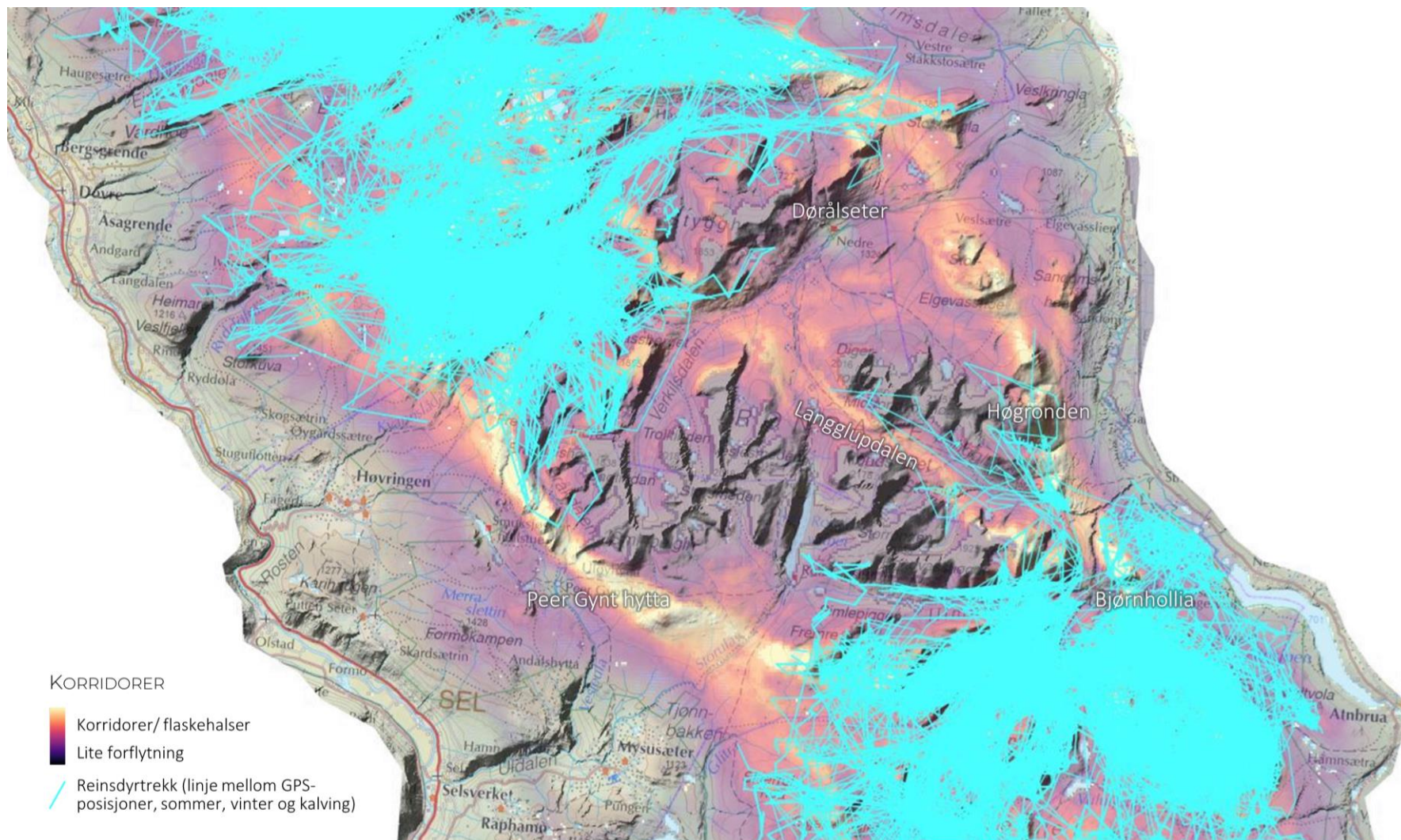
Figurer 21 og 22 viser villreinstrekk i turistsesongen sommerstid (Fig. 21), vinterstid, under kalvingen, og sommer kombinert (Fig. 22). Figurene viser at GPS-overvåket villrein gjorde noen forsøk på å bevege seg langs korridorene identifisert av modellene, spesielt på østsida, fra Bjørnhollia og nordover gjennom Høggronden og Langglupdalen.



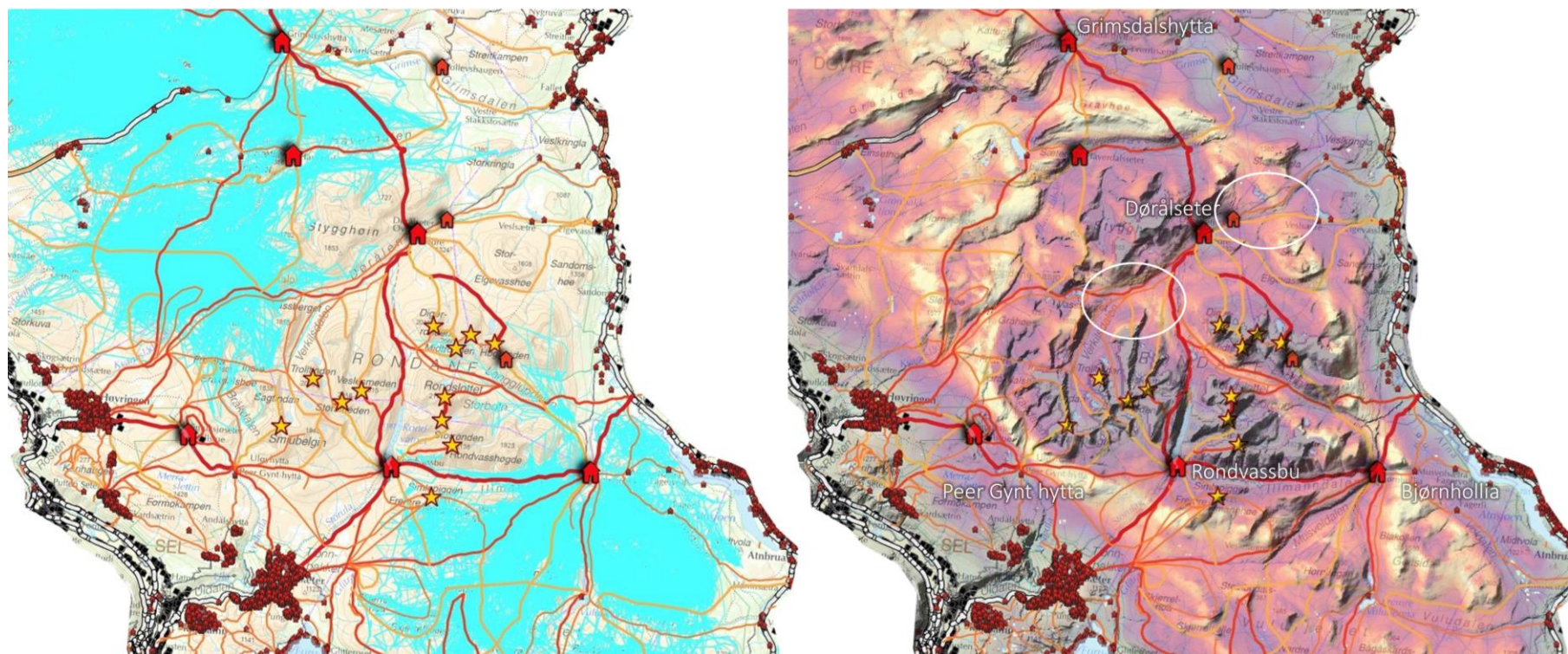
Figur 20. Modellen viser at to hovedkorridorer kan binde sammen den nordlige og sørlige delbestanden i Rondane nord: en vest ved Peer Gynt hytta (1), ganske trangt (flaskehals), og en øst ved Bjørnhollia (2), bredere og mer diffus, med alternative trekkruiter ved Høgronden. Modellen viser også en mulig korridor gjennom dalene som krysser Rondanemassivet (Langglupdalen, 3). GPS-data vises i grønt.






Figur 21. Villreintrekk i turistsesongen sommerstid (Juli).



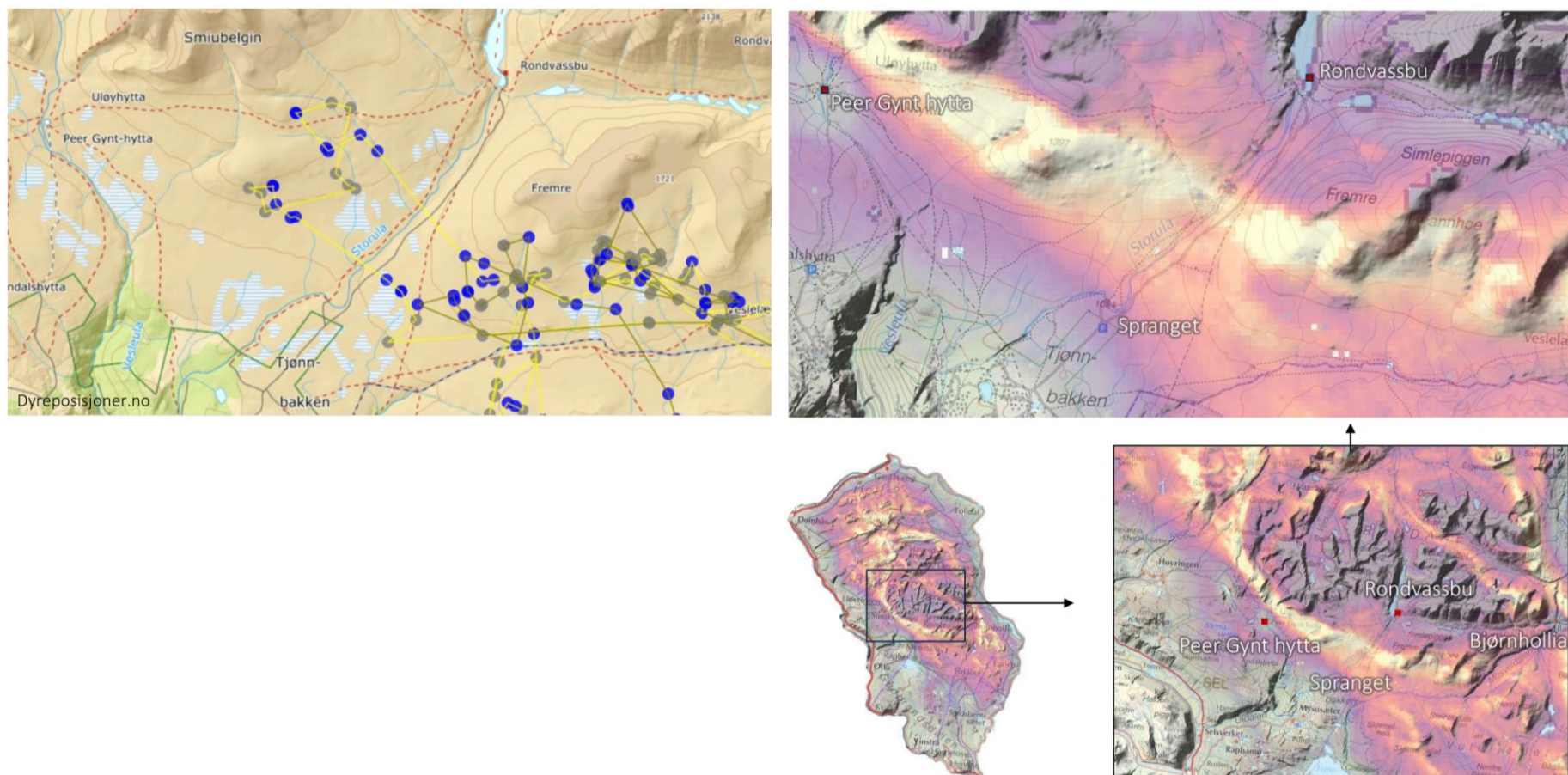
Figur 22. Villreintrekk sommerstid, vinterstid og i kalvingsperioden.



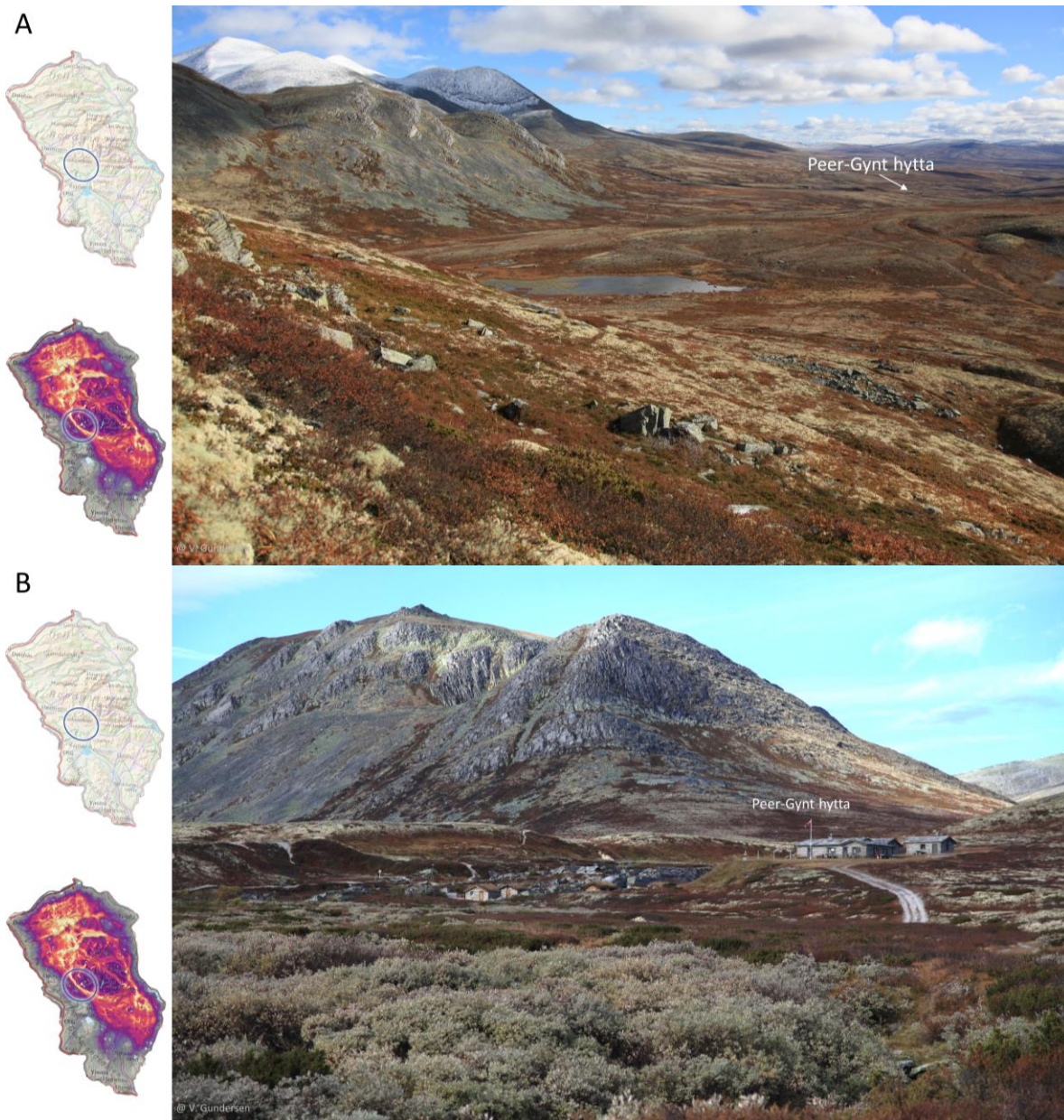
KORRIDORER

-  Korridorer/flaskehals
-  Lite forflytning
-  Reinsdyrtrekk (linje mellom GPS-posisjoner, sommer, vinter og kalving)

Figur 23. For å sikre tilkobling er det viktig å vurdere hele korridorer, fra start til slutt, og infrastrukturen disse går gjennom. F.eks, nord-øst og sør-vest for Døråseter viser modellen starten på en mulig korridor. Selv om GPS-merket villrein bruker området, ser det ikke ut til at villrein har krysset denne dalen. Det ville vært nyttig å utforske faktorer som hindrer bevegelser langs/over Dørålen, for eksempel i områdene markert med hvite sirkler, da disse ser ut til å ha konsekvenser for sammenhengen i hele området, også for korridorene som fører til Bjørnhollia. Se tegnforklaring for infrastruktur i Fig. 1.

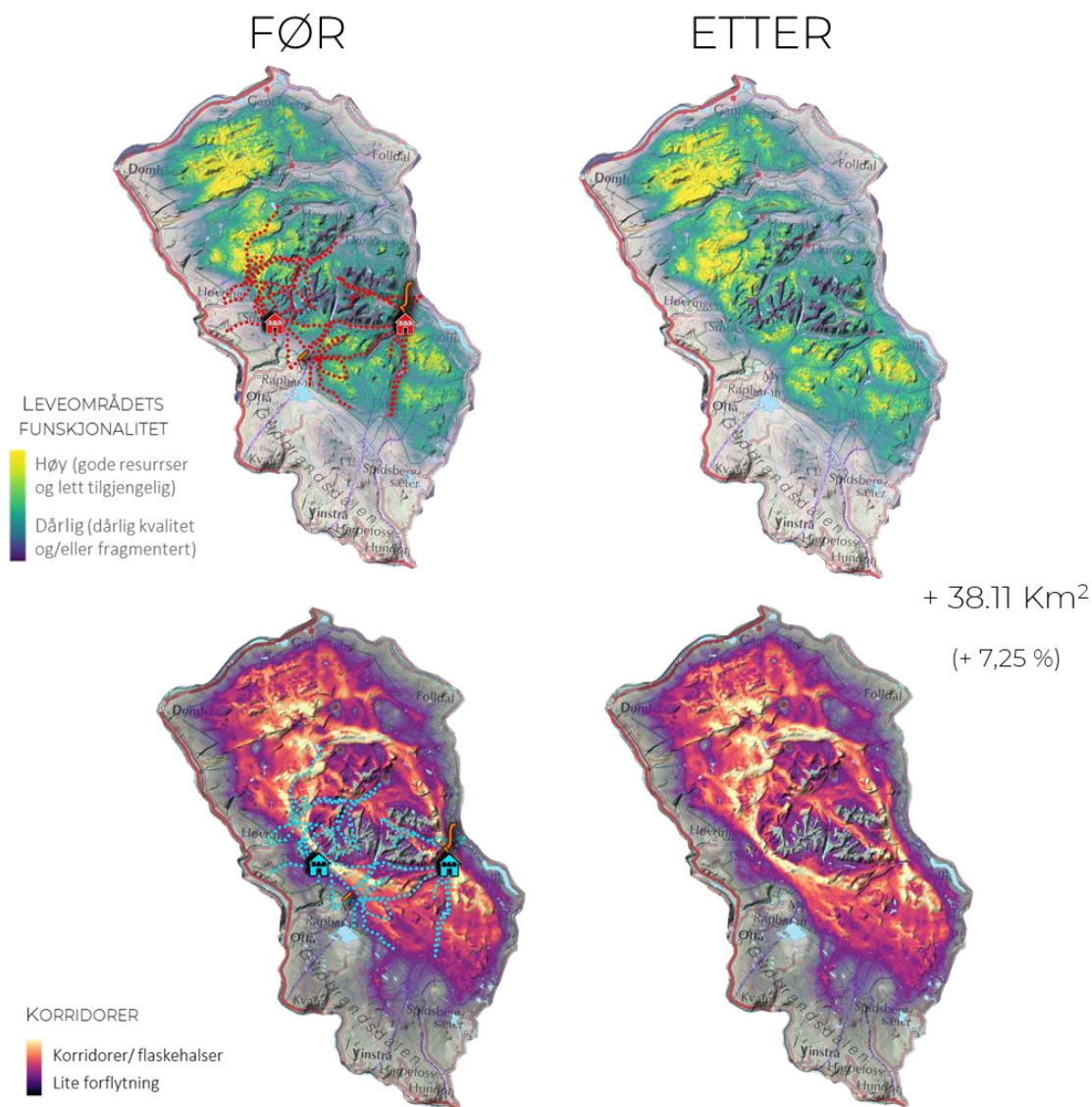


Figur 24. Mulig korridor i vest, Spranget – Peer Gynt Hytta. Venstre: Høsten 2023 krysset rundt 120 dyr veien mellom Spranget og Rondvassbu (GPS posisjoner, blå). Men, reinsdyrflokken snudde før de traff den andre, trange flaskehalsen ved Peer-Gynt-hytta. Høyre: Passasjen var ganske nøyaktig på korridoren / flaskehalsen identifisert av modellen.



Figur 25. Bilder fra mulig korridor i vest (Spranget – Peer Gynt Hytta). Bilder av Vegard Gundersen.

5.5 Scenario 12AB – Fjern all infrastruktur



Figur 26. Fjerning av alle infrastruktur forventes å øke funksjonaliteten i Rondane Nord sommerstid betydelig (+ 38.11 km²), selv om forskjellen er vanskelig å legge merke til bare ved å se på bildet; hovedårsaken er at modellen kun identifiserer 2 mulige bevegelsesruter, og en tredje mindre korridor gjennom Rondanemassivet (det finnes ingen andre alternativer), og de vil være de samme hvis infrastrukturen fjernes, bare sterkere.

6 Konklusjon

Landskapets konnektivitet innenfor Rondane Nord er en kritisk faktor for villreinens tilstand og muligheter for bedring av tilstand i forhold til kvalitetsnormen. Området er stort sett delt i to ved Rondanemassivet pga. en kombinasjon av topografi og turisme i øst og i vest. Modellen fanger godt opp de historiske korridorene som stemmer med lokalkunnskap, data om fangstanlegg og også dagens GPS data. Dette peker på to til tre bevegelsesmuligheter med mulige trekkruiter dersom villreinen skal kunne bevege seg gjennom Rondane Nord: i øst, ved Bjørnhollia, og i vest, ved Peer Gynt Hytta.

Gamle trekkruiter kan imidlertid ikke lenger defineres som funksjonelle korridorer for villrein i turist-sesongen på grunn av menneskelig forstyrrelse. Hvorvidt villrein kan ta i bruk disse historiske korridorene sommerstid avhenger av flere faktorer - først og fremst infrastruktur og forstyrrelser inne i korridorene, men også av hvor villige villreinen er til å «ta risiko», og komme nærmere menneskelig forstyrrelser for å nå et annet område. Villrein kan, til en viss grad, tilpasse seg og øke toleransenivået i enkelte situasjoner (f.eks. under migrasjon, jakt sesong, dårlig værforhold, høy bestandstetthet, dårlig beiteforhold) da motivasjonen for å komme seg unna kan være høyere (f.eks. Joly et al., 2021; Panzacchi, Van Moorter, & Strand, 2013). Selv om modellen ikke kan forutsi med høy sikkerhet hvor risikovillige reinsdyr kan være, har modellen imidlertid en parameter, α , som representerer villreinens «vilje» eller «motivasjon» til å bevege seg, dvs. hvor risikovillig kan de være. Det er behov for mer kunnskap, testing og analyser om villreinens toleransegrenser og risikovillighet for forstyrrelser og infrastruktur under forskjellige omstendigheter for å forbedre modellene. Vi kjørte de foreslåtte scenariene med ulike α parameter, for å identifisere de beste korridorene dersom reinen hadde høyere eller lavere motivasjon til å forflytte seg. Resultatene er konsistente i alle tilfeller.

De foreslåtte scenariene i Rondane Nord er ambisiøse og forventes å være svært effektive for å øke tilkoblingen i Rondane Nord og bedre tilstanden for villrein i tråd med kvalitetsnormen. De er også blant de scenariene som forventes å gi høyest gevinst i funksjonelle habitat, sammenlignet med de fleste av de ca. 80 andre scenarier testet så langt i flere villreinområder i Norge (Panzacchi, Van Moorter, & Niebuhr, 2022; Panzacchi, Van Moorter, Tveraa, et al., 2022).

Basert på modellene er det følgende resultater om effekt av ulike tiltak som trekkes fram:

- Scenarioet som forventes å gi den høyeste økningen i funksjonalitet er åpenbart scenario 12-AB, hvor all infrastruktur fjernes, i øst og i vest (38,11 km²).
- Det «enkeltscenarioet» som forventes å øke habitatfunksjonaliteten mest, er Scenario 1 – Bjørnhollia (øst). Dette forventes å gi omtrent samme gevinst i funksjonalitet (19,43 km²) som å fjerne all infrastruktur i vest (scenario 2AB; 19,56 km²). Dette fordi selv om de foreslåtte hyttene og stiene på vestsiden skulle fjernes (scenario 2A og 2B), vil det likevel være flere forstyrrelseskilder i nærområdet som har stor innvirkning på et ganske stort område, nemlig en høy tetthet av private hytter og tilhørende veier og infrastruktur. I tillegg vil rein i vest måtte krysse to forstyrrede områder – Mysusæter og Peer Gynt hytta.
- Derimot vil fjerning av infrastruktur på østsiden i større grad fjerne menneskeskapte forstyrrelser fra området. Derfor, i tilfelle det blir besluttet å fokusere på foreslåtte avbøtende tiltak på vestsiden, vil det anbefales å vurdere også tiltak for å begrense effektsonen til eksisterende hyttefelt og veger.
- Det anbefales også å undersøke nærmere effekten av beitedyr, da disse ser ut til å ha betydning på habitatpreferanser.

Scenario 2B-Mysusæter i seg selv forventes ikke å åpne korridoren helt, både på grunn av nærhet til hytteområdet og relatert infrastruktur, og også fordi dette kun vil være den første av to store barrierer som reinen må over. Vi vil påpeke at rundt 120 villrein krysset veien ved

Mysusæther i Okt. 2023, ganske nøyaktig i det området som ble identifisert av modellen; men, reinen snudde og dro tilbake før de traff den andre trange flaskehalsen ved Peer Gynt hytta.

Fjerning av begge barrierene på vest-siden (scenario 2AB-Alt) forventes å gi en høy mengde funksjonelt habitat. Dette scenarioet forventes å være spesielt aktuelt dersom reinen er mer risikovillig, da området de må krysse er mer forstyrret enn området i øst, sommerstid. Reinen kan bli mer motivert til å ta risiko og forflytte seg, for eksempel dersom forstyrrelsene i beiteområdene øker, dersom bestandstettheten øker, eller ved dårlige beiteforhold eller værforhold.

Det er viktig å merke at for å sikre tilkobling må man vurdere alle infrastrukturer og forstyrrelseskilder langs *hele korridorer, fra start til slutt*. Dette kan innebære at andre områder og infrastrukturer også bør vurderes, for eksempel nord for Bjørnhollia. Det kan også være nyttig å utvide modellen til å vurdere korridorer og forbindelser med de nærliggende villreinområdene, for å sikre langsiktig levedyktighet for villreinen i Rondane.

Anerkjennelser

Først en stor takk til prosjektgruppen for Tiltaksplaner i Rondane Nord, ledet av Marit Vorkinn, som har vært direkte involvert i å kontrollere nøyaktigheten av lokale data om infrastruktur og menneskelige aktiviteter, i å diskutere foreløpige versjoner av scenarier og modeller, og i å gi veldig gode tilbakemeldinger og nyttige tips også for fremtidig utvikling. Innsamlingen av GPS-data har vært avgjørende for dette arbeidet. GPS-data ble samlet inn gjennom en rekke lokale overvåkingsprosjekter takket være et stort antall samarbeidspartnere inkludert Olav Strand, Eigil Reimers, Roy Andersen. Under arbeidet med kumulative effekter ble en stor mengde data brukt til analyse: vi takker NIBIO, Kartverket, Geonorge, NORUT, Met.no, NVE – for å nevne noen. Data om turistvolum er også avgjørende, og ble levert i enkelte områder av Vegard Gundersen. Lokalkunnskap ble levert av styret for lokale eksperter i enkelte områder. Stor takk til Christer Rolandsen for rådgiving, og til Øyvind Hamre, Lajla T. White og Sygne Nybø for kommentarer og forslag.

7 Referanser

- Andersen, O., & Gundersen, V. (2009). *Ferdseil og bruk av Rondane. Etterundersøkelse blant besøkende sommeren 2009* (NINA Rapport 599). Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2642368>
- Dorber, M., Panzacchi, M., Strand, O., & van Moorter, B. (2023). New indicator of habitat functionality reveals high risk of underestimating trade-offs among sustainable development goals: The case of wild reindeer and hydropower. *Ambio*, 52(4), 757–768. <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01824-x>
- Gundersen, V., Vistad, O. I., Panzacchi, M., Strand, O., & Van Moorter, B. (2019). Large-scale segregation of tourists and wild reindeer in three Norwegian national parks: Management implications. *Tourism Management*, 75, 22–33. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2019.04.017>
- Gundersen, V., Wold, L. C., & Vistad, O. I. (2014). *Karaktertrekk ved de besøkende til innfallsporter i Rondane og Dovre nasjonalparker* (NINA Minirapport 522). Norsk institutt for naturforskning.
- Joly, K., Gunn, A., Côté, S. D., Panzacchi, M., Adamczewski, J., Sutor, M. J., & Gurarie, E. (2021). Caribou and reindeer migrations in the changing Arctic. *Animal Migration*, 8(1), 156–167. <https://doi.org/10.1515/ami-2020-0110>
- Lelotte, L. (2021). *Analysis of the human footprint on reindeer summer habitat: Using habitat selection modeling to assess anthropogenic drivers of habitat loss in Norwegian wild mountain reindeer (Rangifer tarandus tarandus)* [Master Thesis]. Liège Université.
- Niebuhr, B. B., Panzacchi, M., & Van Moorter, B. (2023). *Oneimpact package version 0.1.1: Tools for the assessment of the cumulative impacts of anthropogenic features in ecological studies* (0.1.1) [R package]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7888674>
- Niebuhr, B. B., Van Moorter, B., Stien, A., Tveraa, T., Strand, O., Langeland, K., Sandström, P., Alam, M., Skarin, A., & Panzacchi, M. (2023). Estimating the cumulative impact and zone of influence of anthropogenic features on biodiversity. *Methods in Ecology and Evolution*, 14, 2362–2375. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14133>
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., Jordhøy, P., & Strand, O. (2013). Learning from the past to predict the future: Using archaeological findings and GPS data to quantify reindeer sensitivity to anthropogenic disturbance in Norway. *Landscape Ecology*, 28(5), 847–859. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9793-5>
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., & Niebuhr, B. B. (2022). *Wild reindeer Maps. View Norwegian landscapes as reindeer do. WebApp: <https://www.nina.no/Naturmangfold/Hjortedyr/reindeermapsnorway>*. <https://www.nina.no/Naturmangfold/Hjortedyr/reindeermapsnorway>
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., & Strand, O. (2013). A road in the middle of one of the last wild reindeer migration routes in Norway: Crossing behaviour and threats to conservation. *Rangifer*, 15–26. <https://doi.org/10.7557/2.33.2.2521>
- 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(7), 659–669. <https://doi.org/10.1111/ecog.01075>
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., Strand, O., Saerens, M., Kivimäki, I., 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(1), 32–42. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12386>
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., Tveraa, T., Rolandsen, C. M., Gundersen, V., Lelotte, L., dos Santos, B. B. N., Bøthun, S. W., Stien, A., Andersen, R., & Strand, O. (2022). *Statistisk modellering av samlet belastning av menneskelig aktivitet på villreinområder: Identifisering av viktige leveområder og scenarioanalyser for konsekvensutredning og arealplanlegging* (NINA Rapport 2189). Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/3031987>
- Rolandsen, C. M., Tveraa, T., Gundersen, V., Røed, K. H., Tømmervik, H., Kvie, K., Våge, J., Skarin, A., & Strand, O. (2022). *Klassifisering av de ti nasjonale villreinområdene etter kvalitetsnorm for*

- villrein. Første klassifisering – 2022* (NINA Rapport 2126). Norsk institutt for naturforskning. <https://hdl.handle.net/11250/2991315>
- Strand, O., Gundersen, V., Jordhøy, P., Andersen, R., Nerhoel, I., Panzacchi, M., & Van Moorter, B. F. A. (2015). Villrein og ferdsel i Rondane. Sluttrapport fra GPS-merkeprosjektet 2009–2014. In *170 s. + vedlegg* (NINA Rapport 1013). Norsk institutt for naturforskning. <http://hdl.handle.net/11250/2388724>
- Van Moorter, B., Kivimäki, I., Noack, A., Devooght, R., Panzacchi, M., Hall, K. R., Leleux, P., & Saerens, M. (2023). Accelerating advances in landscape connectivity modelling with the Con-Scape library. *Methods in Ecology and Evolution*, *14*(1), 133–145. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13850>
- Van Moorter, B., Kivimäki, I., Panzacchi, M., Saura, S., Brandão Niebuhr, B., Strand, O., & Saerens, M. (2023). Habitat functionality: Integrating environmental and geographic space in niche modeling for conservation planning. *Ecology*, *104*(7), e4105. <https://doi.org/10.1002/ecy.4105>
- Van Moorter, B., Panzacchi, M., Niebuhr, B. B., Lelotte, L., Rolandsen, C. M., & Tveraa, T. (2023). *Menneskelig påvirkning på alle villreinområder i Norge. Et nytt Dashboard leverer kart og statistiske estimater til støtte for forvaltningsprosesser.* (NINA Rapport 2342). Norsk institutt for naturforskning.
- Vorkinn, M. og Andersen, O. 2010. Besøkende til Rondane og Dovre nasjonalparker – sommeren 2009. Resultater fra selvregistreringskasser og automatiske ferdselstellere. Underveisnotat januar 2010, Fylkesmannen i Oppland: 53 s.

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: 978-82-426-5162-4

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

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger