

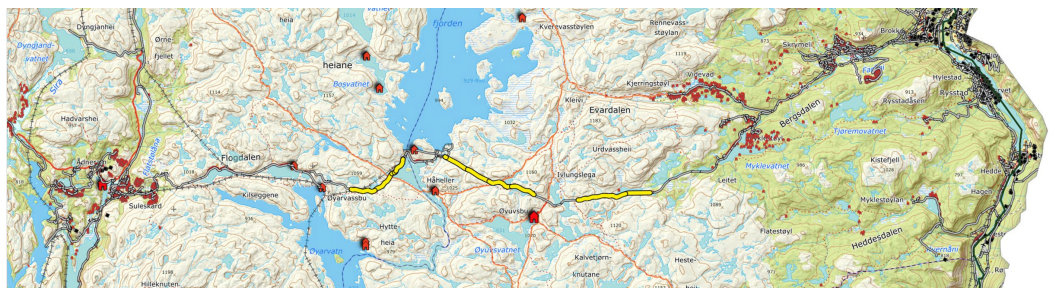
Scenarioanalyse

Evaluering av effekten av tunnelbygging på Brokke-Suleskard veien for villrein

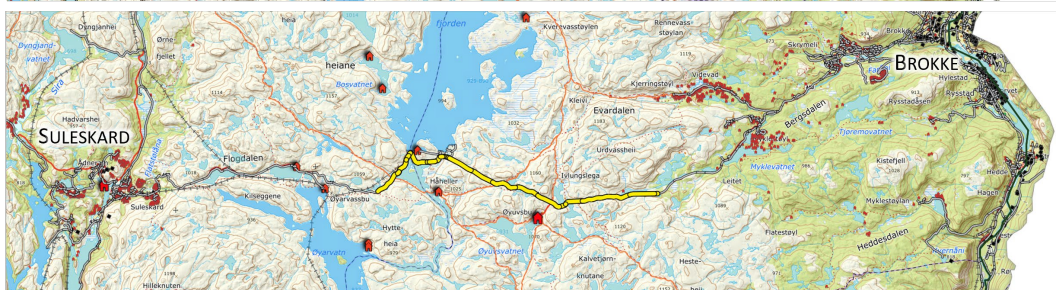
Statistisk kunnskapsgrunnlag for å støtte tiltaksplanen for Setesdal Ryfylke villreinområde

Manuela Panzacchi, Bram van Moorter, Bernardo Brandão Niebuhr, Lucie Lelotte

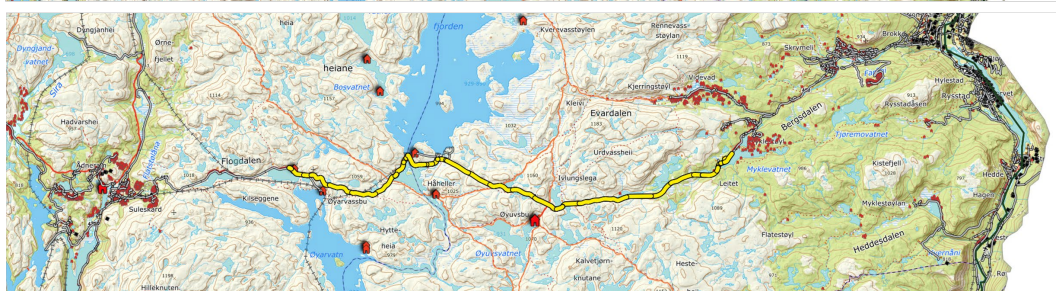
9 km tunnel



11 km tunnel



17 km tunnel



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.

Scenarioanalyse

Evaluering av effekten av tunnelbygging på Brokke-Suleskard veien for villrein

Statistisk kunnskapsgrunnlag for å støtte tiltaksplanen for Setesdal Ryfylke villreinområde

Manuela Panzacchi

Bram van Moorter

Bernardo Brandão Niebuhr

Lucie Lelotte

Panzacchi, M., van Moorter, B., Niebuhr, B.B. & Lelotte, L. 2025. Scenarioanalyse. Evaluering av effekten av tunnelbygging på Brokke-Suleskard veien for villrein. Statistisk kunnskapsgrunnlag for å støtte tiltaksplanen for Setesdal Ryfylke villreinområde. NINA Rapport 2596. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, 01.02.2025

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5414-4

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Jenny Hansen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Margarita Novoa-Garrido

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Agder fylkeskommune

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

24/14831

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Katrine Skajaa Gunnarsli

FORSIDEBILDE

Tre ulike tunnelalternativer for Fv.450 i Setesdal Ryfylke © M.Panzacchi

NØKKEWORD

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

KEY WORDS

- Norway, Ryfylke wild reindeer area
- Wild reindeer
- Mitigation measures
- Quality Standard 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

Panzacchi, M., van Moorter, B., Niebuhr, B.B. & Lelotte, L. 2025. Scenarioanalyse. Evaluering av effekten av tunnelbygging på Brokke–Suleskard-veien for villrein. Statistisk kunnskapsgrunnlag for å støtte tiltaksplanen for Setesdal Ryfylke villreinområde. NINA Rapport 2596. Norsk institutt for naturforskning.

Manuela Panzacchi (manuela.panzacchi@nina.no), Bram van Moorter (bram.van.moorter@nina.no) & Bernardo Brandão Niebuhr (bernardo.brandao@nina.no), Norsk institutt for naturforskning, Sognsveien 68, 0855 Oslo. Lucie Lelotte (Lucie.Lelotte@doct.uliege.be) University of Liège, Belgium
I 2020 innførte Norge et *kvalitetsnormsystem* for å vurdere statusen til villrein. Hvert av de 24 villreinområdene har blitt vurdert basert på tre delnormer, med hver sine måleparametere, hvorav én er menneskelig påvirkning på leveområdene – som i dag utgjør den største trusselen. Videre prosesser må identifisere menneskeskapte påvirkningsfaktorer og implementere «tiltaksplaner» for å sikre at hvert område er tilstrekkelig til å opprettholde levedyktige villreinbestander.

Prioritering av de mest effektive avbøtende tiltakene er en krevende oppgave som forutsetter solid kunnskap om villreinens nøkkelområder og vandringskorridorer, den samlede belastningen fra ulike typer forstyrrelser, samt den relative betydningen av hver påvirkningsfaktor. Dette er også avgjørende for å unngå suboptimale løsninger og for å støtte en konstruktiv dialog som reduserer konfliktpotensialet mellom relevante aktører. Rapporten støtter tiltaksplanprosessene i Setesdal Ryfylke, SR, villreinområde ved å gi et kvantitativt, romlig eksplisitt og høyoppløselig kunnskapsgrunnlag for å vurdere forventet effekt av ett av de foreslåtte avbøtende tiltakene.

Villreinens bruk av de sørlige delene av SR har endret seg dramatisk siden 1990-tallet. Etter at Brokke–Suleskardveien ble anlagt i 1992, har omfanget av trekket over veien gradvis avtatt, trolig som følge av økt trafikk og ferdsel på omkringliggende stier. Dette har ført til betydelig redusert arealbruk sør for veien, og enkelte områder er helt gått ut av bruk. Som en del av arbeidet med tiltaksplanen vurderer Agder fylkeskommune å legge Brokke–Suleskardveien (Fv. 450) i tunnel for å redusere barriereeffekten og legge til rette for økt bruk av området blant villrein.

Rapporten presenterer resultater av scenarioanalyser for å vurdere hvordan tre ulike tunnelalternativer og fremtidig bruk av dagens veitrasé kan påvirke villreinen i SR. For å kunne gi et helhetlig svar, presenterer rapporten først en statistisk oversikt over habitatkvaliteten – både i dag og historisk – over barrierer for villreinens bevegelser, over nøkkelområder og vandringskorridorer, den samlede belastningen fra ulike typer forstyrrelser, samt den relative betydningen av hver enkelt påvirkningsfaktor – både i hele SR, og i fokusområdet. Resultatene bygger på modeller utviklet for alle villreinområder, samt tidligere scenarioanalyser i SR (Panzacchi et al., 2022; van Moorter et al 2023; Dorber et al 2023; Dashbordet: <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap>; NettApp: <https://www.nina.no/Naturmangfold/Hjortedyr/reindeermapsnorway>). Resultatene gjelder simler - den mest sårbare delen av bestanden - og viser at:

- Om sommeren oppholder simler seg i områdene opptil noen kilometer nord for veien, som er den største sammenhengende området med gjenværende funksjonelt habitat i SR.
- Så snart veien stenges for høsten – eller før det, når trafikken er betydelig redusert – kommer simlene for å beite i områdene rundt veien. Om vinteren fortsetter simlene å bruke området, som fungerer som et godt og funksjonelt vinterhabitat. Alle simlene trekker tilbake nord før 20 april, lenge før veien åpner 21 mai. Det kan finnes potensielt egnede kalvingsområder sør for veien, men forbindelsen til de nåværende sommerbeiteområdene fremstår som svak.
- Trafikkerte veier skaper i hovedsak *barrierer* for villrein, og derfor kan tunnelutbygging generelt være et svært effektivt tiltak for å gjenåpne tapte korridorer mellom viktige beiteområder. Når det gjelder Fv.450 er situasjonen kompleks. *Effekten avhenger av hvordan området over og rundt den planlagte tunnelen vil bli benyttet, og av forvaltningsmål for villreinens arealbruk.*
- Fv. 450 har høy biltrafikk om sommeren, noe som skaper en *barriereeffekt* og hindre kryssing av veien. I tillegg brukes veien også til rekreasjonsaktiviteter. Den er tilknyttet stier, hytter, turistattraksjoner og vannkraftstasjoner, og ligger i ett område med betydelig antall beitedyr. Den resulterende samlede belastningen skaper en diffus *habitatforringelse* i et relativt *stort influensområde* både nord og sør for veien – noe som holder simlene på *avstand* fra veien.

- I tillegg finnes det i dag *gode vinterområder og potensielle kalvingsområder sør for veien, men utbredelsen av sommerbeiter i dette området er relativt begrenset* Tidligere var sommerhabitatet mer utbredt i SR, særlig i vest, men også rundt og opptil ca. 10–15 km sør for Fv. 450. Det fortsatt finnes enkelte lommer med egnet sommerhabitat lenger sør for veien, men disse er små og spredt i den sørligste delen av villreinens utbredelses område – noe som begrenser mengden habitat som eventuelt kan gjenvinnes med tunnelen.
- Område rundt og sør for veien er mye mer attraktivt i høstperioden og om vinteren, da simlene krysser veien tidvis allerede før veien stenges - etter at trafikken er veldig betydelig redusert.
- Tunnelbygging vil først og fremst legge til rette for at villrein lettere kan bruke området tidligere på *sommeren og høsten*, samt øke sjansen for bruk av området nært dagens veitrasé om *sommeren* – selv om dette avhenger av hvordan området over tunnelen blir brukt.
- Dersom tunnelen bygges *uten endringer i turisthytter, stier og andre forstyrrelseskilder*, blir estimert habitatgevinsten om sommeren ca. *2,3 km² (tilsvarende omtrent 322 fotballbaner)*, som i stor grad vil være innenfor noen få kilometer rundt dagens veitrasé. Modellene predikerer ikke noen vesentlig økning i bruken av områdene lengre sør for veien, på grunn av både turisme, sauebeiting og gradvis lavere habitat egnethet jo lenger sør man kommer.
- *Tunnelbygging i kombinasjon med Tiltakspakkene 1 og 2* (omplussing av Øyvuvsbu, Stors-teinhytta, og tilknyttende infrastruktur) gir klart størst effekt, med en gevinst på *31 km² sammenhengende og godt sommerhabitat – tilsvarende 4 384 fotballbaner* - fordelt over et større område øst for Roskreppfjorden og langs dagens veitrasé. Ytterligere tiltak for å redusere de viktigste forstyrrelseskildene både nord og sør for veien kan forsterke effekten enda mer.
- Det beste alternativet er å bygge en *17 km lang tunnel uten vei eller stier på toppen*. Den 17 km tunnelen vil dekke de viktigste potensielle korridorene. Effekten av både de 9 og 11 km lange tunnelene er derimot ganske like, da tunnelene stopper litt for nært mulige korridorer.
- Effekten av tunnelen er sterkt avhengig av hvordan området over og rundt tunnelen skal brukes. *Enhver handling som fører til økt trafikk og menneskelig aktivitet vil øke habitatforringelsen og redusere sannsynligheten for at villrein kommer nær området, og i verste fall motvirker den positive effekten av å fjerne barrieren.*
- *Å beholde en mindre trafikkert vei* over tunnelen innebærer en risiko, da det er vanskelig å begrense den rekreasjonsmessige bruken av områdene rundt veien. For at tunnelen skal ha ønsket effekt, bør den overliggende veien enten fjernes eller trafikken begrenses kraftig.
- *Å etablere turstier over tunnelen* også innebærer en viss risiko. Verken traseen for mulige nye stier eller antall forventede besøkende er fastsatt per i dag. I verste fall, avhengig av turistvolumet, kan omfanget av forstyrrelser føre til en netto negativ effekt.

Vi konkluderer at *tunnelbygging, uten stier eller veier over tunnelen, kan være et godt tiltak sett i sammenheng med en mer helhetlig plan for å redusere forstyrrelsen i området.*

Det finnes ingen garanti for at villrein vil begynne å bruke tidligere tapte beiteområder igjen. Vi anbefaler derfor å være ambisiøs, tenke helhetlig fra villreinens perspektiv og ha som mål å frigjøre et utvalgt nøkkelområde fra all mulig forstyrrelser. Målet er «beitero». Vi anbefaler å:

- Vurdere ulike tiltak i SR, samt evt. utviklingsplaner / utbyggingsprosjekter, i sammenheng.
- Ta et bredere perspektiv på alle gode, nåværende og tidligere, beiteområder i SR, og utforsk muligheten for tiltak som kan bidra til å gjenopprette eller øke bruken og konektivitet av disse områdene (inkludert mot vest). Statistiske analyser kan evt. støtte prosessen.
- Sett langsiktige og målbare forvaltningsmål for villreinens arealbruk i SR, f.eks.: (i) at simler bruker området rundt og sør for veien tidligere på høsten; (ii) at simler bruker området både om høsten og om sommeren; (iii) at kalvingsområdene sør for veien tas i bruk igjen.
- Utforske: (i) forstyrrelser i vinterferien/Påske, brøyting; (ii) konektivitet mellom mulige kalvingsområder sør og sommerbeiteområder; (iii) mengden uforstyrrede sommerbeiteområder.
- Styrke kunnskapen og vurdere tiltak for de viktigste påvirkningsfaktorer, inkl. sauebeiting.

Abstract

Panzacchi, M., van Moorter, B., Niebuhr, B.B. & Lelotte, L. 2025. Scenario Analyses. Evaluating the effect of building a tunnel on the Brokke-Suleskard road for wild reindeer. Statistical support for the development of the Mitigation Plan for wild reindeer in Setesdal Ryfylke. NINA Report 2596. Norwegian Institute for Nature Research.

Manuela Panzacchi (manuela.panzacchi@nina.no), Bram van Moorter (bram.van.moorter@nina.no) & Bernardo Brandão Niebuhr (bernardo.brandao@nina.no), NINA. Lucie Lelotte (Lucie.Lelotte@doct.uliege.be) University of Liège, Belgium

Norway recently adopted a “quality norm” system to assess the status of wild reindeer. Each of the 24 management areas are assessed based on three parameters, one of which is human impact on habitats, currently a major threat. Further work is needed to identify anthropogenic drivers and identify/implement targeted action plans (“tiltaksplaner”) to ensure that each area meets quality standards sufficient to maintain viable populations for future generations.

Prioritizing the most effective mitigation measures is a demanding task that requires solid knowledge of key reindeer areas and migration corridors, the cumulative impact of various types of disturbances, and the relative importance of each impact factor. A robust knowledge base is also essential to avoid suboptimal solutions and to support constructive dialogue that reduces the potential for conflict among stakeholders.

This report supports the action plan processes in the Setesdal Ryfylke (SR) wild reindeer area by providing a quantitative, spatially explicit, and high-resolution knowledge base to assess the expected effect of one of the proposed mitigation measures.

Reindeer use of the southern parts of SR has changed dramatically since the 1990s. After the Brokke–Suleskard road was constructed in 1992, crossings over the road have gradually decreased—likely due to increased traffic and human activity on surrounding trails. This has led to a significant reduction in land use south of the road, with some areas no longer used at all. As part of the action plan work, Agder County is considering placing Brokke–Suleskard road (Route 450) in a tunnel to reduce its barrier effect and facilitate increased reindeer use of the area.

The report presents the results of scenario analyses to assess how three different tunnel alternatives and future use of the current road could affect reindeer in SR. To provide a comprehensive answer, the report first presents a complete statistical overview of habitat quality—both current and historical—barriers to reindeer movement, key areas and migration corridors, the total impact from different types of disturbances, and the relative importance of each impact factor—both throughout SR and in the focus area. The results build upon models developed for all wild reindeer areas and on earlier scenario analyses in SR (Panzacchi et al., 2022; van Moorter et al. 2023; Dorber et al. 2023; Dashboard: <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap>; WebApp: <https://www.nina.no/Naturmangfold/Hjortedyr/reindeermapsnorway>).

The results focus on females - the most vulnerable part of the population - and show that:

- In summer, GPS-collared females stay in areas north of the road, the largest continuous area with remaining functional habitat in SR.
- As soon as the road is closed in autumn—or just before, when traffic and disturbances are significantly reduced—the females begin grazing near the road. In winter, they continue to use the area, which functions as viable winter habitat. All females retreat north of the road before April 20, well before the road reopens on May 21. There may be suitable calving areas south of the road, but connectivity to current summer pastures may be weak.
- Roads with high traffic primarily act as barriers to reindeer, so tunnel construction can be an effective measure to reopen lost corridors between key grazing areas. For Route 450, the situation is complex, and the effect of building a tunnel greatly depends on how the area above and around the planned tunnel is going to be used.

- Route 450 has high traffic volume during summer, creating a barrier effect that prevents road crossings. Additionally, the road is used for recreation, and also connected to trails, cabins, tourist attractions, hydropower stations - and is in an area with a significant number of grazing sheep. The resulting cumulative impact causes diffuse habitat degradation over a relatively large "zone of influence" both north and south of the road, keeping reindeer at a distance.
- Furthermore, although there are currently good winter areas and potential calving areas south of the road, the extent of summer pastures south of the road is relatively limited. Previously, summer habitat was more widespread in SR, especially in the west, but also adjacent to and up to 10–15 km south of Route 450. Although some patches of suitable summer habitat still exist further south, these are small and scattered in the southernmost part of the reindeer range – limiting the amount of habitat that could potentially be regained with the tunnel.
- The area adjacent to and south of the road is more attractive in autumn and winter, as females occasionally cross the road even before it is closed, once traffic is significantly reduced.
- The tunnel will first and foremost promote an earlier use of the area in late summer/autumn and increase the chance of using the area during summer — although this depends on how the area above the tunnel will be managed.
- If the tunnel is built without any changes to tourist cabins, trails, or other disturbance factors, the estimated summer habitat gain is about 2.3 km² (equivalent to 322 football fields), mostly within a few kilometers around the current road alignment. The model does not predict a substantially increased use of the area further south, due to disturbance and low suitability.
- Constructing the tunnel in combination with other planned mitigation measures (relocation of Øyuvsbu, Storsteinhytta, and related infrastructure) yields the greatest benefit, with a gain of *31 km² of well connected summer habitat—equivalent to 4,384 football fields*—spread over a larger area east of Rosskrefppfjorden and along the current road.
- *The best alternative is a 17 km long tunnel without a road or trails on top.* The 17 km tunnel would enable to re-establish the most important potential corridors. The effects of the 9 and 11 km tunnels are quite similar, as they both would enable re-establishing some of the potential corridors, but at the same time stop a bit too close to other potential corridors.
- The tunnel's effectiveness depends heavily on how the area above and around it will be used. Any activity that increases traffic and disturbance will reduce the likelihood of reindeer approaching the area, in the worst case countering the positive effect of removing the barrier.
- Retaining a reduced-traffic road over the tunnel involves a risk, as it may be difficult to limit recreational use of the areas around the road. For the tunnel to have the desired effect, the overlying road should either be removed entirely or the car traffic significantly reduced.
- Establishing hiking trails over the tunnel also carries risks. The location and number of trails is still to be discussed, and the expected tourist volume unknown. In the worst case, depending on tourist volume, the extent of disturbance could result in a net negative effect.

In conclusion, *building the tunnel, without trails or roads over it, would be a good measure as part of a broader plan to reduce disturbances in the area.* There is no guarantee that reindeer will return to previously lost grazing areas. We therefore suggest to be ambitious, take a holistic view from the reindeer's perspective, and aim to obtain an area free from all possible disturbance. The goal is "grazing peace." We suggest to:

- Assess various measures in SR, as well as any development plans, in a holistic context.
- Take a broader perspective on all good and also former grazing areas in SR, and explore the possibility of mitigation measures to help restore or increase the use and connectivity of these areas (including to the west). Statistical analyses may support the process.
- Set precise, long-term, and measurable management goals for reindeer habitat use in SR. E.g.: (i) females shall use the area around and south of the road earlier in the fall; (ii) females shall use the area also in summer; (iii) calving areas south of the road shall be used again
- Increase knowledge and consider mitigating the main impact factors, including sheep grazing.

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	5
Innhold	7
Forord	9
1 Bakgrunn	10
1.1 Villreinmodeller i Norge: en helhetlig verktøykasse for kunnskapsbasert forvaltning	10
1.1.1 Tredje generasjons modeller	11
1.2 Scenarioanalyser – hva er det?	11
1.3 Scenarioanalyser i tiltaksplaner	12
1.4 Tiltaksplan for Setesdal Ryfylke	13
1.4.1 Problemforståelse og løsningsforslag	14
2 Data	16
2.1 Datagrunnlag for modeller	16
2.1.1 Datajustering basert på lokalkunnskap	16
2.2 Tilleggsdata: trafikkvolum på Brokke–Suleskardveien	19
3 Metoder	20
3.1 Habitat kvalitet, habitattap og barrierer	21
3.1.1 Habitat i ‘gamle dager’ og dagens ‘menneskelig fotavtrykk’	21
3.2 Leveområdets funksjonalitet og korridorer	22
3.3 Scenarioanalyser og «Sonerings» eller arealprioritering	22
3.4 Effekt av trafikkvolum	22
4 Modellresultater og kommentarer	24
4.1 Habitatkvalitet, habitattap, menneskelig påvirkning og barrierer	24
4.1.1 Habitat kvalitet	24
4.1.2 Habitat kvalitet «i gamle dager»	24
4.1.3 Menneskelig fotavtrykk	28
4.1.4 Habitattap og påvirkningsanalyser	28
4.1.5 Barrierer	37
4.2 Landskapskonnektivitet og helhetlig diskusjon av modellresultater	39
4.2.1 Dagens funksjonelle områder – gode og vel tilkoblet	39
4.2.2 Korridorer og flaskehalser	39
5 Scenarioanalyser: resultater og diskusjon	45
5.1 Scenariobeskrivelse	45
5.2 Effekt av hovedveier vs. mindre veier: ulik bruk og ulik påvirkning på villrein	49
5.3 Effekt av å redusere biltrafikk på den overliggende veien	51
5.4 GPS-data analyse: kryssing av Brokke–Suleskardveien	52
5.5 Effekt av andre tiltak vurdert i Tiltaksplanene	52
5.6 Effekt av å omgjøre veien til sti	54
5.7 Oversikt over resultater	58
6 Konklusjoner	64
6.1 Barriereeffekt av veien og habitatforringelse i nærområdene	64
6.2 Attraktiviteten til beiteområdene sør for veien	64
6.1 Bygging av tunnel: konklusjoner og kommentarer	65
6.2 Anbefalinger	66
6.2.1 Helhetlige analyser for å støtte helhetlig, bærekraftig arealplanlegging	66

6.2.2	Presise, langsiktige og målbare forvaltningsmål for villrein.....	67
6.2.3	Et stort kunnskapshull: beitedyr.....	68
6.2.4	Høst- og vårmigrasjon	68
6.2.5	Vær ambisiøs, tenk helhetlig, og prioriter godt.....	68
6.2.6	Målet er å sikre «beitero»	69
6.2.7	Generelle råd for tiltaksplaner i villreinområder.....	69
7	Referanser.....	71

Forord

Scenarioanalysen som presenteres i denne rapporten er utviklet av NINA på oppdrag fra Adger Fylkeskommune. Dette er et relativt avgrenset og målrettet prosjekt, som i stor grad bygger på tidligere arbeid i det samme fokusområdet i Setesdal Ryfylke, hvor vi allerede har forutsagt effekten av flere scenarier – beskrevet i Panzacchi et al. 2022 (se også Appendiks 1).

Før prosjektet startet, ble det gjennomført noen møter med lokale fagpersoner for å forstå detaljene i forespørselen og for å definere scenarioet – takk for hyggelige, konstruktive og inspirerende møter.

Resultatene bygger på et stort antall statistiske modeller som tidligere er utviklet for alle villreinområdene. Modellene er bygget på en stor mengde GPS-data som har blitt samlet gjennom mange lokale GPS-merkingsprosjekter i de fleste store villreinområder, og på lokalkunnskap fra de enkelte villreinområdene. Modellene ble utviklet takket være flere Forskningsrådsprosjekter de siste tiåret – RenewableReindeer, ProdChange og Onelmpact – med bidrag fra Miljødirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat NVE, Sira Kvina Kraftselskap, Villreinprosjektet i Setesdalsheiene v/ Statkraft, Norsk Villreinsenter, Villreinrådet, Siri Bøthun Naturforvaltning, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet NMBU og SINTEF. Vi takker også en lang rekke internasjonale partnere for vitenskapelig bidrag. Stor takk til alle.

Det har vært spennende å jobbe med et så erfarent, 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 relevante for bærekraftig forvaltning av villreinens leveområder i fremtiden.

En stor takk til alle som har bidratt.

Oslo, 1 Feb 2025

Manuela Panzacchi

1 Bakgrunn

1.1 Villreinmodeller i Norge: en helhetlig verktøykasse for kunnskapsbasert forvaltning

GPS-teknologi har vært grunnlaget for utallige innovasjoner med stor samfunnsnytt, og har brakt en revolusjon også innen økologi. Fra og med 2001 ble det samlet inn store mengder *GPS-sporingsdata* fra flere hundre villrein i mange villreinområder i Norge, takket være mange store og små FoU-prosjekter finansiert av nasjonale, regionale og lokale forvaltningsorganer, næringsliv og andre aktører (se www.dyreposisjoner.no). Dette er de beste tilgjengelige dataene for å dokumentere bevegelser hos villrein med halsbånd.

Ved hjelp av avanserte statistiske modeller ble disse dataene, sammen med data om infrastruktur, vegetasjon, klima, topografi osv., benyttet for å finne ut hvordan villrein i gjennomsnitt reagerer på ulike menneskelige aktiviteter, hvilke elementer av landskapet de foretrekker eller unngår, og hvor de mest sannsynlige korridorene og barrierene finnes. Denne statistiske kunnskapen utgjør grunnlaget for en verktøykasse for å støtte bærekraftig arealplanlegging:

- Modeller kan brukes til å produsere ulike typer kart som viser beiteressurser av høy *kvalitet*, de mest *funksjonelle leveområdene*, *barrierer* og *korridorer* for hver 100x100 m (Panzacchi et al. 2015, 2016; 2022a, b; Van Moorter et al. 2023a, b, c)
- Modeller kan brukes til å vise kart og statistikk på «samlede belastning», det kumulative «*menneskelige fotavtrykket*» og også områder med potensielt gode beiteområder, dersom det ikke var menneskelig forstyrrelse («*før*» *infrastruktur*; Lelotte 2021; [van Moorter et al 2023c](#)). Dette kan brukes til å kvantifisere den relative påvirkningen fra ulike aktører, og dermed bidra til å identifisere felles løsninger.
- Modeller kan brukes til scenarioanalyser for å forutsi effekten av endringer i landskapet (f.eks. avbøtende tiltak, ny infrastruktur) på reinsdyrbevegelser. Prediksjoner kan gjøres både for framtiden (forecasting) og for fortiden (backcasting).
- Modeller kan brukes til «zonering» eller «arealprioritering» - for å identifisere de mest sårbare områdene og korridorene som bør prioriteres for bevaring eller restaurering. Dette er en nylig publisert funksjonalitet som vi ser frem til å teste i konkrete tilfeller (Kivimäki et al 2024).

Modellene er kryssvalidert på tvers av områder, noe som betyr at de stemmer med GPS data i områdene hvor disse data er tilgjengelig (Panzacchi et al 2022a, b). Dette betyr også at modeller kan brukes til å *forutsi habitatkvaliteten i villreinområder hvor GPS-data ikke er tilgjengelige*, basert på en antakelse om at villrein i disse områdene ikke oppfører seg vesentlig annerledes enn villrein overvåket i områder med GPS-halsbånd. Vi har testet dette, og resultatene viser at modellene stemmer bra med tilfeldige villreinobservasjoner («*sett rein*», Miljødirektoratet 2024) i alle villreinområder, og passer bra også med lokalkunnskap i to test-områder (Sølnkletten og Forollhogna). Vi har derfor brukt modeller til scenarioanalyser også i Reinheimen-Breheimen, selv om det ikke finnes GPS-data der (Panzacchi et al 2024).

En oversikt av metodikken, kart og resultater finnes i Panzacchi et al. (2022a,b). Metodikken er internasjonalt kvalitetssikret gjennom flere publikasjoner i fagfellevurderte tidsskrifter (referanseliste i nettappene). To nettapper illustrerer modellene på en enkel måte:

- <https://www.nina.no/Naturmangfold/Hjortedyr/reindeermapsnorway> - Appen gir en oversikt over resultatene, metoden (eks. ConScape – Connected landscapes - programvare, van Moorter et al 2023a), referanser, viser alle typer tilgjengelige kart, og bruker før-etter-glidebrytere for å illustrere eksempler på scenario-analyse.
- <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap> - Appen oppsummerer i detalj habitattap og påvirkningsfaktorene i hvert område og sesong (rapport: [van Moorter et al 2023c](#))

1.1.1 Tredje generasjons modeller

Modellene er en «levende produkt». Den første versjonen ble utviklet for mer enn et tiår siden, og oppdateres fortløpende med nye data, ny kunnskap og forbedret metodikk etter hvert som dette blir tilgjengelig. I alle våre scenarioanalyser og nettappene så langt har vi brukt «andre generasjons» modeller Panzacchi et al. (2022a,b).

Tredje generasjons modellene er i ferd med å ferdigstilles i disse dager for både villrein og tamrein, både i Norge og Sverige og er fortsatt upublisert. Disse nye modellene er forbedret på flere måter, blant annet gjennom en mer avansert metodikk, et bredere og mer oppdatert datagrunnlag, og ved å inkludere nye variabler som trafikkmengde på veier og klimaendringsrelaterte faktorer.

I denne rapporten benytter vi «andre generasjon +» modeller. Med dette mener vi at vi benytter de publiserte modellene (Panzacchi et al. 2022), kombinert med elementer fra de nye modellene (dvs. «tredje generasjons» - som ennå ikke er publisert), for å kunne vurdere effekten av trafikkvolumet på veien Brokke–Suleskard på en presis måte.

1.2 Scenarioanalyser – hva er det?

Scenarioanalyser er en metode som brukes i mange ulike sammenhenger for å sammenligne nåværende situasjon med framtidsscenarier. I villreinforvaltning brukes scenarioanalyser for å forutsi hvordan ulike framtidige tiltak eller inngrep kan påvirke villreinens leveområder og vandringsmønstre (<https://reindeermaps.nina.no/Scenario-Analyses>). Formålet er å gi et kunnskapsbasert beslutningsgrunnlag for bærekraftig arealplanlegging, slik at man på forhånd kan vurdere hvilke tiltak som er mest effektive og bærekraftige - og hvilke som bør unngås.

Scenarioanalyser kan forutsi den forventede effekten («forecasting») av avbøtende tiltak for å redusere påvirkningen fra eksisterende infrastruktur og menneskelig forstyrrelser, eller vurdere effekten av restaureringstiltak. Man kan også teste scenarier for *ny infrastrukturutvikling*, eller estimere *hvordan reinsdyrhabitatet så ut før området ble utbygd* («backcasting»).

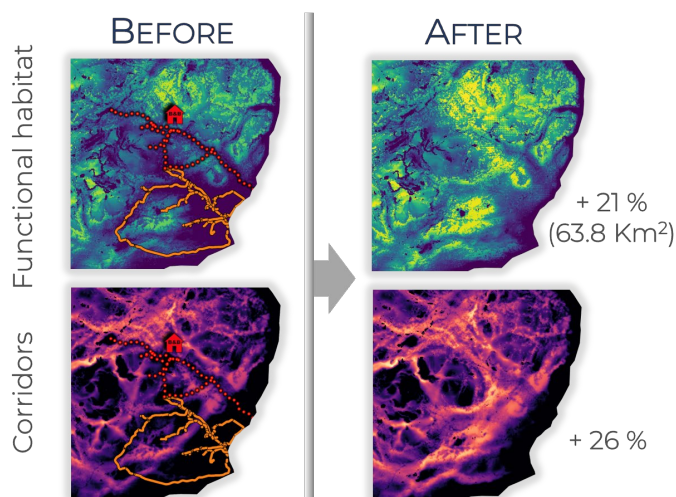
For eksempel kan modeller forutsi mengden funksjonelle habitat og korridorer som kan gå tapt etter bygging (f.eks. ny veier, vannkraftmagasiner), eller som kan gjenopprettes etter å ha iverksatt avbøtende tiltak (f.eks. stenging eller flytting av veier, turiststier, skiløyper eller hytter, redusere mengden turister på stier eller mengden beitedyr). Det er mulig å teste både enkelttiltak (f.eks. stenging av vei) og kombinasjoner av tiltak (f.eks. stenging av veier samt flytting av stier og hytter), samt hele arealplaner (f.eks. nye hytter med tilhørende veier). Scenarioanalyser er særlig nyttige når man har en liste over mulige avbøtende tiltak og ønsker å rangere hvilket tiltak eller hvilken kombinasjon av tiltak som vil være mest effektiv.

Scenarioanalysene er nyttige til å objektivt vurdere fordeler og ulemper ved ulike forvaltningstiltak, og for å få en helhetlig oversikt over effekten av et foreslått tiltak i konteksten av den kumulative påvirkningen fra annen infrastruktur og forstyrrelseskilder i området. Det ville vært utfordrende å ta så komplekse beslutninger og å navigere i konflikter mellom involverte aktører uten støtte fra statistiske tilnærminger.

Resultater viser *hvor mange km²* med funksjonelle leveområder som kan gjenopprettes, eller korridorer / migrasjonsruter som kan reetableres, gjennom ulike avbøtende tiltak (Fig. 1.1).

Resultatene viser objektivt hvilket bidrag de ulike forstyrrelseskilder som finnes i et område har til redusert habitatkvalitet og bevegelsesmuligheter for villrein, og kan derfor bidra til å strukturere dialogen mellom interessenter på en objektiv kunnskapsbasert måte, basert på statistiske kart og statistiske estimer.

Per i dag er det testet mer enn 100 scenarier i Setesdal, Hardangervidda, Nordfjella, Snøhetta, Rondane og Reinheimen–Breheimen (Panzacchi et al 2022a, b, Panzacchi et al 2024; Gundersen et al 2020; Niebuhr et al 2023; Dorber et al 2023).



2022a,b).

Figur 1.1. Eksempel av en scenarioanalyse, som viser det mest effektive av de avbøtende tiltakene som ble foreslått av lokale eksperter i Snøhetta ([Panzacchi et al 2022a](#)). Scenarioet innebærer å fjerne Reinheim og stier knyttet til hytta, Snøheimvegen og de andre vegene knyttet til det gamle skytefeltet i Hjerkinns området. Det ville føre til en 21% gevinst av funksjonelt habitat (godt og tilgjengelig habitat), og til reetablering av en nesten tapt migrasjonskorridor (26% mer bevegelsesmuligheter). En del av dette scenariet har blitt implementert i et stort habitatrestaureringsprosjekt (Hagen et al

1.3 Scenarioanalyser i tiltaksplaner

Norge har tatt i bruk «*Kvalitetsnorm for villrein*» for å klassifisere tilstanden av de 24 villreinområdene med referanse til Bestandsforhold (*Delnorm 1*), lavbeiter (*Delnorm 2*), og menneskelig påvirkning på leveområdene (*Delnorm 3*; Rolandsen et al., 2022; 2023). Resultater av første klassifiseringen viser at villreinen har betydelige utfordringer i de fleste områdene. Kun en av de 24 villreinområdene ble vurdert til *grønn* og god tilstand (Tolga-Østfjell; klassifiseringen er litt usikker, siden den er basert på lite data for dette området), tolv områder ble vurdert til *gule*, og elleve områder ble vurdert til *rødt*, og oppfyller dermed ikke kvalitetsnormens mål om minimum middels kvalitet (Rolandsen et al. 2022, 2023). Prosessen konkluderte med at menneskelig påvirkning på leveområdene, og spesielt fragmentering på grunn av menneskelig aktiviteter, er hovedutfordring for villreinen.

I områder som ikke oppfyller kravene til middels eller god kvalitet, er det gjennomført *påvirkningsanalyser* som oppsummerer mulige årsaker til utfordringene. Selv om prosessen i dag er basert på ekspertvurdering, har ekspertgruppen anbefalt å rette økt fokus mot kvantitative metoder (se pilotprosjekt i [NettAppen](#) og [van Moorter et al 2023c](#)).

Basert på påvirkningsanalyser kan det utarbeides *tiltaksplaner* for å bedre tilstanden i villreinområdet. Målet er at innen 2030 skal den negative utviklingen i alle villreinområder stanses. Innen 2050 skal det være oppnådd minimum middels kvalitet i alle områder, og innen 2100 skal alle nasjonale villreinområder ha god kvalitet. ([Meld. St. 18, 2023–2024](#)).

Ekspertgruppen for kvalitetsnormen har anbefalt at simulering av effekten av konkrete tiltak vil være et nyttig verktøy i arbeidet med å utvikle tiltaksplaner for villreinområder med dårlig kvalitet, og Miljødirektoratet (02.11.22) skrev: «*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 har i 2022-2023 støttet utviklingen av rutiner for å kunne teste scenarier for endringer i menneskelige forstyrrelser og infrastruktur i villreinområdene. Basert på det, er det nå mulig å teste den forventet effekten av scenarier for *restaurering*, *avbøtende tiltak* eller *infrastrukturutvikling* i alle villreinområder i Norge.

Miljødirektoratet prioriterte tiltaksplaner for de villreinområdene som fikk rødt lys i kvalitetsnormen. I 2023 har prosjektgruppene som utarbeider tiltaksplaner sendt inn 58 forespørsler om scenarioanalyser i villreinområdene. Det ble bestemt at Rondane Nord skulle prioriteres, og resultater er presentert i Niebuhr et al. (2023a). Andre scenarier har senere blitt testet i Reinheimen-Breheimen (Panzacchi et al 2024) og nå i Setesdal Ryfylke.

1.4 Tiltaksplan for Setesdal Ryfylke

I kvalitetsnormen ble Setesdal Ryfylke klassifisert til dårlig kvalitet, rød (Rolandsen et al., 2022). Dette skyldes sterk forringede trekkmuligheter i viktige randområder, samt en for lav andel eldre bukk, men dette kan være relatert til tiltak for å forebygge skrantesjuke (CWD). Rolandsen et al. (2022) konkluderer:

«De betydelige naturinngrepene gir sterke utslag på måleparameter funksjonelle trekkpassasjer under delnorm 3, noe som gjør at leveområdets kvalitet vurderes som dårlig og ikke godkjent. Hele 31 og 61 prosent av arealene vurderes som henholdsvis middels og dårlig på grunn av reduserte trekk og vandringsmuligheter. De viktigste grunnene til dette er neddemte areal og barriereeffekter som følge av Blåsjømagasinet, Svartevassmagasinet, Store Urar og veger, stier og forstyrrelser i gjenværende trange passasjer for trekk mellom funksjonsområdene. Svært NINA Rapport 2126 105 mange av inngrepene det her er snakk om ansees som irreversible, og det er mer aktuelt med kompensere enn direkte avbøtende tiltak (Strand et al. 2019). Eksempler på dette kan være å forsøke å redusere ferdsele på eksisterende infrastruktur, slik som å stenge fjellveger for allmenn ferdsel, nedlegge og flytte merke stier og turisthytter, samt redusere åpningstider på veger som krysser fjellområdet. Det er derfor særlig viktig at en i dette villreinområdet ser på helheten i landskapet når potensialet for avbøtende tiltak skal vurderes. I likhet med flere av de øvrige områdene er det utviklet en rekke ulike forslag til avbøtende tiltak også i Setesdal Ryfylke (Strand et al. 2019). Dette er gjort i samband med lokale GPS-merkeprosjekter og forsknings og utviklingsprosjekt finansiert av Norges forskningsråd (Panzacchi et al 2022a). Resultater fra disse prosjektene og erfaringene som er gjort med styringsgruppene for det lokale GPS-merkeprosjektet, bør være av stor nytte for det videre arbeidet med arealforvaltningen i S.Ryfylke».

Merk at denne «rød» klassifiseringen i Delnorm 3 er basert på *ekspert-vurdering*, mens vi i denne rapporten bruker en *statistisk tilnærming*. De statistiske resultatene stemmer imidlertid overens med ekspertkunnskapen, selv om de statistiske estimatene er kontinuerlige – i motsetning til et «trafikklyssystem» med rød, gul og grønn kategorier (for de statistiske resultatene se Kap. 4).

Tiltaksplaner er prioritert for de nasjonale villreinområdene som fikk «rødt lys» i Kvalitetsnormen. Arbeidet med å utforme tiltaksplanen for Setesdal Ryfylke, forankret i stortingsmeldingen [Meld. St. 18, 2023–2024](#), ble igangsett etter klassifisering. Planutkastet er nå ferdig, og ble oversendt til Miljødirektoratet og Klima- og miljødepartementet for videre behandling. Utkast til tiltaksplan for Setesdal Austhei og Setesdal Ryfylke villreinområder kan lastes ned her: <https://www.statsforvalteren.no/nb/agder/Miljo-og-klima/Viltforvaltning/tiltaksplan-villrein/>.

Noen av forslagene innebærer relativt omfattende og kostbare tiltak, og deres effektivitet er vanskelig å forutsi. I 2024 tok Agder Fylkeskommune kontakt med NINA for å gjennomføre scenarionalyser knyttet til noen av de foreslåtte avbøtende tiltak, med mål om å forutsi hvordan etablering av tre ulike tunnel-alternativer på strekningen Brokke-Suleskard (Fv. 450) vil kunne påvirke villreinens bruk av arealene i Setesdal Ryfylke villreinområde.



Figur 1.2 Brokke-Suleskard veien, Fv.450 (foto: Per Magne Hindersland / Agder Fylkeskommune)

1.4.1 Problemforståelse og løsningsforslag

Oppdragsgiveren skrev følgende avsnitt for å beskrive problemet og foreslå en løsning:

«Historisk sett har det vært en dramatisk endring i villreinens bruk av sørområdene i villreinområdet. Trekket over Brokke-Suleskardvegen (som ble anlagt i 1992) har gradvis blitt svakere og det synes å være forsinket til å følge vegstengingen 1. november (vegen er stengt for trafikk fra 1. november til 21.mai). I tillegg medfører mye ferdsel på omkringliggende stier i høstferien at trekket er forsinket ned mot vegen. Villreinens bruk av arealer sør for veien er påvirket av denne forsinkelsen. Det er habitat av høy kvalitet her både for vinterbeite og for sommer- og høstbeiteperioden, men med forsinkelse/svakere trekkaktivitet til vinterbeiteområdet, samt åpne vei og ferdsel i sommer- og høstperioden, er bruken redusert. Kjerneområdet for arealer brukt i sommer- og høstbeiteperioden strekker seg nå ikke lenger sør enn Reinshorn, Gaukhei, Monsvatn og Hilleknuten. Området rundt Gaukhei som historisk var et kalvingsområde, er gått ut av bruk. Året 2020 var et unntak, da fikk man tilbake endel villrein sør for Brokke-Suleskardvegen (år med mye nedising av beiter).

I arbeidet med tiltaksplanen for villrein er det forventet at etablering av tunnel(er) vil reduserte barriereeffektene av vei for villreinens bruk av området vår/sommer/høst. I tillegg vil en effekt kunne være at villreinen trekker tidligere mot vinterbeiteområdet og lenger sørover på høsten, med den konsekvens at flere dyr vil bli igjen i området i kalvings- og fostringsperioden. Hensikten med oppdraget er å få scenarioanalyser av hvordan tre ulike tunnelalternativer (simulert stenging/ending av vei) vil kunne påvirke villreinens bruk av leveområde i Setesdal Ryfylke villreinområde. I tillegg til effekten av at trafikken fjernes eller reduseres vil tilkomst og parkeringsmuligheter endres, og derigjennom ferdselen i området endres. Dersom overliggende vei fjernes eller gjøres om til privatvei vil all ferdsel som generes ut fra veien, generes ut fra tunnelåpningene («utspring»). Dersom veien omgjøres til privatvei, vil lettere tilgang til fots og med sykkel gi lenger radius inn i området. Ferdselstrykket vil også være avhenge av tilgang til DNT sitt løypenett.

Vi ønsker å få analysert hvordan fravær av trafikk, og endrede «utspring» for ferdsel påvirker villreinens bruk av området ved at 1) overliggende vei fjernes, og 2) overliggende vei omgjøres til turvei, og under følgende scenarier: a) dagens situasjon med løypenett og b) fjerning av stier/løyper som foreslått i Tiltaksplan for villrein for Setesdal Ryfylke og Setesdal Austhei (gruppe 1 og 2 som vist i kart nedenfor [Fig. 1.3, Tab. 1])

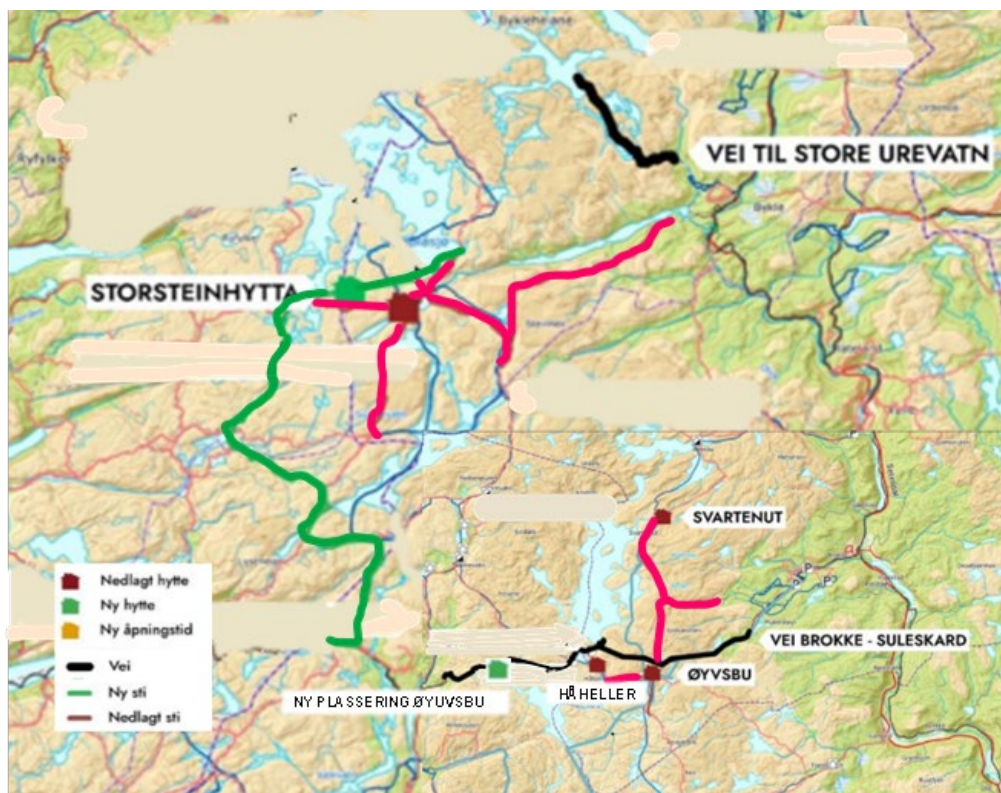
Det skal legges til grunn dagens åpningstid for veien som er fra 21. mai – 1. november, eller så nært man klarer disse to tidspunktene. Analysen vil dermed vise hvordan villreinens bruk av området i denne perioden endres, altså om villreinens bruk av området for sommer- og høstbeite endres. For det lengste tunnelalternativet er det ønskelig i tillegg å ha en analyse om hvordan brøyting fram til tunnelåpningene på hver side, som vil medføre ferdsel ut i området om vinteren og derigjennom villreinens bruk av området.»

Denne kunnskapen dannet grunnlaget for å utvikle en formell og operasjonell representasjon av scenariene for å kunne planlegge de formelle scenarioanalysene (Kap. 5).

Selv om ved prosjektstart var det enighet om at scenarioanalysen skulle ta hensyn til andre mulige avbøtende tiltak i området («tiltakspakke» 1 og 2), diskusjonene rundt tiltaksplanene er ennå ikke ferdigstilt, og slike tiltak er verken avklart i detalj eller godkjent. Derfor har NINA bedt om noe fleksibilitet i prosjektet for å kunne undersøke ulike data, alternativer og levere de mest meningsfulle resultatene for å svare på oppdragsgivers hovedspørsmål.

Til slutt har NINA levert mer detaljerte analyser av tunnelens effekt enn opprinnelig forutsatt blant annet ved å legge til egne analyser av trafikkvolumets betydning. Det ble også gjennomført analyser for migrasjonsperioden, da dette ble vurdert som avgjørende for å oppnå meningsfulle resultater for forvaltningen.

Analysene av effekten av å erstatte dagens vei med turiststier er imidlertid begrenset av to grunner: 1) det ennå ikke foreligger en detaljert plan for lokalisering og forventet trafikkvolum av nye stier, samt parkeringsplasser osv., og 2) de eksisterende resultatene uansett gir tilstrekkelig grunnlag for å forstå den potensielle effekten av et stinettverk over tunnelen. Alle scenariene er beskrevet i Kap. 5.



Figur 1.3. Kart skissert av oppdragsgiver som gir en oversikt av de ønskede scenarier. Hovedscenarioet omhandler bygging av tre tunnelalternative i Brokke-Suleskardveien. Hvert scenario skal testes opp mot ulike referansegrunnlag, for andre tiltak i området: (1) «Tiltakspakke 1», som innebærer flytting av DNT-hytta Øyvassbu og tilhørende stier (om sommeren) og skiløyper (om vinteren); (2) «tiltakspakke 2», som innebærer flytting av DNT-hytta Storsteinhytta og tilhørende stier (om sommeren) og skiløyper (om vinteren); (3) dagens situasjon, hvor det tas hensyn til at trafikken på veien til Store Urar allerede er betydelig redusert. Se også Tab.1 (se utkast til tiltaksplan for Setesdal Ryfylke; se også tidligere simuleringene ift. disse 3 tiltak i Panzacchi et al 2022a).

Tabell 1-1 Tabell skissert av oppdragsgiver, som gir en oversikt av de ønskede scenarier. Tabellen viser samme informasjon som Fig.1.3 (se Fig.1.3 for forklaring)

Utvalgte tiltak fra forslag til Tiltaksplan for villrein, gruppert:

1. Øyvassbu («tiltakspakke 1»)

- Øyvassbu legges ned, flyttes som ny hytte ved Flogtjønn
- Stenging av Håhellerhytta
- Stenging av Svartenuthytta
- Stenging av stier som vist (rødt). (ikke nye løyper, med bruke eksisterende til DNT på vestsiden av Rosskrepp)

2. Storsteinhytta («tiltakspakke 2»)

- Flytting av hytte til ny lokalisering vist i kart (omtrentlig)
- Stenging av stier som vist (rødt)
- Merking av nytt stinett (grønt)

3. Vei til Store Urevatn («dagens situasjon»)

Dette tiltaket er gjennomført, og dermed ikke et tiltak i den forstand. Veien er nedgradert slik at kun rettighetshavere og innenbygds kan bruke veien. Trafikken er redusert med 80-90 % bekreftet med tellinger. Veien må nedgraderes i modellen. Selv om dette da ikke er et tiltak kan det være interessant å se hvordan nedgraderingen vises i en analyse; altså før/etter situasjon.

2 Data

2.1 Datagrunnlag for modeller

I rapporten benyttes «andre generasjons» modeller (Panzacchi et al. 2022) basert på en stor mengde høyoppløselige data om både villreinens bevegelser (GPS data) og leveområder, forbedret med spesifikke data om trafikkvolum på Brokke-Suleskardveien (Kap. 2.2).

Modeller analyserer ca. 3 mill. GPS-data fra ca. 600 merka villrein fra Setesdal Austhei, Setesdal Ryfylke, Hardangervidda, Nordfjella, Norefjell-Reinsjøfjell, Snøhetta, Rondane Nord og Sør og Knutshø (www.dyreposisjoner.no; detaljer: Panzacchi et al 2015, 2016). GPS data er fra simler, ettersom det er enklere å feste GPS-sendere på dem. Dette passer imidlertid godt med forvaltningsmål fordi simler, sammen med kalver, er mer følsomme for menneskeskapte forstyrrelser enn bukker, og de er de mest sårbare delen av bestanden. *Dette betyr at modellene er best egnet til å identifisere bevaringsprioriterte områder for bestandens langsiktige levedyktighet, snarere enn å kartlegge alle områder hvor man for eksempel kan observere ungbukk på vandring.*

Hvert GPSposisjon er analysert sammen med flere hundre digitale kartfestede data som beskriver natur egenskaper (vegetasjon, klima, topografi mm.), menneskelige aktiviteter (turistvolum Gundersen et al., 2020) infrastruktur (tetthet av veier, private hytter, DNT hytter, vannkraft mm.) og beitedyr (sau) for hvert 100 × 100 m. For en fullstendig liste over data se Panzacchi et al. (2022). Figur 2.1 og 2.2 viser rådataene for antall infrastrukturer og forstyrrelsesfaktorer brukt i modellene, både for hele SR og for Brokke–Suleskard området (van Moorter et al. 2023). Influenssonene til disse infrastrukturene kan vises her: <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap>.

Modellene beregner ikke bare effekten av hver enkelt infrastruktur isolert, men også deres samlende belastning (Niebuhr et al 2023). For eksempel beregner modellene ikke bare effekten av én enkelt hytte, som i seg selv kan være relativt liten, men effekten av hyttetetthet innenfor flere ulike radier, fordi påvirkningen fra et hyttefelt kan være betydelig større enn summen av enkeltvirkningene fra hver enkelt hytte. Modellen avgjør deretter hvilken avstand som er mest relevant for hvordan reinen reagerer på hyttene, dvs. «influenssone» eller «påvirkningssone» (område der effekten kan påvises). Effekten vil typisk være sterkest nærmest infrastrukturen, og gradvis avta til null ved influenssonen estimert av modellen. Merk at en rekke infrastrukturer finnes også like utenfor de offisielle grensene for villreinområdene, og deres estimerte påvirkningssoner kan strekke seg inn over grensene og påvirke villreinområdene innenfra.

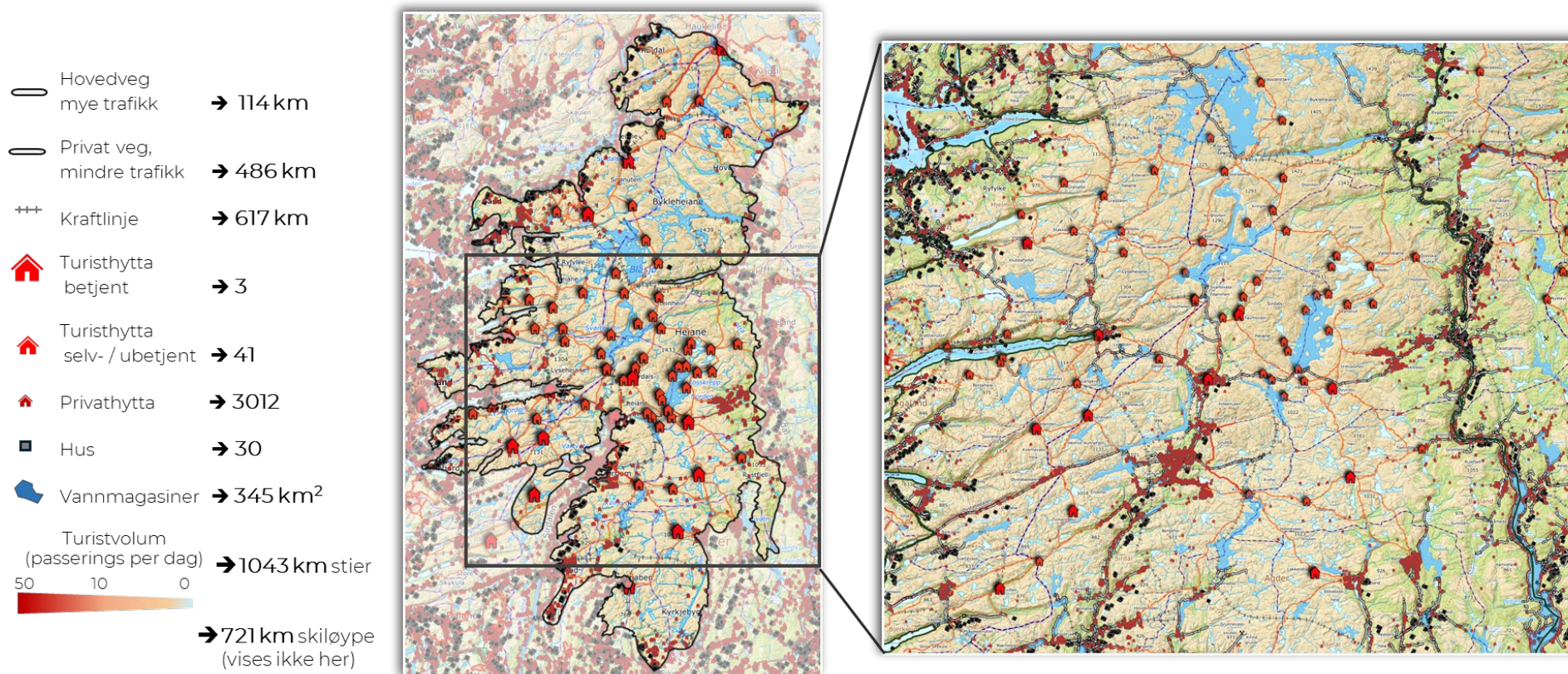
Data om infrastruktur brukt i modeller derfor inkluderer tetthet av veier, hus, turisthytter, private hytter, kraftledninger, turstier og skiløyper. Data om daglig turistvolum på merkede stier ble også brukt i modeller, basert på en kombinasjon av ferdseltellere (Gundersen et al 2019), Strava Metro og lokalkunnskap. Gjennomsnittlig tetthet av sau (Beitelagskart - Nibio, gjennomsnittlig mellom årene) er også inkludert i modellene. 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 og lokale brukere utenfor merkede stier (f.eks. toppturer, fiskere, jegere mm.), og snøscootere.

2.1.1 Datajustering basert på lokalkunnskap

Scenarioanalysen som presenteres i denne rapporten bygger i stor grad på tidligere arbeid i det samme fokusområdet i Setesdal Ryfylke, hvor NINA har gjennomført flere scenarioanalyser for å støtte vurderingen av ulike alternativer for avbøtende tiltak. Dette omfattet blant annet: (i) fjerning av DNT-hytta Øyuvsbu og tilhørende stier, samt bygging av ny hytte og nye stier i områder der de kan medføre mindre forstyrrelser for reinens leveområder og bevegelseskorridorer; (ii) stanging av veien i Store-Urar; (iii) bygging av landbru i Svartevatnet; (vi) fjerning av Storsteinen-hytta og tilhørende stier sør for Blåsjø (Panzacchi et al. 2022; Appendiks 1).

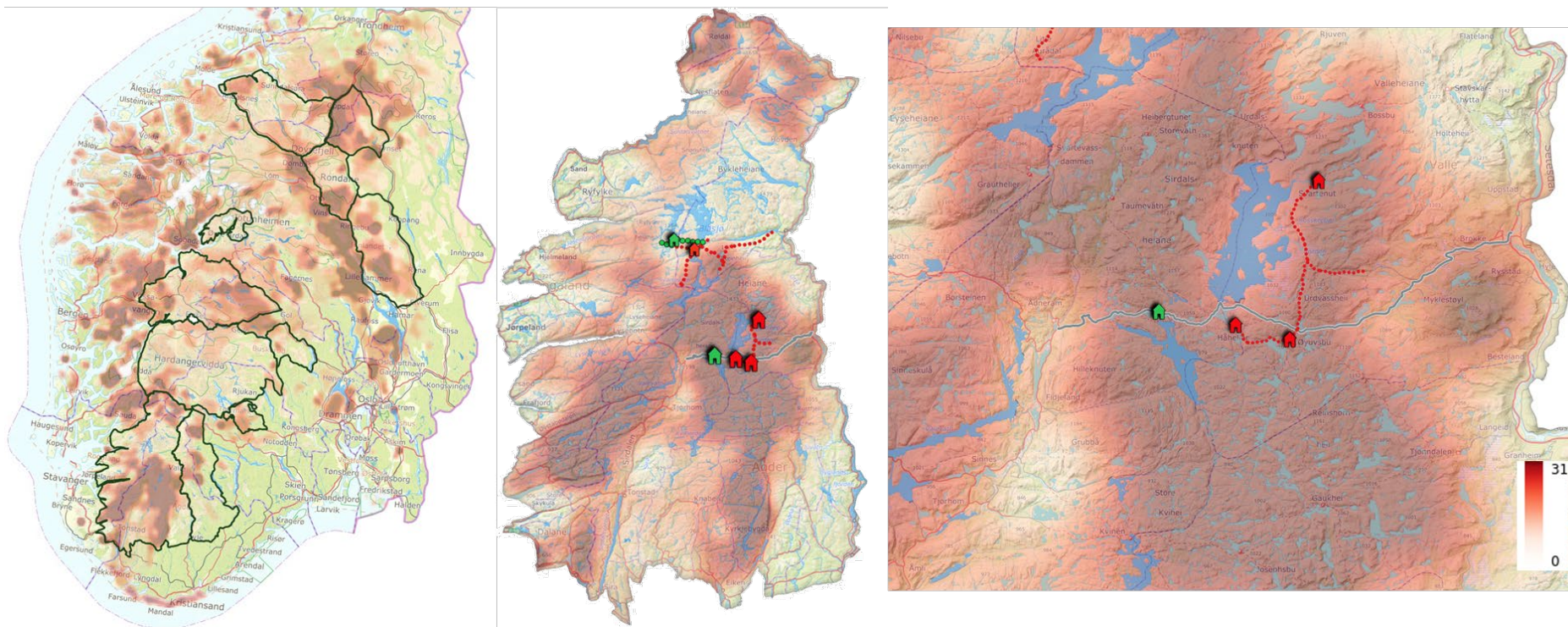
I forbindelse med dette tidligere prosjektet hadde NINA flere møter med lokalkjente og relevante aktører for kvalitetssikring og lokal forbedring av data om infrastruktur og forstyrrelseskilder (f.eks. sesongstengte veier, stier ikke lenger i bruk). Derfor har det nåværende prosjektet ikke hatt behov for å gjennomføre ny kvalitetssikring av data.

DATAOVERSIKT - ANTALL INFRASTRUKTUR OG TURISTVOLUM I SETESDAL RYFYLKE



Figur 2.1 Oversikt over data brukt i modeller. Antall infrastruktur innenfor de offisielle grensene til Setesdal Ryfylke villreinområdet, og i fokusområdet Brokke-Suleskard-veien, sommerstid (ulike infrastruktur brukes for vinteren). Figuren gir også antall infrastruktur og turistvolum, f.eks. antall private hytter (3012), hus (30) og turisthytter (44); stier (1043 km), veier (114 km hovedveger + 486 km privatveier) og vannmagasiner (345 km²). Merk at selv en rekke veier, hytter osv. finnes like utenfor de offisielle villreinområdegrensene (transparente områder), deres estimerte "påvirkningssoner" (området hvor deres effekt på rein kan påvises) strekker seg ofte innenfor villreinområdene. Data om beitedyr vises i Fig. 2.2.

DATAOVERSIKT – TETTHET AV BEITEDYR (SAU)



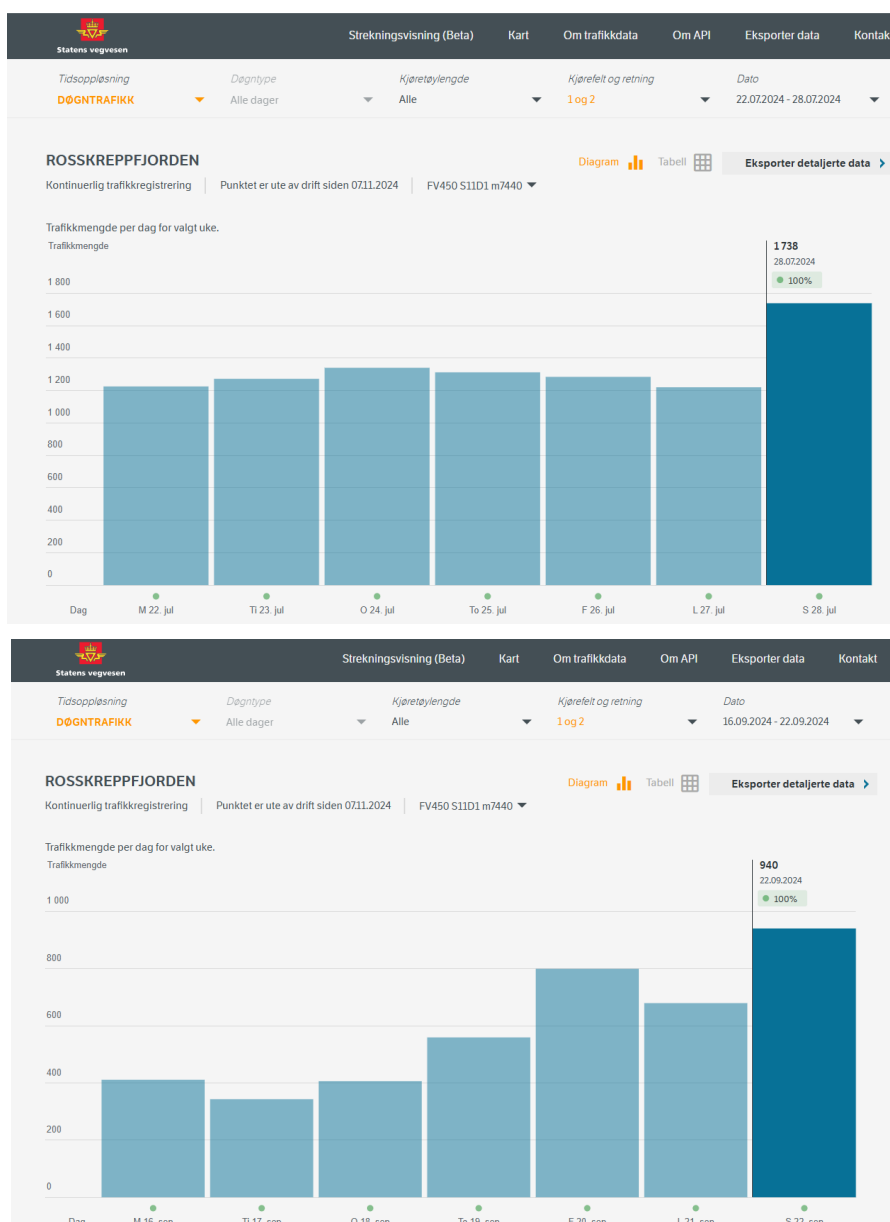
Figur 2.2 Oversikt over data brukt i modeller: Kartet viser tetthet av sau for hver 100 × 100 meter. De opprinnelige dataene er hentet fra NIBIO i 2019 (kilden.nibio.no), og er delt opp i beiteområder (se beskrivelsen her: <https://www.nibio.no/tema/landskap/utmarksbeite/beitebruk/beitebrukskart>). Vi har brukt gjennomsnittlige tall for studieperioden og jevnet dem ut innenfor en radius på 5 km, i dialog med NIBIO; dette ble gjort for å unngå skarpe overganger mellom beiteområder og for å forsøke å ta hensyn til romlige og tidsmessige variasjoner. Vi påpeker at effekten av sau på villreinens arealbruk fremstår som sterk i habitatmodellene (Figur 4.9), og vi derfor anbefaler at mekanismene bak dette bør undersøkes nærmere, ved bruk av de samme type habitat analysene som benyttes for villrein.

2.2 Tilleggsdata: trafikkvolum på Brokke–Suleskardveien

Tidlig i prosjektfasen ble det klart at effekten av å bygge én eller flere tunneler i stor grad ville avhenge av spesifikke forhold, særlig trafikkmengden på de gjenværende veisegmentene, både mellom tunnelåpningene og på veien som eventuelt blir liggende over tunnelen (heretter «overliggende vei»). På samme måte ble det klart at resultatene ville avhenge av både plasseringen og volumet av turister som eventuelt ville kunne benytte stier eller skiløyper etablert i stedet for, eller i nærheten av, den overliggende veien.

I løpet av prosjektet innså NINA at det ville være mest meningsfullt å integrere nylig tilgjengelige data om trafikkvolumet på Brokke–Suleskardveien (Fv. 450, data: [Trafikkdata | ROSSKREPPFJORDEN](#)), samt analyser fra «tredje generasjons modeller» som viser effekten av trafikkvolum.

Vi har brukt data for daglig trafikkvolumet om sommeren (juli) og høsten (september-oktober) registrert i løpet av det siste året (2024). Vi benyttet tall som omtrent tilsvarer det øvre 95. persentilen av det daglige trafikkvolumet: 1300 biler per dag om sommeren (maksimalt registrert antall var 1738 bil/dag), og 650 biler per dag om høsten (maksimalt registrert antall: 940).



Figur 2.3 Eksempel på data for trafikkvolumet på Brokke–Suleskardveien om sommeren (øverst) og om høsten (nederst). Kilde: Statens vegvesen, [Trafikkdata | ROSSKREPPFJORDEN](#)

3 Metoder

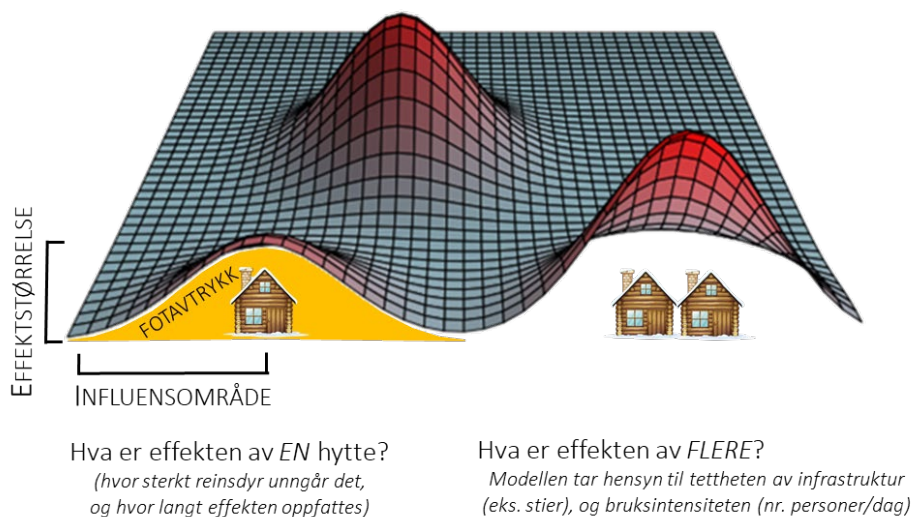
Hver GPS-posisjon ble analysert sammen med en stor mengde data som beskriver landskap, topografi, klima, vegetasjon, infrastruktur og menneskelig forstyrrelser. Resultatene viser *hvor reinsdyr beveger seg, deres habitatbehov og den kumulative innvirkningen («samlede belastning») av menneskelige aktiviteter* på kvaliteten til leveområder og korridorer.

Modellen beregner ikke bare effekten av hver infrastruktur «i seg selv», men ser på deres «samlede belastning». For eksempel ser modellen ikke bare på én enkelt hytte, men på tettheten av hytter innenfor flere radier (hvor mange hytter finnes innen 100 m, 250 m, 500 m, 1 km, 2,5 km, 5 km og 10 km). Modellen avgjør både *effektstørrelsen* (hvor sterkt reagerer villrein på det) og avstanden ut fra infrastrukturen der effekten er påvisbar («*influenssone*», Kap. 2.1, Fig. 3.1).

Tilnærmingen består av tre trinn (Fig. 3.1), 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 hver piksel isolert, uavhengig av om reinen faktisk kan nå det spesifikke området på 100 × 100 meter eller ikke. F.eks. beregner modellene hvor mye lav som er tilgjengelig, om det finnes forstyrrelseskilder i nærheten, hvor bratt terrenget er, og om området har god soleksponering.
- 2) *Leveområdets funksjonalitet og korridorer.* Her ser modellene på hele landskapet i sammenheng («fugleperspektiv») og identifiserer nettverket av ressurser som reinen trenger for å få tilgang til gjennom korridorer. Dvs. hvordan reinsdyr kan bevege seg fra A til B innenfor villreinområdet. Også hvilke deler av villreinområdet tilbyr samtidig de beste ressursene og er lett tilgjengelige (dvs. ikke utilgjengelige pga. menneskeskapte barrierer eller topografi).
- 3) *Scenarioanalyser* bygger på punkt 1 og 2 for å estimere konsekvensene av menneskeskapte endringer i landskapet (f.eks. ved å stenge veier, flytte stier, bygge ny hytte)

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



Figur 3.1 Modellen ikke vurderer effekten av hver infrastruktur «i seg selv», men ser på deres «samlede belastning». For eksempel ser modellen ikke bare på én enkelt hytte, men på tettheten av hytter innenfor flere ulike radier (hvor mange hytter som finnes innen en radius på 100 m, 250 m, 500 m, 1 km, 2,5 km, 5 km og 10 km). Modellen avgjør deretter både effektstørrelsen (hvor sterkt reinsdyrene reagerer på det) og hvilken avstand som er mest relevant for hvordan reinen reagerer på hyttene («influenssone»).

3.1 Habitat kvalitet, habitattap og barrierer

To parallelle hovedanalyser anslår først hvilke ressurser som foretrekkes av rein, og hvilke områder som er lettest å bevege seg gjennom. Resultatene er to kart som viser, for hver 100 × 100 m i Norge (Fig 3.2, trinn 1):

- *Habitatkvalitet* (dvs. foretrukne habitat, eller kvaliteten av villreins leveområder) og samtidig det motsatte, dvs. habitat som er tapt (f.eks. på grunn av infrastruktur) eller er ikke egnet (f.eks. bratte områder). Kart viser områder i mørkegrønt som tilbyr gode naturressurser foretrukket av villrein (f.eks. gode beiteområder) og ingen/lite forstyrrelser
- Landskapets *permeabilitet* (dvs. hvor lett det er for villrein å krysse hver del av landskapet) og samtidig det motsatte, dvs. barrierer/hindringer for bevegelser. Både menneskeskapte og naturlige *barrierer* for bevegelser er identifisert

Begge statistiske analysene redegjør for de kumulative effektene av all infrastruktur inkludert i modellen. For habitatanalysene bruker vi en metode kalt «*Resource Selection Functions*», mens vi for barrierer bruker «*Step Selection Functions*». Resultatene anslår virkningen av hver type infrastruktur og menneskelig aktivitet på villrein. Resultater kan vises også i form av to kart: en viser *habitat*kvalitet, og en viser *barrierer*, for hver 100 m i Norge. Detaljer om metodene og resultatene finnes i: (Panzacchi et al. 2015; Panzacchi et al. 2016; Niebuhr, Panzacchi, & Van Moorter, 2023; Niebuhr, Van Moorter, et al., 2023; Van Moorter, Panzacchi, et al., 2023). Disse «andre generasjons» modellene, som hovedsakelig brukes i denne rapporten, har nylig blitt oppdatert med nye data og forbedrede tilnærminger både for villrein og tamrein i Norge og Sverige (Kap. 1.1.1).

Ett «dashbord» gjør alle estimer og statistikk tilgjengelige for habitattap, menneskelig påvirkning, og årsakene til habitattap for hvert av de 24 villreinområdene og fordelt på sesong: <https://www.nina.no/Naturmangfold/Hjortedyr/villrein.habitattap> (Van Moorter et al., 2023).

3.1.1 Habitat i 'gamle dager' og dagens 'menneskelig fotavtrykk'

Resultatene om habitatkvalitet inneholder mye informasjon om både menneskelig påvirkning og landskapets naturlige egnethet. Disse resultatene kan også «dekomponeres» og informasjonen kan da «oppsummeres igjen» på ulike måter for å produsere ulike kart som fremhever annen relevant informasjon (Fig 3.2 – trinn 1A, 1B):

- Kart av *Tidligere habitatkvalitet* («*naturlig potensial*», eller «*naturgrunnlaget*»): For eksempel kan man «fjerne» effekten av infrastruktur og menneskelige aktiviteter fra habitatkart og dermed vise estimer av habitatkvalitet uten, eller «før», menneskelig påvirkning. De resulterende kart gir en indikasjon på hva som kan ha vært «*villreins habitat i gamle dager*», før menneskelige forstyrrelser og infrastruktur. Områder i mørkegrønt viser gode naturressurser (gode beiteområder) i fravær av menneskelige aktiviteter og infrastruktur (før utbygging, eller uten ferdsel). Lyse områder viser lite egnet habitat, f.eks. isbreer, bratte områder. Dette kartet er ofte populært blant lokalkjente, siden det viser hvordan habitatet så ut i før-industriell tid. Det kan for eksempel fremheve tidligere kalvingsområder ikke lenger i bruk.
- Kart av *Menneskelige fotavtrykk* (eller «*menneskeskapt habitattap*»): Alternativt kan man fokusere på menneskelige forstyrrelser og estimere deres innvirkning i områder som ellers ville gitt gode naturressurser, dvs. i områder som tilbød godt habitat «i gamle dager». De resulterende kartet viser områder som er naturlig egnet for villrein, men som samtidig er forstyrret (f.eks. gode beiteområder nær store hytter, områder med mange stier, områder med mange beitedyr eller bygdenære områder). Selv om disse områdene har et godt naturgrunnlag, er de også til en viss grad påvirket av forstyrrelser eller gått tapt som leveområder for villrein.
- Oppsummerende kart over habitatkvalitet i forhold til både naturfaktorer og menneskeskapte forstyrrelser. Kartet viser tre kategorier: (i) egnet habitat (områder med gode ressurser og lite forstyrrelser); (ii) lite egnet habitat på grunn av naturlige faktorer; (iii) habitat med gode naturressurser som samtidig er forstyrret eller tapt.

3.2 Leveområdets funksjonalitet og korridorer

De første to kartene (Fig 3.2 – trinn 1) beskriver villreinens leveområder fra en lokalskala (dvs. «froskeperspektiv» - for hver 100 × 100 m). De vurderer ikke om ressursene henger godt sammen eller ikke. Tvert imot tar de to kartene presentert her et «fugleperspektiv» av landskapet for å beregne hele *korridorer* og hele *landskapsfunksjonaliteten* (Fig 3.2, trinn 2). Tanken er å se på hele det funksjonelle landskapet som et nettverk av ressurser som reinen kan få tilgang til gjennom korridorer (eller ressurser som er påvirket / utilgjengelig pga. barrierer).

Teknisk sett, så prøver algoritmen («*Randomized Shortest Path*») å finne alle mulige trekkruiter i landskapet (alle ruter som potensielt kan bringe en rein fra hvert punkt i landskapet til alle andre punkter). Algoritmen identifiserer deretter de mest sannsynlige rutene, de som er minst kostbare (f.eks. de krysser færre barrierer eller bratte områder) og som går gjennom det mest egnede habitatet. En oversikt over algoritmen, resultater, kart og rapportene kan ses i Panzacchi et al. (2022) og i Nett Appen <https://reindeermaps.nina.no/>. For vitenskapelige artikler og programvaren ConScape – Connected Landscapes, se (van Moorter et al., 2023a, 2023b). Produktene er to kart som viser *Funksjonelle leveområder* (områder i gul-grønt viser de viktigste beiteområdene dvs. områder som samtidig er egnet for villrein og godt forbundet gjennom korridorer) og *Korridorer* (lysere områder viser de mest avgjørende korridorene og flaskehalser).

3.3 Scenarioanalyser og «Sonering» eller arealprioritering

Den samme metodikken gjør det mulig å forutsi effekten av ulike forvaltningstiltak gjennom scenarioanalyser (Fig 3.2 – 3A). Ved hjelp av simulering kan vi f.eks. forutsi effekten av å fjerne infrastruktur, og resultatene viser den forventede gevinsten i funksjonelt habitat målt i km². Dette gjøres ved å endre de opprinnelige dataene om infrastruktur som ble brukt til å lage de to første kartene (Kap. 3.1), f.eks. ved å fjerne en vei, og deretter kjøre alle analyser på nytt. Metoden kan også brukes for å teste effekten av å bygge nye infrastrukturer (vannkraft, veger, skiløyper mm). Metoden er beskrevet i (Dorber et al., 2023; Niebuhr et al 2023; Panzacchi et al 2022) og eksempler kan vises i <https://reindeermaps.nina.no/Scenario-Analyses>.

Et stadig viktigere verktøy i naturforvaltningen, særlig i lys av det globale målet om å bevare minst 30 prosent av naturen, er «*sonering*». Denne metoden identifiserer de mest sårbare områdene og korridorene med størst potensial for bevaring eller restaurering. Nye utviklinger i metodikken gjør det mulig å bruke sonering også i villreinområder basert på «sensitivitetsanalyser» som kartlegger sårbarheten til hele nettverket av korridorer og funksjonelle områder. Vi har testet metoden i Setesdal Austhei og Snøhetta som eksempler (Kivimäki et al., 2024; van Moorter et al in prep; Fig 3.2-3B), og vi ser nå frem til å teste metoden i konkrete forvaltningssituasjoner.

3.4 Effekt av trafikkvolum

I rapporten benyttes hovedsakelig de publiserte «andre generasjons» modellene (Panzacchi et al. 2022), forbedret med spesifikke data om trafikkvolum på Brokke–Suleskardveien, hentet fra de nye «tredje generasjons» modellene (Kap. 1.1.1; Kap. 2.2). Mens andre generasjons modeller estimerer på en enkelt måte effekten av to veikategorier – private og offentlige veier – estimerer de nye og forbedrede modellene eksplisitt effekten av trafikkvolum, uavhengig av veitype.

Disse nye estimatene benyttes i rapporten for å beregne mer presist påvirkning av trafikken på Brokke–Suleskardveien, både om sommeren og sent på høsten, før veien stenges for vinteren. Vi estimerte derfor effekten av trafikkvolumet på Brokke–Suleskardveien på habitatkvalitet (dvs. hvor sterkt reinen unngår veien, og på hvilken avstand effekten kan påvises – «influenssone»), og på veikryssningsevne (permeabilitet) – altså hvor sannsynlig det er at villrein vil krysse veien.

Disse estimatene ble også brukt i scenarioanalysen: vi simulerte effekten av å bygge én eller flere tunneler, og av å gjøre den overliggende veien til en vei med lavere bruk. Selv om det kan antas at totaltrafikken ikke vil øke, det er imidlertid usikkert hvordan trafikken ville vært fordelt mellom tunnelen og den overliggende veien. Vi derfor gjennomførte scenarioanalysen med forutsetning om at totaltrafikken forblir uendret, og evaluerte effekten av ulike fordelinger av trafikk mellom tunnelen og overliggende veien.

METODEOVERSIKT

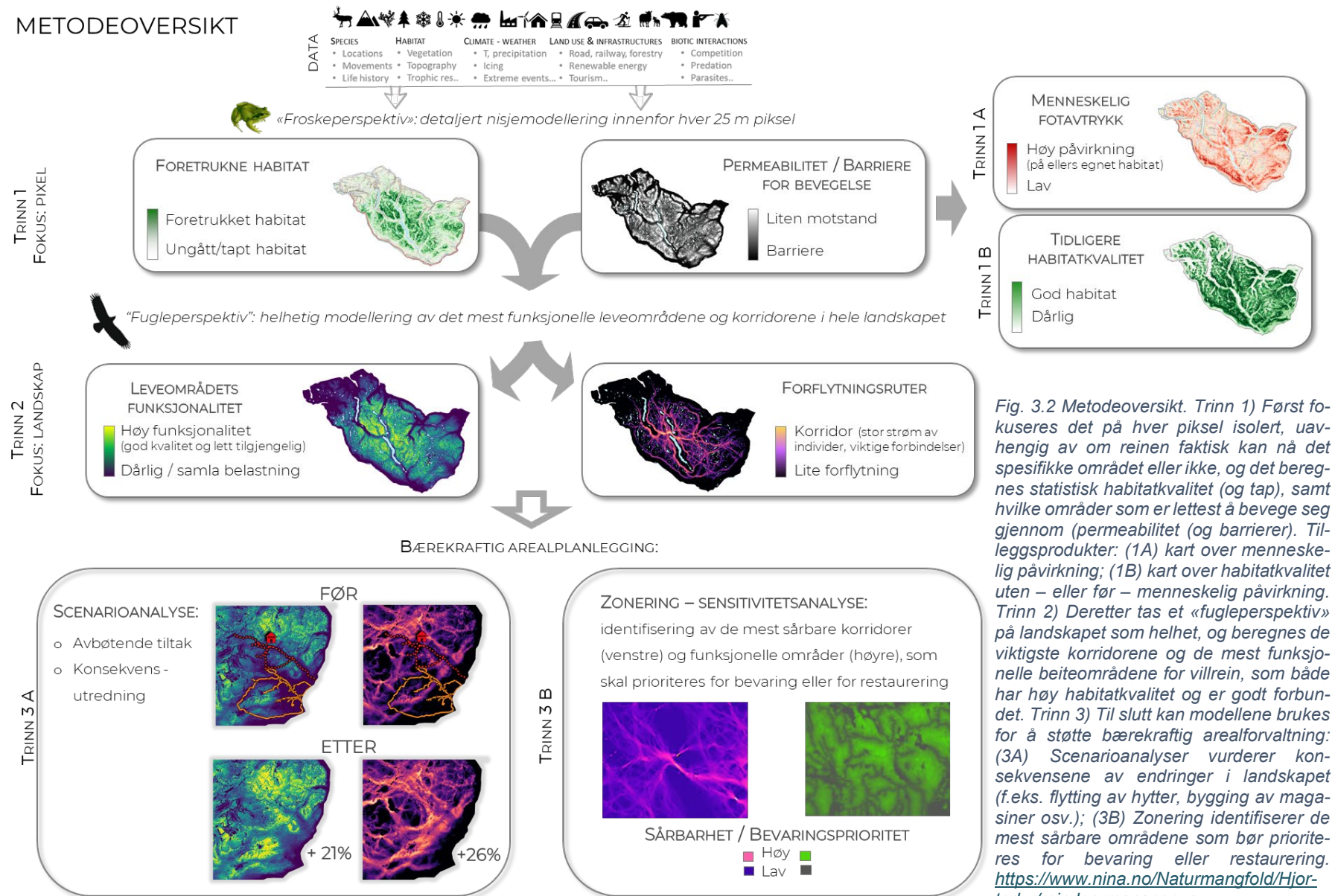


Fig. 3.2 Metodeoversikt. Trinn 1) Først fokuseres det på hver piksel isolert, uavhengig av om reinen faktisk kan nå det spesifikke området eller ikke, og det beregnes statistisk habitatkvalitet (og tap), samt hvilke områder som er lettest å bevege seg gjennom (permeabilitet (og barrierer)). Tilleggsprodukter: (1A) kart over menneskelig påvirkning; (1B) kart over habitatkvalitet uten – eller før – menneskelig påvirkning. Trinn 2) Deretter tas et «fugleperspektiv» på landskapet som helhet, og beregnes de viktigste korridorene og de mest funksjonelle beiteområdene for villrein, som både har høy habitatkvalitet og er godt forbundet. Trinn 3) Til slutt kan modellene brukes for å støtte bærekraftig arealforvaltning: (3A) Scenarioanalyser vurderer konsekvensene av endringer i landskapet (f.eks. flytting av hytter, bygging av magasiner osv.); (3B) Zonering identifiserer de mest sårbare områdene som bør prioriteres for bevaring eller restaurering. <https://www.nina.no/Naturmangfold/Hjordyr/reindeermapsnorway>

4 Modellresultater og kommentarer

4.1 Habitatkvalitet, habitattap, menneskelig påvirkning og barrierer

Her presenteres modellens hovedresultater, dvs. kart av dagens habitat kvalitet. Kapittelet inkluderer også tilhørende kart som bygger på de samme analysene for å gi en indikasjon av både «habitatkvalitet i før-industriell tid», og av dagens «menneskelige fotavtrykk». Til slutt presenterer kapittelet oppsummerende kart fra et statistisk påvirkningsanalyse, som gir en syntese av de viktigste driverne til både habitatkvalitet og menneskelig påvirkning. Alle kartene kan sees på nett: <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap> (van Moorter et al 2023c; Panzacchi et al 2022).

4.1.1 Habitat kvalitet

Fig. 4.1, øvre panel, viser estimater av *dagens habitatpreferanser, eller 'kvalitet'*, vår, sommer og vinter, for hver 100 × 100 meter. De mørkeste 100 × 100 m piksler indikerer de mest foretrukne områder for rein med hensyn til vegetasjon, topografi, klima, infrastruktur, menneskelige aktiviteter, beitedyr osv. Lysere farger representerer mindre foretrukne områder, som *enten har begrensede naturressurser* (få beitemuligheter) og/eller er *tapt, eller utsatt for menneskelige forstyrrelser* (infrastruktur, turisme eller beitedyr).

Estimatene av habitat kvalitet ser ut til å stemme ganske godt med tilgjengelig kunnskap om villrein. Modeller samsvarer godt med GPS-posisjoner for simler (Fig. 4.2), og med polygonene tegnet av ekspertene basert på kunnskapsgrunnlaget for Setesdal Ryfylke villreinområde i Delnorm 3, Kvalitetsnormen for villrein (Elgaeen et al 2022, Fig. 4.2). Disse kommentaren støttes av statistiske analyser som viser svært god overensstemmelse mellom disse kartene, GPS-posisjoner, observasjoner (databasen «sett rein») og lokalkunnskap (Panzacchi et al 2015; Panzacchi et al 2022a). Merk at kartene i dette kapittelet ikke tar hensyn til fragmentering (for samtidige målinger av egnet og godt habitat se funksjonalitetskart, Fig. 4.13 - som samsvarer enda bedre med GPS-posisjonene; van Moorter et al 2023b).

Figurene viser at det finnes godt vinterhabitat i området nord, sør, og rundt Brokke–Suleskardveien. Merk at veien er stengt om vinteren og friluftslivsaktiviteten er mer begrenset. Tvert imot ser det ut til å være et gap i godt habitat for kalving i områdene rundt Brokke–Suleskardveien, samt i sommerhalvåret. Det finnes i dag kun spredte lommer med godt sommerhabitat sør for Brokke–Suleskardveien - men se Fig. 4.1 for estimerte situasjonen i «gamle dager».

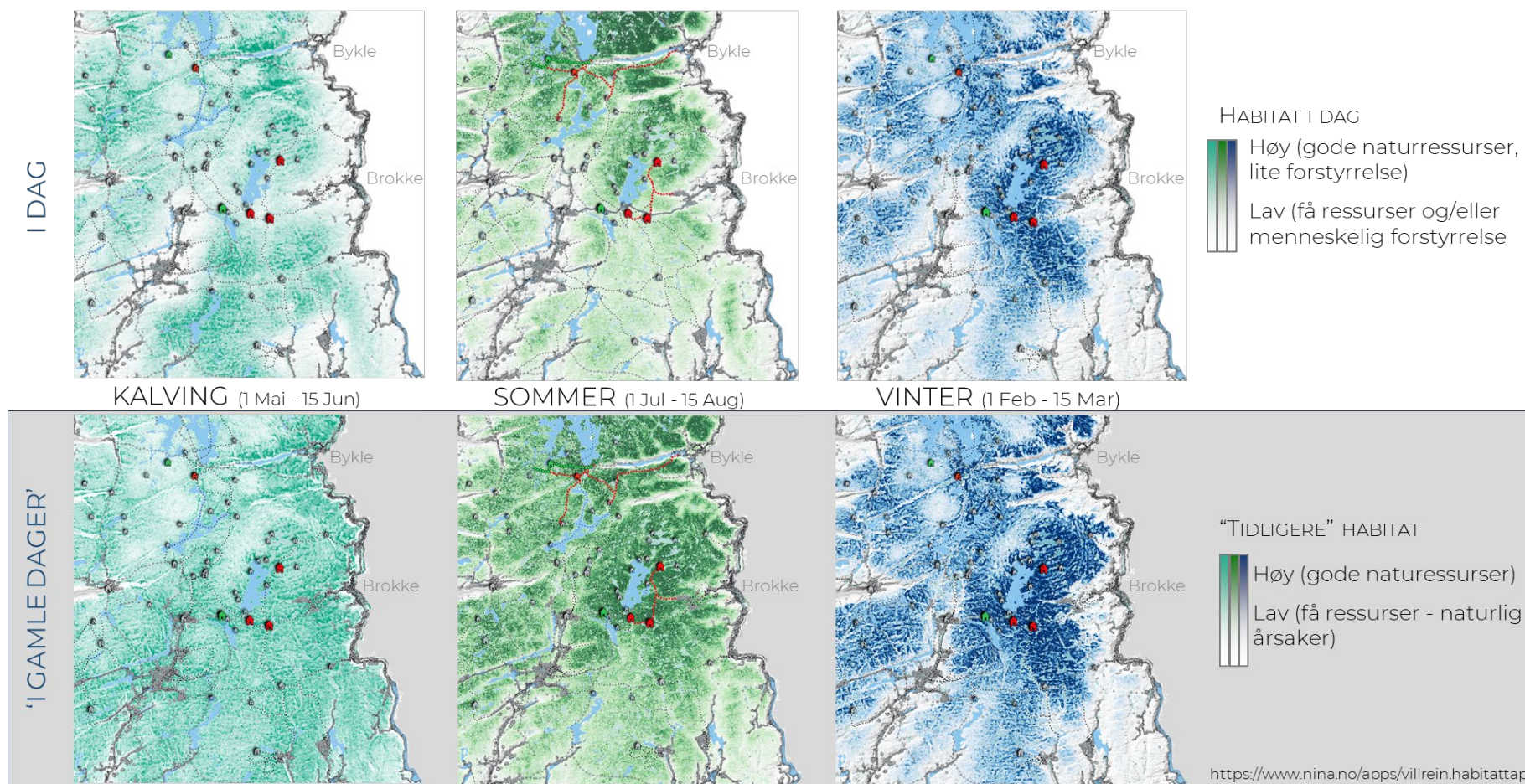
4.1.2 Habitat kvalitet «i gamle dager»

Figur 4.1, nederste panel, viser statistiske estimater av hva som kunne ha vært det egnet habitatet for villreinen i gamle dager, før infrastruktur og menneskelige forstyrrelser (dvs. slik ville et urørt beiteområde sett ut). Grønnere områder indikerer potensielt gode beiteressurser før menneskelige aktiviteter og infrastruktur ble etablert, eller under forutsetning av ingen menneskelige forstyrrelser (Lelotte et al., 2022).

Figurene viser at mengden habitat av høy kvalitet var mye mer utbredt i gamle tider, før menneskelig infrastruktur ble bygget. Merk imidlertid at fargeskalaen *ikke* er sammenlignbar mellom de øverste og nederste figurene: vi har estimert at den totale mengden godt habitat i «gamle dager» var hele 2148 % høyere enn i dag.

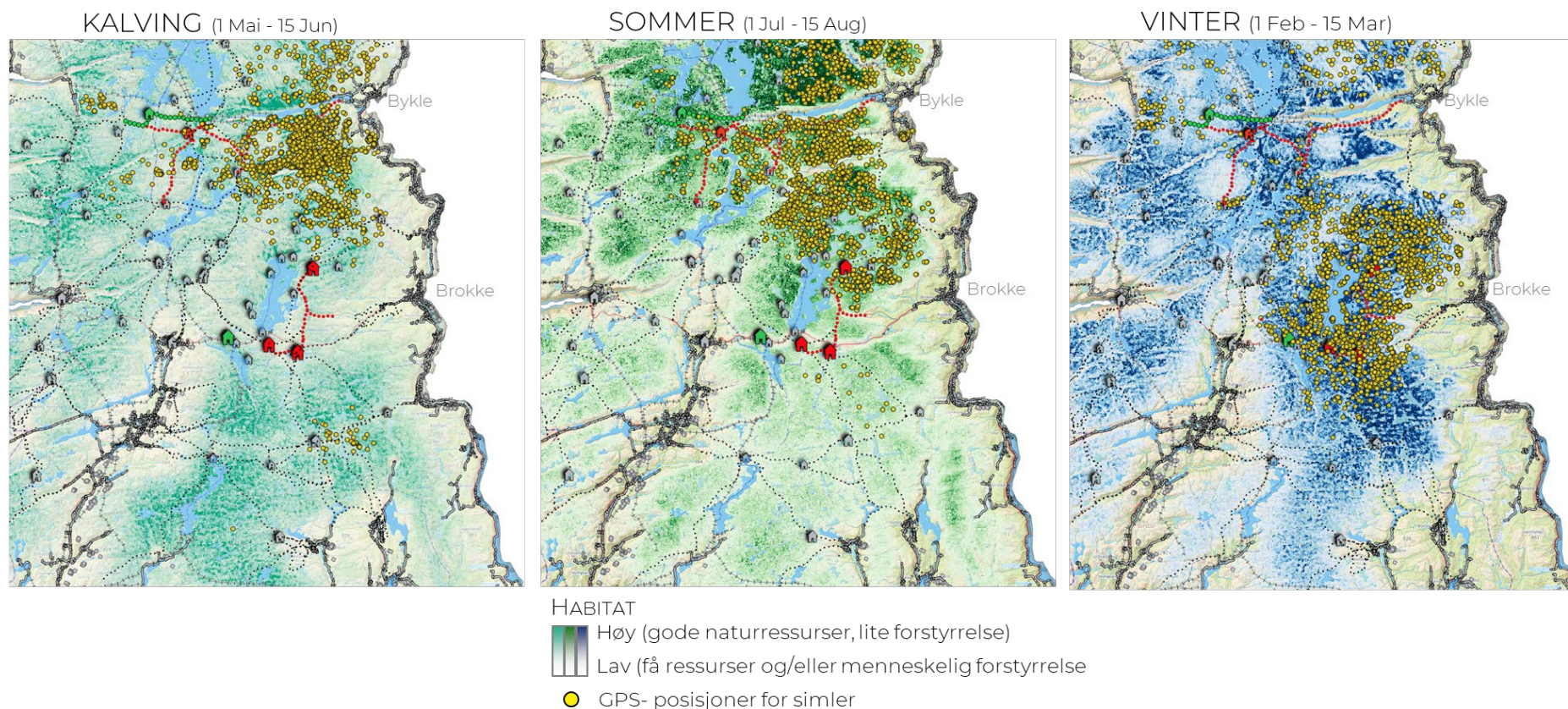
Figurene viser at flere områder i lavere høyde og dalfører (der det nå ligger veier, bebyggelse osv.) var vesentlig bedre egnet i «gamle dager», særlig i kalvingssesongen, f.eks. mot Setesdal Austhei og i Suleskard-Sirdalen området. De samme områdene har også redusert kvalitet om sommeren, selv om den menneskelige påvirkningen i denne sesongen er enda høyere i fjellområdene sør for og rundt Roskreppfjorden.

HABITATKVALITET FOR VILLREIN – I DAG OG I «GAMLE DAGER»



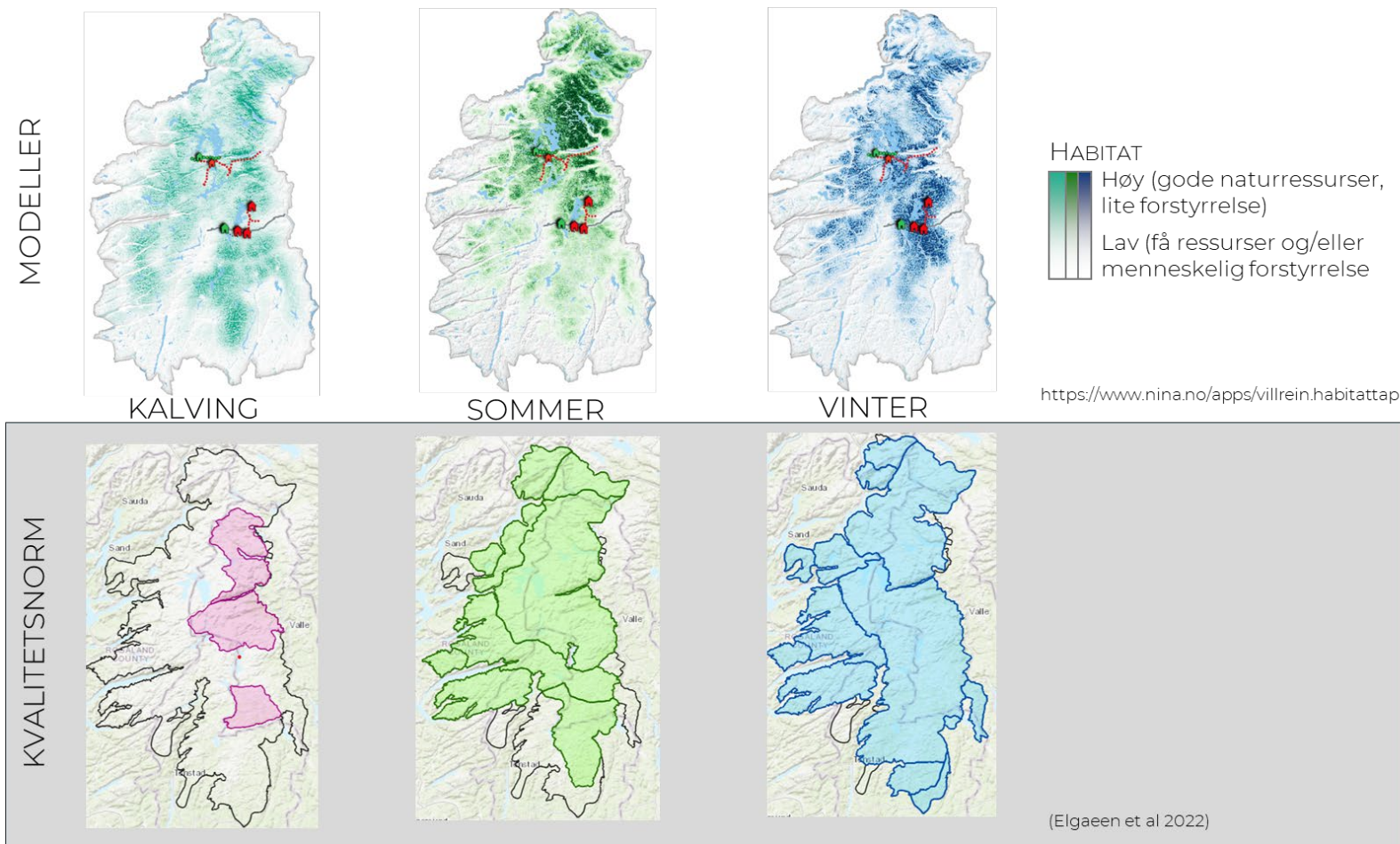
Figur 4.1 Habitatkvalitet estimert i fokusområdet rundt Brokke-Suleskardveien, Setesdal Ryfylke. Over: nåværende habitatkvalitet; fargede områder indikerer gode naturressurser (gode beiteområder) med lite menneskelig forstyrrelse. Nederst (grå boks): estimert «naturgrunnlag», altså habitatkvalitet før (dvs. eller i fravær av) forstyrrelser; fargede områder viser hvor gode naturressurser ville vært tilgjengelige uten infrastruktur og ferdsel. Merk at fargeskalaen *ikke* er sammenlignbar mellom de øverste og nederste figurene: Den totale mengden habitat i «gamle dager» var hele 2148 % høyere enn i dag. Hytter, stier/skiløyper og åpne veier vises i grått mens hyttene og stier nevnt i «tiltaksplan 1» og «tiltaksplan 2» er markert i rødt (kan muligens fjernes) eller grønt (kan muligens etableres) som referanse. Se også Fig 4.2, 4.3, 4.5. Alle kartene kan vises på nett: <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap>; van Moorter et al 2023c).

SAMSVAR MELLOM MODELLER FOR HABITATKVALITET OG GPS-POSISJONER



Figur 4.2. Samsvar mellom dagens habitatkvalitet estimert av modeller (som i Fig. 4.1, øverst) og GPS-posisjoner for simler. Fargede områder indikerer potensielt gode beiteområder med lite menneskelig forstyrrelse. Merk at selv om disse modellene viser alle områder som i dag tilbyr potensielt gode ressurser, og samsvarer godt med GPS-dataene (Panzacchi et al 2022a; Fig 4.3), tar de ikke hensyn til barrierer eller konektivitet. De viser ikke om villreinen faktisk kan nå disse områdene eller ikke. For eksempel viser figurene at selv om det finnes potensielt egnede kalvingsområder sør for Brokke–Suleskardveien, har disse områdene kun vært brukt av én GPS-merket simle siden 2006, noe som kan tyde på at området kan være isolert. For funksjonelt sammenhengende kjerneområder for villrein, om samsvarer enda bedre med GPS-posisjonene (van Moorter et al 2023b), se Fig. 4.13. Hytter, stier/skiløyper og åpne veier vises i grått mens hyttene og stier nevnt i «tiltaksplan 1» og «tiltaksplan 2» er markert i rødt (kan muligens fjernes) eller grønt (kan muligens etableres) som referanse. Kartene kan vises på nett her <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap>; van Moorter et al 2023c) og her <https://www.nina.no/Naturmangfold/Hjortedyr/reindeermapsnorway>.

SAMSVAR MELLOM MODELLER FOR HABITATKVALITET OG KVALITETSNORM FOR VILLREIN



Figur 4.3 Samsvar mellom dagens habitatkvalitet estimert av modeller for simler (over; se Fig. 4.1 og 4.2) og kartgrunnlaget for delnorm 3, kvalitetsnorm for villrein, for Setesdal Ryfylke villreinområde (nederst; Elgaeen et al 2022). Merk at periodene brukt i kvalitetsnormene er noe bredere enn de som benyttes i modellene, ettersom de for eksempel vurderer sommer- og høstbeiter samlet. Det ser ut til at områdene som modellene indikerer som av god kvalitet, samsvarer overordnet sett godt med polygonene tegnet av ekspertene. Merk at polygonene er relativt store og består av flere delområder; flere av de sørligste og vestligste delområder er hovedsakelig brukt sporadisk, og da primært av bukker (Elgaeen et al 2022). For en detaljert sammenligning mellom modellene og ekspertbaserte polygoner i enkelte villreinområder, se nettappen <https://reindeermaps.nina.no/Reindeer-Maps-Modules/Module-2-Statistical-Maps-vs-Expert-Assessment> og Panzacchi et al (2022a).

4.1.3 Menneskelig fotavtrykk

Fig. 4.4 og 4.5 viser det *menneskelige fotavtrykket*, altså menneskelige forstyrrelser i områder som ellers kunne ha tilbudt gode naturressurser for villrein. Mørkerøde farger indikerer områder som kunne ha gitt gode naturressurser, men som er negativt påvirket av menneskelige forstyrrelser. Med andre ord har det «naturlige potensialet» (Kap. 4.1.2) i disse områdene blitt redusert. De statistiske estimatene er basert på mange ulike data fra infrastruktur og menneskelige aktiviteter (f.eks. tetthet av veier, tetthet av stier med ulikt turistvolum, tetthet av hus, private hytter, DNT-hytter osv.). Estimaten viser den samlede virkningen av menneskelige aktiviteter og infrastruktur, mens de samtidig tar hensyn til egnetheten til vegetasjon, topografi, klima osv.

Diffuse forstyrrelser er registrert i store deler av den sørlige delen av Setesdal Ryfylke om sommeren. Betydelig menneskelig fotavtrykket er registrert om sommeren i fjellområdene rundt Rosskreppfjorden, Brokke–Suleskardveien og Øyuvsbu. Betydelige forstyrrelser er også registrert i kalvingsperioden, særlig i lavereliggende områder nært hyttefelt og bebygde områder.

4.1.4 Habitattap og påvirkningsanalyser

I kvalitetsnormen ble Setesdal Ryfylke villreinområde klassifisert som å ha dårlig kvalitet, «rødt». Når det gjelder Delnorm 3 (Leveområde og menneskelig påvirkning), skyldes denne klassifiseringen de «sterkt forringede trekkmulighetene i randområdene», som ble vurdert til dårlig kvalitet, altså «rødt». Derimot ble funksjonell arealutnyttelse vurdert av ekspertgruppen til middels kvalitet, «gult» (Rolandsen et al., 2022).

Merk at klassifiseringen i Delnorm 3 er basert på ekspertvurderinger, og omfatter verken diffus påvirkning eller kumulative effekter (Kap. 4 i Panzacchi et al. 2022). Tvert imot, denne rapporten bruker offisielle, digitale rådata på antall infrastrukturelementer og en statistisk tilnærming for å estimere habitattap og fragmentering, med hensyn til kumulative effekter og diffuse forstyrrelseskilder (turistvolum, «påvirkningssone» rundt turstier, hytter og veier, samt beitedyr osv.).

Habitatmodeller presentert her viser betydelig habitatforringelse og habitattap, spesielt i de sørlige delene av Setesdal Ryfylke. Dette gjelder særlig påvirkninger som følger av diffuse forstyrrelser og kumulative effekter (Fig 4.5 til 4.11). Permeabilitetsmodeller avdekker i tillegg flere barrierer og flaskehalser (Kap. 4.1.5). Merk at statistikken som presenteres her (Kap. 4.1) kun omhandler habitatforringelse, ikke permeabilitet. Disse tallene bør derfor betraktes som konservative. En omfattende vurdering av det totale tapet av funksjonelt habitat (både habitatforringelse og fragmentering) i Setesdal Ryfylke kan gjennomføres ved behov.

Rådata om antall infrastrukturelementer viser at i Setesdal Ryfylke finnes den største mengden vannkraftutbygging (345 km²) og det lengste strømmettet (616 km) blant alle villreinområdene, samt 114 km hovedveier, 3012 privathytter, 44 DNT hytter, 1043 km stier og 720 km skiløyper (van Moorter et al 2023c). Effekten på reinsdyr av disse infrastrukturene er vist i Fig 4.11.

Her presenterer vi varierte statistikk og kart som på ulike måter oppsummerer kunnskap presentert så langt om habitattap og menneskelig påvirkning, og som gir en syntese av årsakene til denne påvirkningen (påvirkningsanalyse). Kartene og statistikk er hentet fra dashbordet <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap> (van Moorter et al 2023c; Lelotte et al 2022), som har 3 sider (se øverste verktøylinje og brukerveiledning i panelet til venstre):

SIDE 1) KLASSIFISERING. Denne siden viser hvor mye habitat som er tapt pga. menneskelige aktiviteter, og rangerer alle villreinområdene basert på dette (tilsvarende klassifiseringen i kvalitetsnormen, men basert på statistikk) (Fig 4.6)

SIDE 2) HABITATTAP. Her oppsummeres statusen for leveområdene med hensyn til habitatets egnethet. På undersiden «enkelt-kart» vises også de kartene som ble brukt til å klassifisere habitatkvalitet og tap på «klassifisering»-siden (Fig. 4.7)

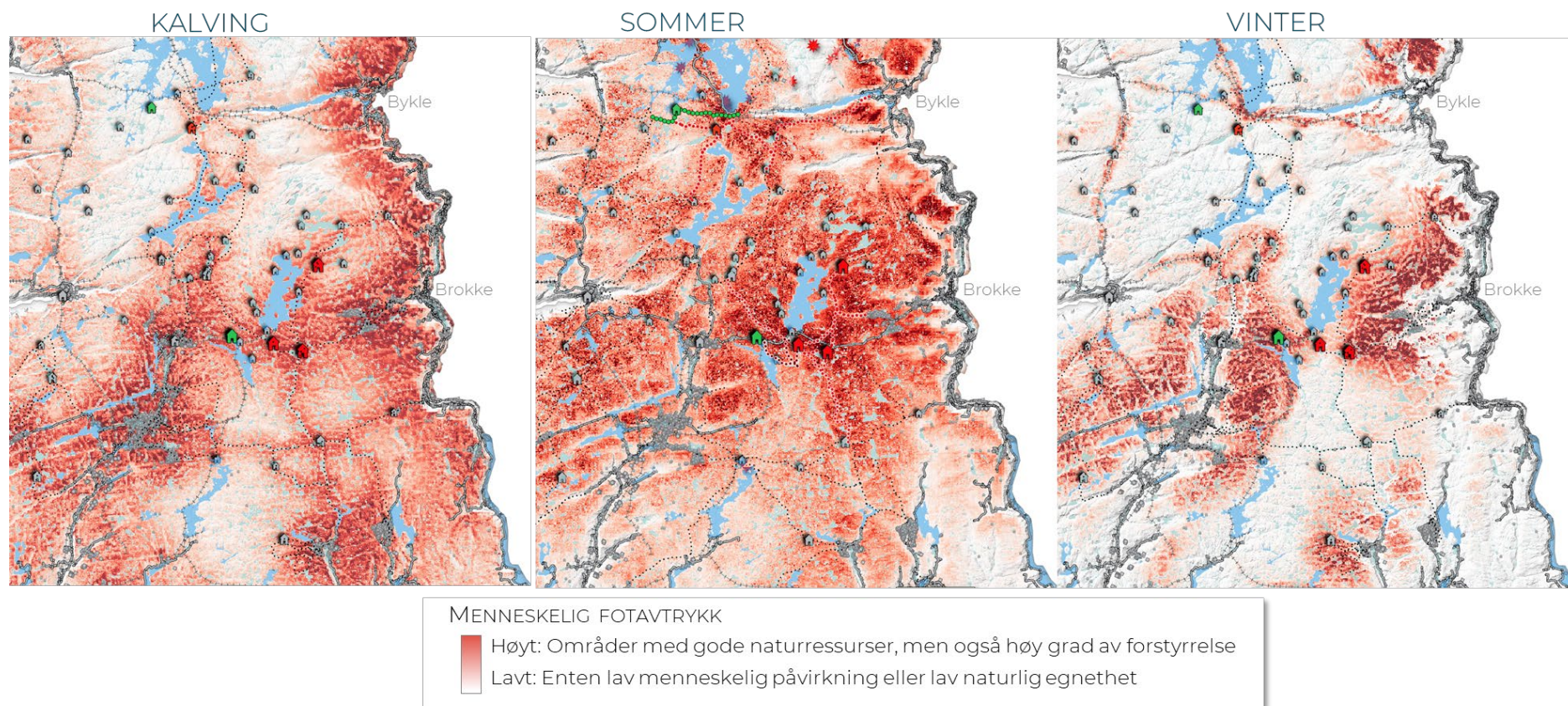
SIDE 3) MENNESKELIG PÅVIRKNING. Her vises en oppsummering av menneskeskapte årsaker til habitattap. På undersiden «enkelt-kart» vises også de ni kartene som illustrerer de enkelte faktorene som bidrar til menneskeskapt habitattap (Fig. 4.9)

Modeller viser at 67 % av egnet habitat i Setesdal Ryfylke er til en visst grad forstyrret, påvirket eller har gått tapt pga. menneskelige aktiviteter: 38 % om vinteren, 64 % om kalvingsperioden og 67 % om sommeren (Fig 4.6). Modellene estimerer at om sommeren er kun 17 % av egnet habitat helt uforstyrret, mens 34 % er i noen grad forstyrret av menneskelige aktiviteter (Fig. 4.7, 4.8).

Modeller estimerer at habitatforringelse skyldes om sommeren 48% turisme/friluftsliv, 45% transport og bygning, og 7 % vannkraft. Merk at beitedyr er ikke inkludert i denne oppsummering, selv om dette er en av de viktigste faktorer i området (vist i radardiagrammet og tabellen i Fig 4.9). Vi påpeker at effekten av sau på villreinens arealbruk fremstår som sterk i habitatmodellene, og vi anbefaler at mekanismene bak dette bør undersøkes nærmere.

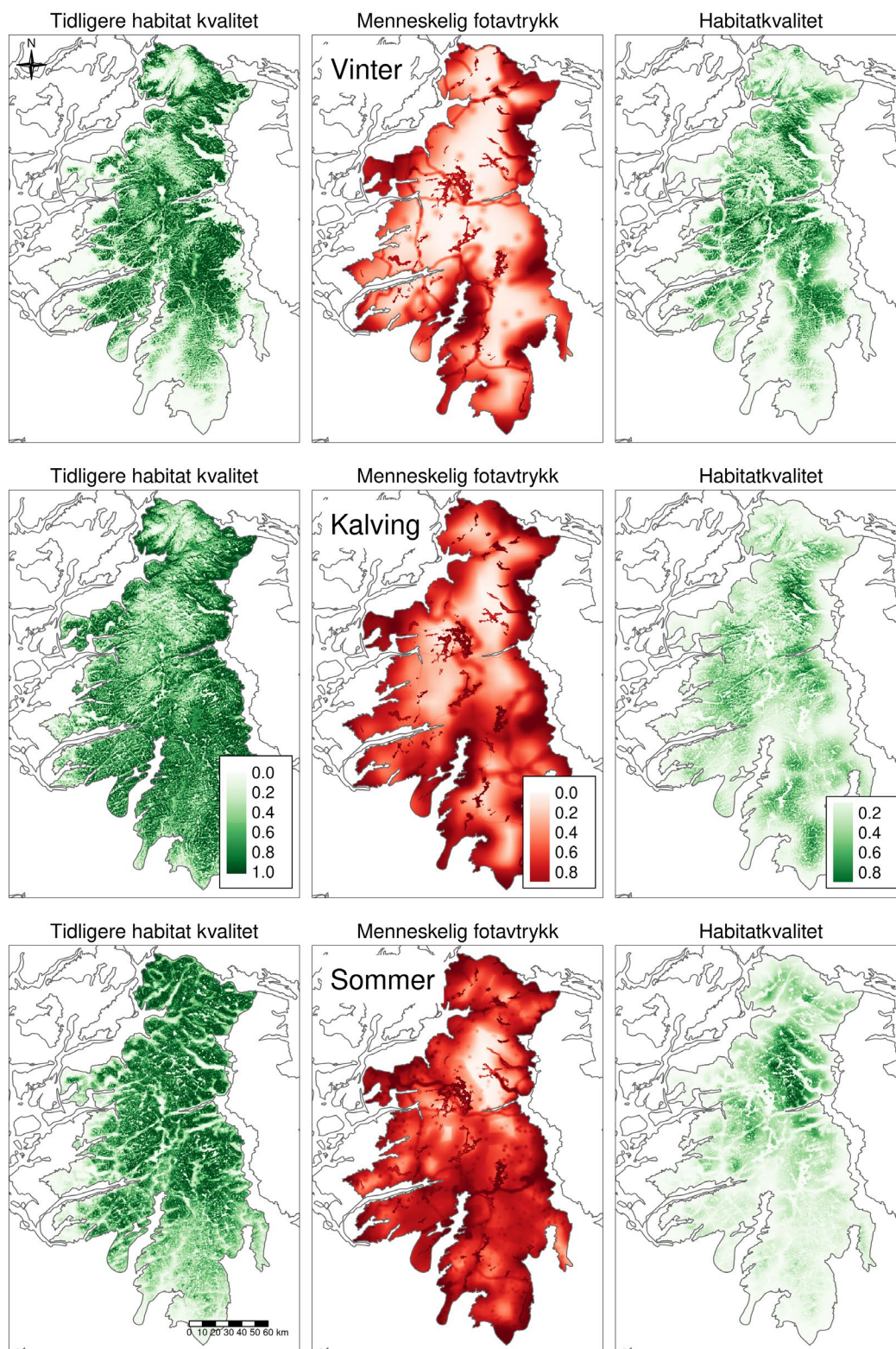
Det er interessant å sammenligne disse kartene også med historisk kunnskap (f.eks. figur 27 i Strand et al. 2011), som bekrefter at områdene i vest og sør tidligere hadde langt større betydning for villrein. De samme områdene som i dag er sterkt påvirket av menneskelig aktivitet.

MENNESKELIG FOTAVTRYKK

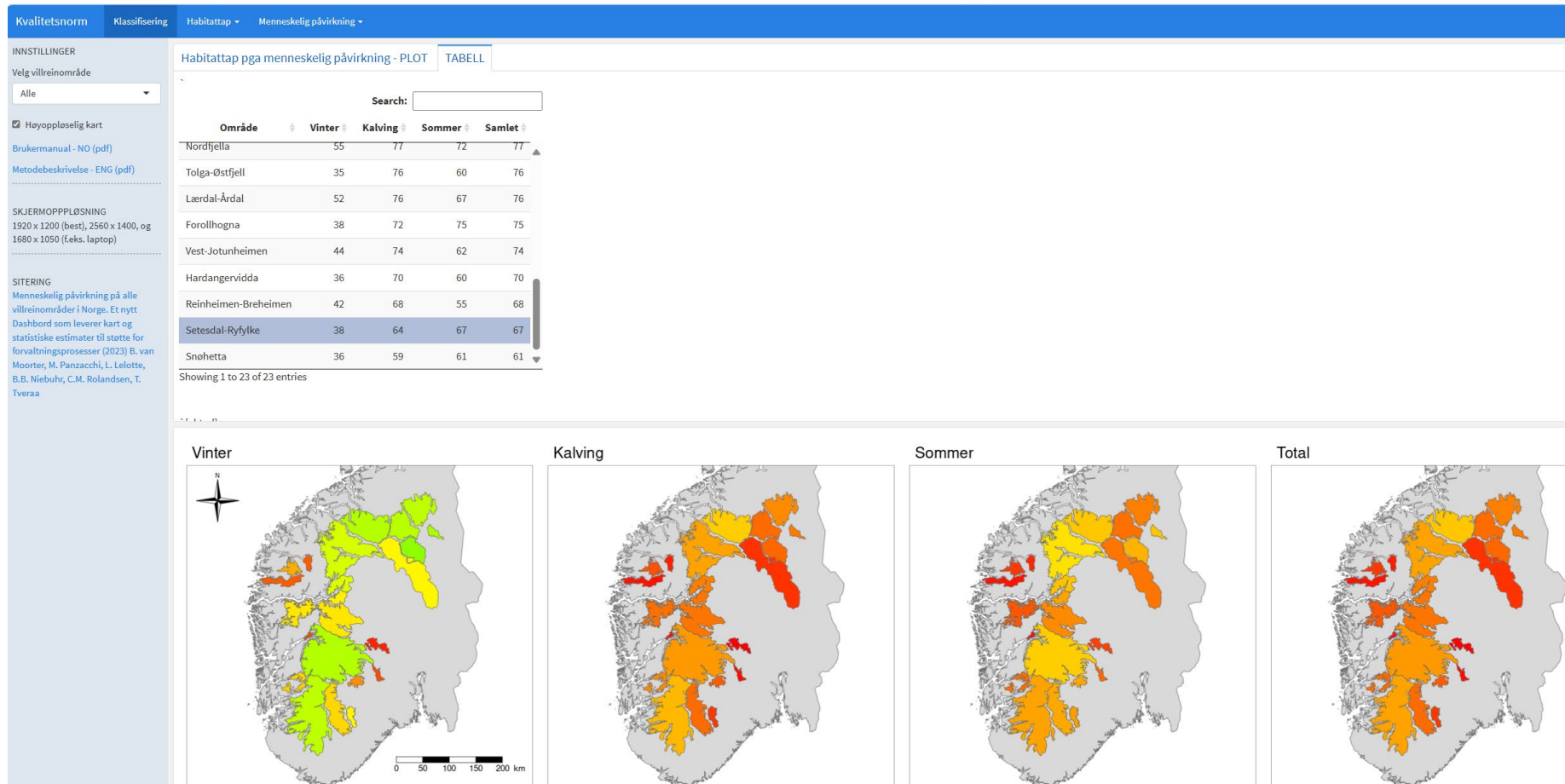


Figur 4.4 «Menneskelig fotavtrykk» viser til estimert habitatforringelse forårsaket av menneskelig aktivitet i områder som ellers kunne ha vært verdifulle ressurser for villrein. Mørkere røde farger viser områder med høyt potensial for naturressurser, men som samtidig er utsatt for betydelig menneskelig forstyrrelse eller påvirkning. Med andre ord har habitatkvaliteten fra tidligere tider (Figur 4.1) blitt forringet i de røde områdene.

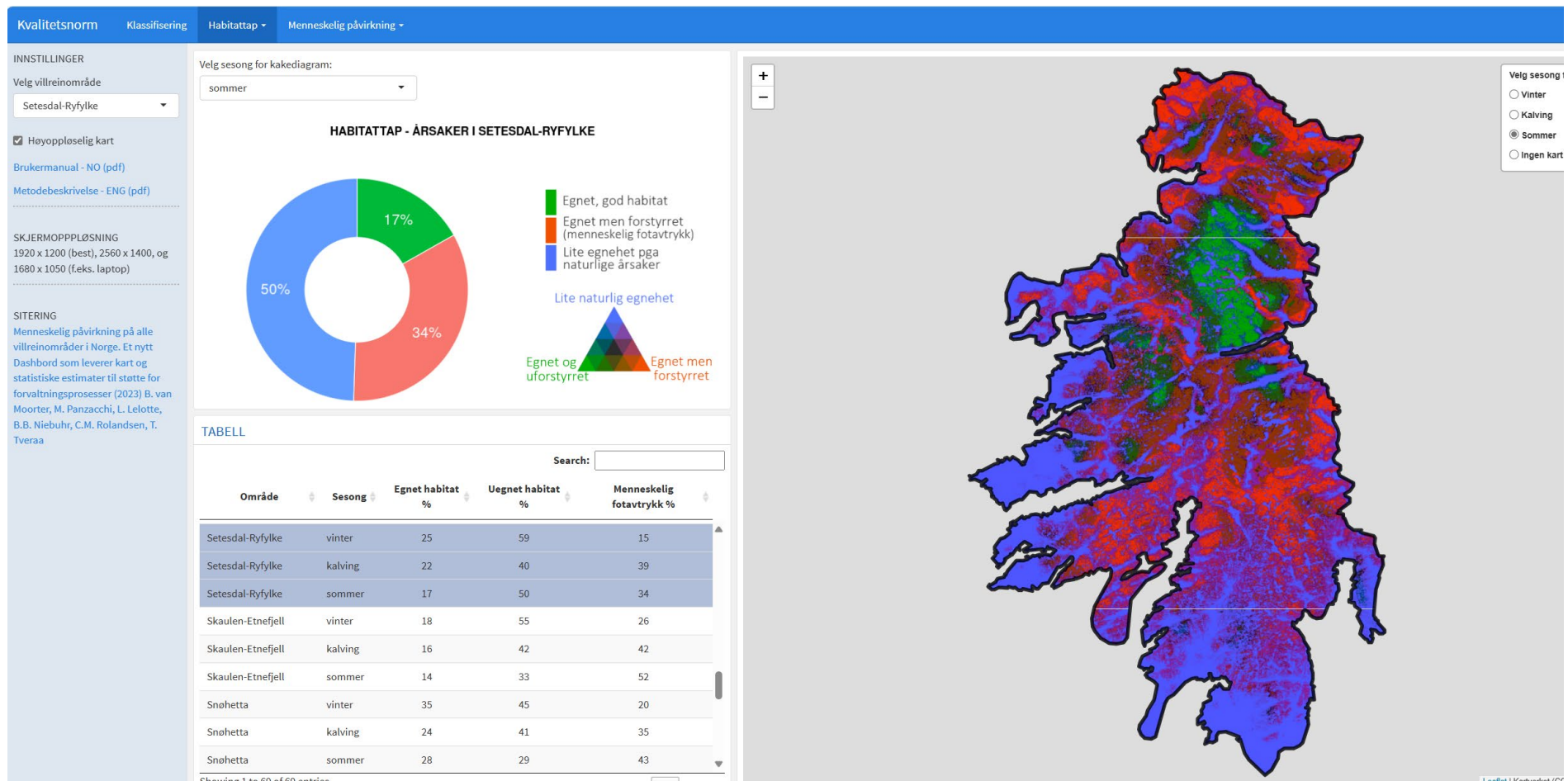
Det største menneskelige fotavtrykket er registrert om sommeren i fjellområdene rundt Rosskreppfjorden, Brokke–Suleskardveien og Øyuvsbu – og i kalvingsperioden i laveliggende områder nært hyttefelt og bebygde områder. Kartene for hele Setesdal Ryfylke kan vises i Fig 4.5 og i: <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap> – seksjon «habitattap - enkelt kart», og van Moorter et al 2023c).



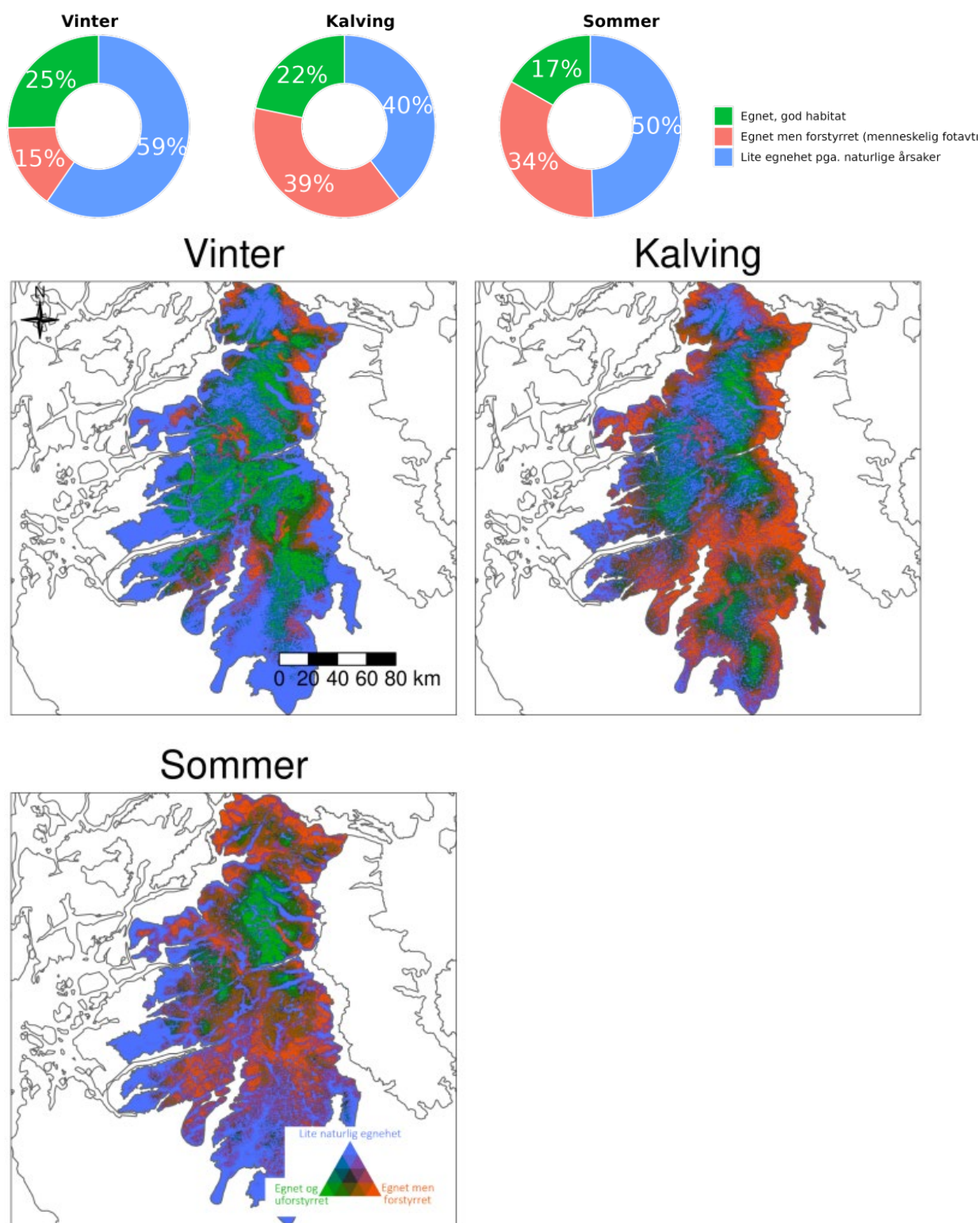
Figur 4.5 «Tidligere habitatkvalitet», «Menneskelig fotavtrykk» og «dagens habitatkvalitet» i Setesdal Ryfylke. I habitatkvalitetskartene, både for dagens situasjon og for «gamle dager» (se også Fig. 4.1), indikerer mørkere grønne områder gode naturressurser, det vil si gode og uforstyrrede beiteområder. I kartene som viser menneskelig fotavtrykk, representerer mørkere røde farger områder med høyt potensial for naturressurser, men som samtidig er utsatt for menneskelig forstyrrelse, inkludert beitedyr (se også Fig. 4.4). Figuren er hentet fra van Moorter et al. (2023c); veiledning for korrekt tolkning er gitt i Kap. 7 i denne rapporten. Kartene kan vises i: <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap>. Det er interessant å sammenligne disse kartene med historisk kunnskap (f.eks. figur 27i Strand et al. 2011), som bekrefter at områdene i vest og sør tidligere hadde langt større betydning – områder som i dag er sterkt påvirket av menneskelig aktivitet.



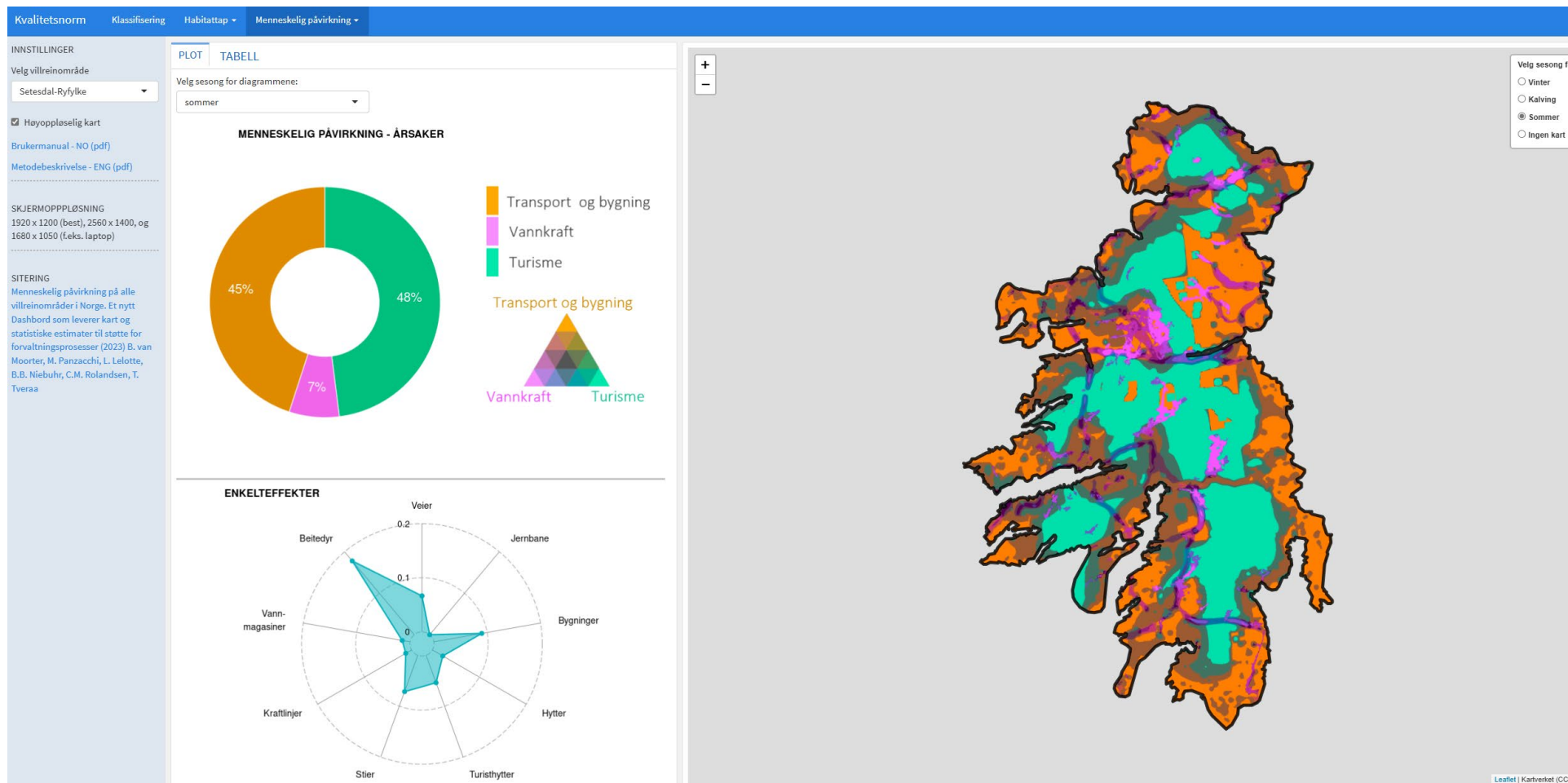
Figur 4.6 Skjerm bilde av dashbordet <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap>, som rangerer villreinområdene basert på prosent tidligere egnet habitat som ble tappt eller forringet på grunn av menneskelige aktiviteter eller infrastruktur. Modellene beregner at 67 % av egnet habitat i Setesdal Ryfylke er til en visst grad forstyrret, forringet eller har gått tapt pga. menneskelige aktiviteter: 38 % om vinteren, 64 % om kalvingsperioden, og 67 % om sommeren (van Moorter et al 2023c).



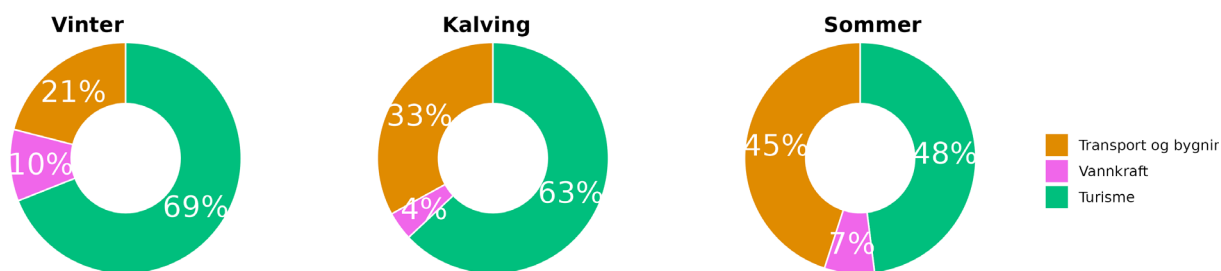
Figur 4.7. Skjermbilde av dashbordet <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap>, som oppsummerer habitatkvalitet i forhold til både naturressurser og menneskeskapte forstyrrelser i Setesdal-Ryfylke. Sektordiagrammet, tabellen og de tilsvarende fargene i kartet, viser: grønt for gode og uforstyrrede områder, rødt for områder som tilbyr gode ressurser (men som samtidig er forstyrret pga. menneskelig fotavtrykk inkludert beitedyr) og blått for områder med relativt lav naturlig egneheter. Her vises en oppsummering for sommersesongen. Resultater for alle sesong og alle villreinområder finnes i Fig 4.8, i Dashbordet og i van Moorter et al (2023c).



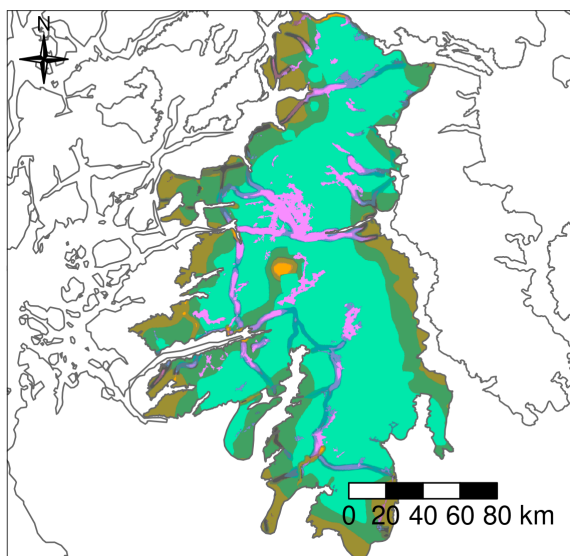
Figur 4.8. Figurene oppsummerer habitatkvalitet og tap med hensyn til både naturressurser og menneskeskapt forstyrrelse i Setesdal-Ryfylke, for alle sesonger (se også Fig. 4.7). Kakediagrammet og de tilsvarende fargene i kartet viser: grønt for gode og uforstyrrede områder, rødt for områder som tilbyr gode ressurser (men som samtidig er forstyrret pga. menneskelig fotavtrykk, inkludert beitedyr) og blått for områder med relativt lav naturlig egnethet. Figuren er hentet fra van Moorter et al. (2023c); veiledning for korrekt tolkning er gitt i Kap. 6 i denne rapporten. Høyoppløselige kart kan sees i Dashbordet <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap>, og van Moorter et al (2023c). Det er interessant å sammenligne disse kartene også med historisk kunnskap (f.eks. figur 27 i Strand et al. 2011), som bl.a. bekrefter at områdene i vest og sør tidligere hadde langt større betydning – områder som i dag er sterkt påvirket av menneskelig aktivitet.



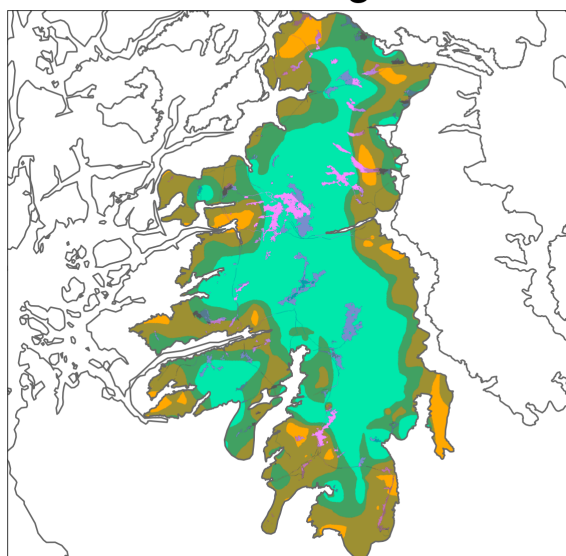
Figur 4.9 Skjerm bilde av dashbordet <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap>, som oppsummerer hovedårsakene til menneskeskapt habitattap på Setesdal-Ryfylke gruppert i tre hoved sektorer: turisme (grønn), vannkraft (rosa) og transport og bygninger (gul). Radardiagrammet og tabellen oppsummere effekter av hver enkelt infrastruktur og forstyrrelsesfaktorer, inkludert beitedyr, som teknisk sett ikke regnes som en direkte menneskeskapt forstyrrelseskilde. Til tross for dette ser det ut til å ha den største effekten. Merk at hver 100 × 100 m piksel i villreinområdet er tilordnet en verdi som identifiserer den mest sannsynlige forstyrrelseskilden i området, basert på menneskelige aktiviteter i området og deres påvirkningssone (Kap. 3, figur 3.1). Figuren er hentet fra van Moorter et al. (2023c); veiledning for korrekt tolkning er gitt i brukermanual i dashbordet. Her vises en oppsummering for sommersesongen; resultater for alle sesong og alle villreinområder finnes i fig 4.10, i Dashbordet, og i van Moorter et al (2023c).



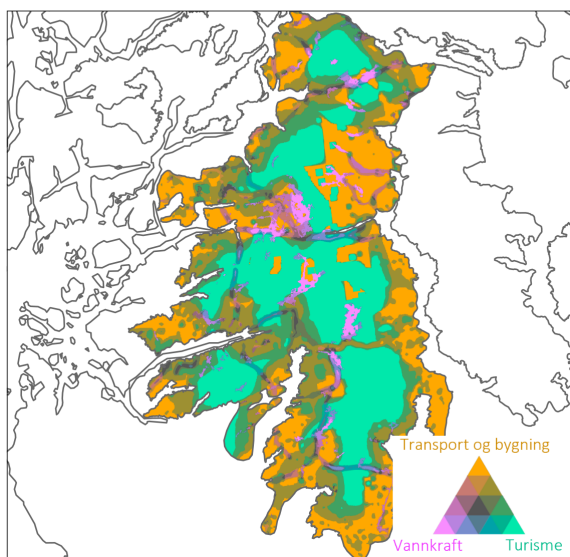
Vinter



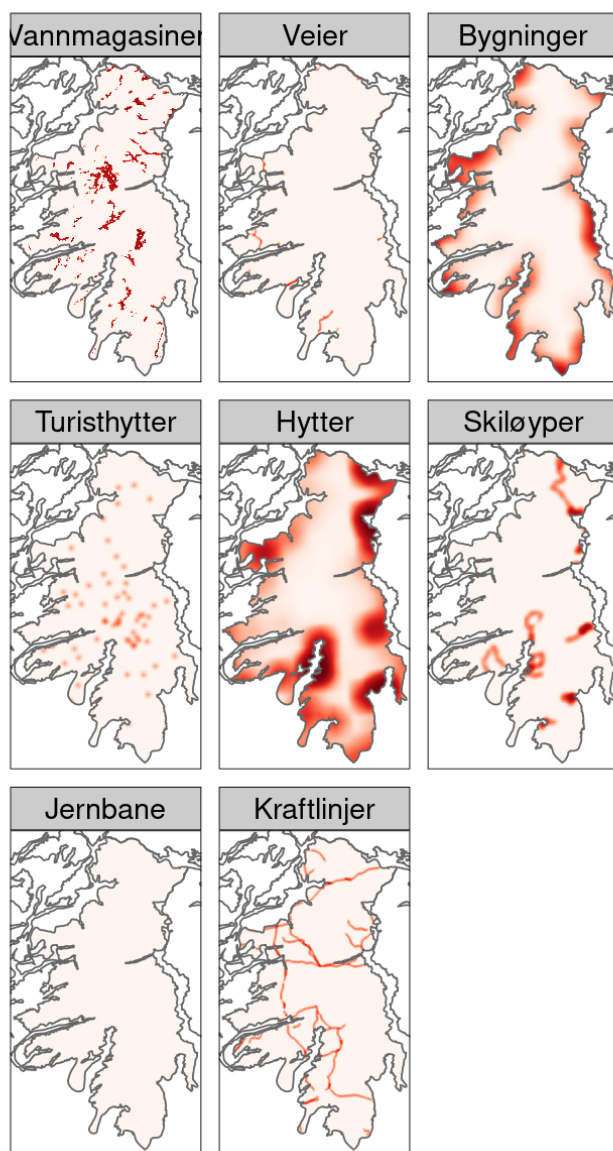
Kalving



Sommer



Figur 4.10. Figuren oppsummerer hovedårsakene til habitatforringelse for hver 100 meter i Setesdal-Ryfylke gruppert i tre hoved sektorer: turisme (grønn), vannkraft (rosa) og transport og bygninger (gul). Beitedyr er ikke inkludert i denne oppsummeringen, da de teknisk sett ikke regnes som en direkte menneskeskapt forstyrrelseskilde. Merk at hver 100 × 100 m piksel i villreinområdet er tilordnet en verdi som identifiserer den mest sannsynlige forstyrrelseskilden i området, basert på menneskelige aktiviteter i området og deres påvirkningssone (Kap. 3, figur 3.1). Figuren er hentet fra van Moorter et al. (2023c); veiledning for korrekt tolkning er gitt i Kap. 7 i denne rapporten. Høyoppløselige kart kan sees på Dashboardet <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap>.



Figur 4.11 Kart som viser de samlede belastninger av hver enkelt infrastrukturtype, basert på dens effektstørrelse (dvs. hvor sterkt villrein unngår den typen infrastruktur), tettheten til den infrastrukturen i området (f.eks. om en hytte er isolert, eller en del av et større hyttefelt) og dets påvirkningssone (den maksimale avstanden som effekten kan oppdages; merk at effekten avtar med avstand til den blir null) vinterstid i Setesdal-Ryfylke. Beitedyr er ikke inkludert her, da de teknisk sett ikke regnes som en direkte menneskeskapt forstyrrelseskilde (men se Fig 2.2). Figuren er hentet fra van Moorter et al. (2023c). Kart for sommer og kalvingsperioden kan sees på Dashbordet <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap>.

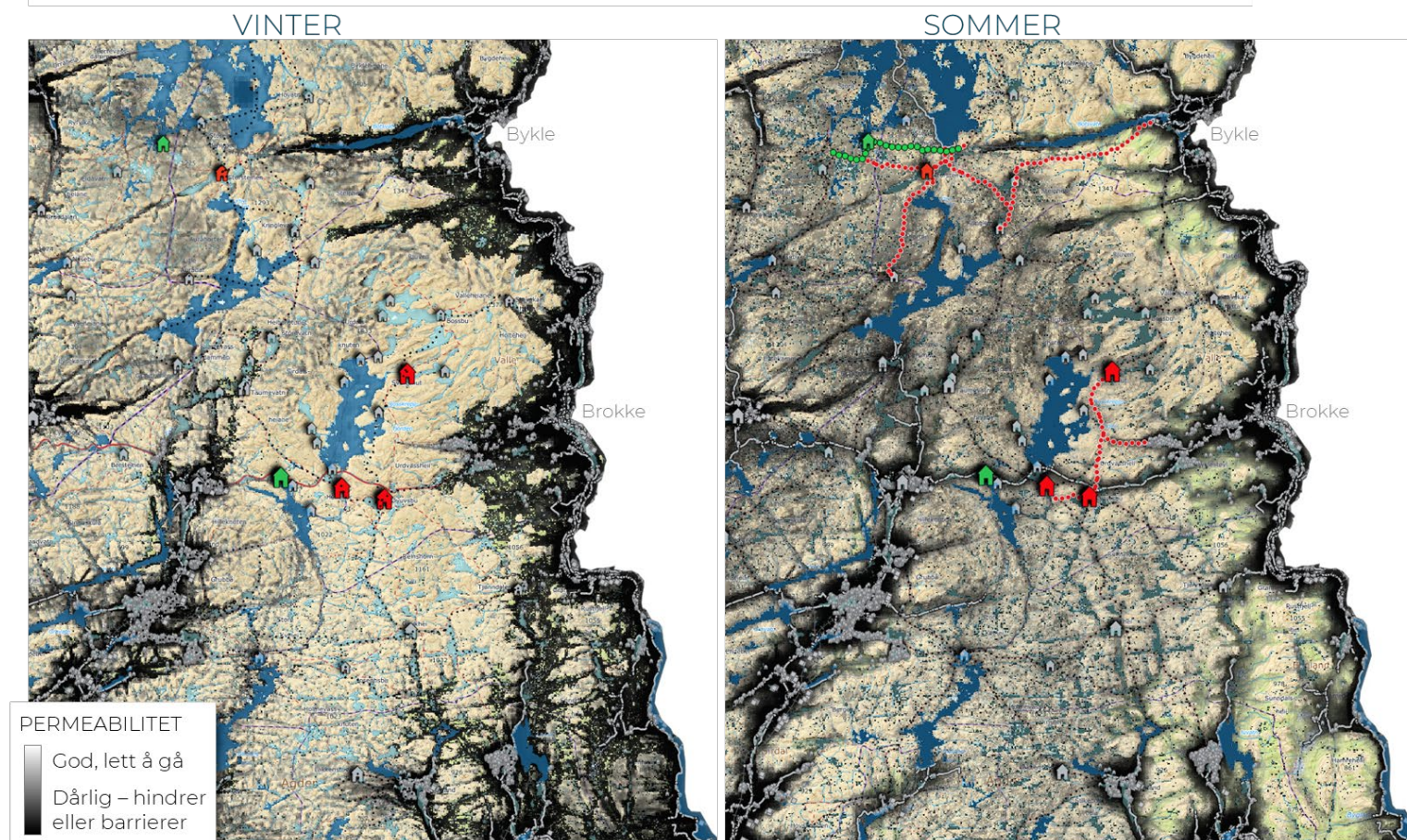
4.1.5 Barrierer

Figur 4.12 viser modellresultater for habitatpermeabilitet, som estimerer hindringer og barrierer for villreins bevegelser basert på analyser av GPS-data. Svarte områder indikerer barrierer som hindrer bevegelse (f.eks. basert på topografi, hovedveier, turistområder osv.), mens lysere farger indikerer områder som reinen lettere kan krysse (for modellresultater se Panzacchi et al. 2016; Panzacchi et al., 2022a).

Figuren viser to store parallelle barrierer for villreins bevegelser som strekker seg fra nord til sør. Den østlige barrieren ligger like utenfor grensene til villreinområdet, mot Setesdal Austhei, og består av en kombinasjon av veier, hytter og bebygde områder. Den vestlige barrieren består av en rekke vannkraftmagasiner (Blåsjø, Svartevatn) og fortsetter sørover langs dalførene som leder til Tonstad, består av en kombinasjon av hytter, bebyggelse og veier.

I tillegg strekker noen parallelle barrierer seg fra øst til vest, inkludert én langs Botsvatn vannkraftmagasin og én langs Brokke–Suleskardveien (om sommeren). Videre viser modellen at permeabiliteten i det sentrale området er betydelig redusert (jf. Figuren), blant annet som følge av friluftaktivitet rundt Rosskreppfjorden og beitedyr. Permeabiliteten øker i den sentrale delen av området om vinteren, da flere veier (inkludert Brokke–Suleskardveien) er stengt og aktiviteten i området er mer begrenset.

BARRIERER FOR BEVEGELSE



Figur 4.12 Barrierer og hindringer for bevegelser estimerte av modeller. De mørkeste fargene indikerer barrierer, altså områder som reinsdyr enten ikke kan passere eller som de opplever som utfordrende å krysse (pga. topografi, infrastruktur eller menneskelig aktivitet). To store parallelle barrierer strekker seg fra nord til sør: den østlige barriere ligger mot Setesdal Austhei, og den vestlige består av en rekke vannkraftmagasiner (Blåsjø, Svartevatn) og fortsetter sørover langs dalførene som leder til Tonstad. I tillegg strekker noen parallelle barrierer seg fra øst til vest, inkludert én langs Botsvatn vannkraftmagasin og én langs Brokke–Suleskardveien (om sommeren). Videre viser modellen at permeabiliteten er betydelig utfordret i det sentrale området i figuren, blant annet som følge av friluftslivsaktivitet rundt Rosskreppfjorden og beitedyr. Permeabiliteten øker om vinteren, da flere veier (inkludert Brokke–Suleskardveien) er stengt, friluftslivsaktiviteten er mer begrenset, og det er ingen beitedyr. Kartene kan sees i Nett Appen: <https://www.nina.no/Naturmangfold/Hjortedyr/reindeermapsnorway> (Panzacchi et al., 2022).

4.2 Landskapskonnektivitet og helhetlig diskusjon av modellresultater

Kapittelet gir en oversikt over hele villreinområdet som helhet, sett fra et «fugleperspektiv». Modellene fremstiller leveområdet som et sammenhengende nettverket av større og mindre kjerneområder som villrein har tilgang til via korridorer. Kartene viser dermed *de mest funksjonelle beiteområdene*, altså områder som både tilbyr ressurser av høy kvalitet og som er lett kan nås av villrein gjennom *korridorer*.

Kartene for dagens habitatfunksjonalitet og konektivitet integrerer informasjon om *dagens samlet belastning* av infrastruktur og menneskelige aktiviteter. Disse er derfor de mest nyttige for å støtte bærekraftig arealplanlegging, både gjennom *scenarioanalyser* og for *zonerings*, dvs. for å identifisere sårbare områder som bør prioriteres for bevaring, restaurering eller avbøtende tiltak.

4.2.1 Dagens funksjonelle områder – gode og vel tilkoblet

Figur 4.13 viser at de største og mest sammenhengende funksjonelle områdene (som samtidig tilbyr ressurser av god kvalitet og er godt tilknyttet til andre gode områder) ligger om sommeren i den nordlige delen av Setesdal Ryfylke, nord for og rundt Botsvatnet. Figur 4.7 til 4.10 viser at den relativt lavere mengden funksjonelle områder om sommeren i den sørlige delen av Ryfylke skyldes både naturlige årsaker – ettersom dette er den sørligste delen av dagens utbredelsesområde for villrein – og forstyrrelser fra menneskelige aktiviteter, inkludert beitedyr. Forstyrrelsen i området er ganske stor både om sommeren og i kalvingsperioden (Fig 4.5), og skyldes for det meste turisme i midten av forvaltningsområdet, transport langs ytterkantene, og beitedyr om sommeren (ikke oppsummert i figurene for menneskelig aktivitet, men se radardiagrammet, Fig 4.9).

De største, mest sammenhengende funksjonelle områdene ligger om vinteren rund og sør for Roskreppfjorden. Modeller for funksjonelle områder som vises her er kun utarbeidet for sommer- og vintersesongen, men modeller for kalvingsperioden kan utarbeides ved behov. Modellene for habitatkvalitet (Fig. 4.5) viser imidlertid at de sørlige potensielle kalvingsområdene ligger relativt nær vinterområdene, men fremstår som ganske isolerte og samtidig langt fra gode sommerbeiteområder.

Det ser ut til at det eneste området som i dag tilbyr funksjonelt sammenhengende habitat for alle årstider, ligger nord for Brokke–Suleskard (Fig 4.2). Det er imidlertid uklart i hvilken grad kvaliteten og omfanget av dette området er tilstrekkelig for å opprettholde en bestand på lang sikt, særlig med tanke på tilfeldige hendelser og klimaendringer.

Dette understreker betydningen av å opprettholde god konektivitet mellom de mest funksjonelle leveområder i de ulike kritiske livsfasene for villrein (kalving, sommer og vinter) ettersom disse områdene til en viss grad ikke overlapper hverandre i Setesdal Ryfylke i dag. Med andre ord er det viktig å sikre åpne migrasjonsruter for simler med små kalver fra kalvingsområder til sommerområder, videre til vinterområder og tilbake til kalvingsområdene. Uten slik konektivitet risikerer man at enkelte flokker forblir i et «feil» sesonghabitat gjennom hele året (dvs. i et habitat som ikke er optimalt for den aktuelle sesongen).

4.2.2 Korridorer og flaskehalser

Figur 4.14 viser estimerte korridorer (bevegelsesruter og flaskehalser) som villrein mest sannsynlig trenger å gå gjennom for å bevege seg mellom gode beiteområder om sommeren og om vinteren. Slike korridorer er viktig for å opprettholde sammenhengen i habitatet, og samtidig sikre bestandens langsiktige overlevelse, tilgang til ulike ressurser og genetisk utveksling.

Merk at modellen er bygget for å forutsi hvilke korridorer villreinen måtte ta dersom de skulle bevege seg blant alle de mest funksjonelle beiteområdene innen Setesdal Ryfylke. Dette betyr at modellen verken kan bekrefte eller avkrefte om reinsdyr faktisk bruke alle disse korridorer i dag, og kan krysse for eksempel Brokke-Suleskardveien om sommeren. Modellen kan imidlertid indikere at hvis reinsdyr som i dag bruker den nordlige delen av veien også skulle benytte

områdene sør for Brokke-Suleskardveien, vil de mest sannsynlig måtte bevege seg gjennom korridorene og flaskehalsen vist i Fig. 4.14.

Figur 4.15 og 4.16 sammenligner de estimerte korridorene med tilgjengelige data om fangstgroper, som vitner om gamle migrasjons- og bevegelsesruter for villrein, og trekkpassasjer identifisert av lokale eksperter innenfor prosessen for Kvalitetsnormen for villrein, Delnorm 3 (Elgaaen et al., 2022).

Fig 4.16 viser både korridorer for sommeren og under migrasjonen i høst. Figuren viser at konnektiviteten om høsten er betydelig høyere enn på sommeren og er også sterkere i det sentrale og vestlige området, vest for Røsskreppfjorden. Dette skyldes lavere trafikk på Brokke-Suleskardveien (650 biler per dag mot cirka 1300 biler per dag), færre turister og andre forstyrrende faktorer, samt at habitat funksjonaliteten er høyere om høsten enn om sommeren.

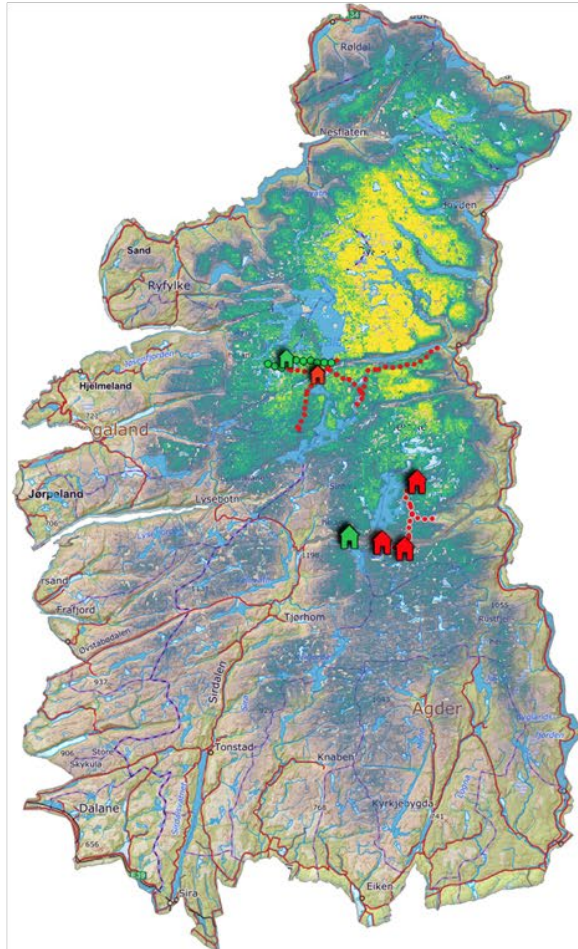
I både sommer og høst viser figuren en betydelig flaskehals vest for Videvad, der topografien tillater passasje, samt omtrent ca. fire mulige korridorer som potensielt kan gjøre det mulig for villrein å krysse Brokke-Suleskardveien på østsiden av Røsskreppfjorden. I tillegg kan to potensielle korridorer være lokalisert lenger vest, i områdene rundt Ramsdalen/Hytteheia og Flogvatnet/Suleskard, selv om det i dag er registrert få GPS-posisjoner nord for dette området. Gamle fangstgroper i disse områdene støtter også antakelsen om historiske trekkruiter for villrein.

Muligheten for at rein skal kunne nærme seg og krysse Brokke-Suleskardveien om sommeren er i dag begrenset av en kombinasjon av forstyrrelser i et bredt nærområde, hovedsakelig som følge av friluftsliv, beitedyr og vannmagasinene, som tiltrekker seg ofte menneskelig aktivitet. Også på grunn av trafikkvolum på veien og trafikkvolum på stier og hytter langs/nær veien, som er derfor lite permeable om sommeren (Fig 4.12).

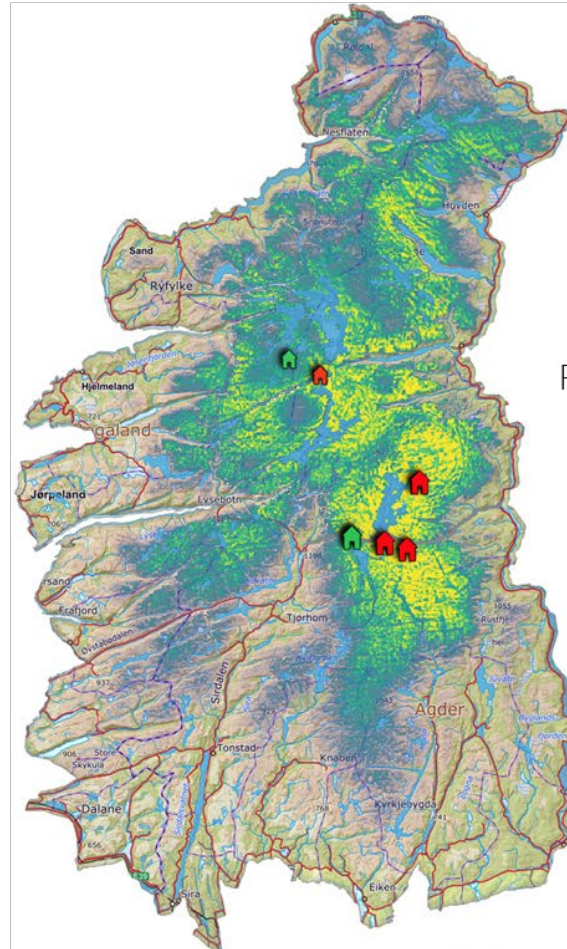
Modellene viser bredere og mer robuste korridorene (brede områder i gult, oransje og rødt) om vinteren, med mange flere bevegelses muligheter for villrein. Dette skyldes at noen veier er stengt, det er relativt mindre friluftaktivitet, det finnes ingen sau på beite og flere islagte vann blir lettere å krysse. Om sommeren er korridorene generelt smalere, med flere flaskehalser og det finnes færre valgmuligheter for trekkruiter enn om vinteren.

FUNKSJONELLE LEVEOMRÅDER

SOMMER



VINTER

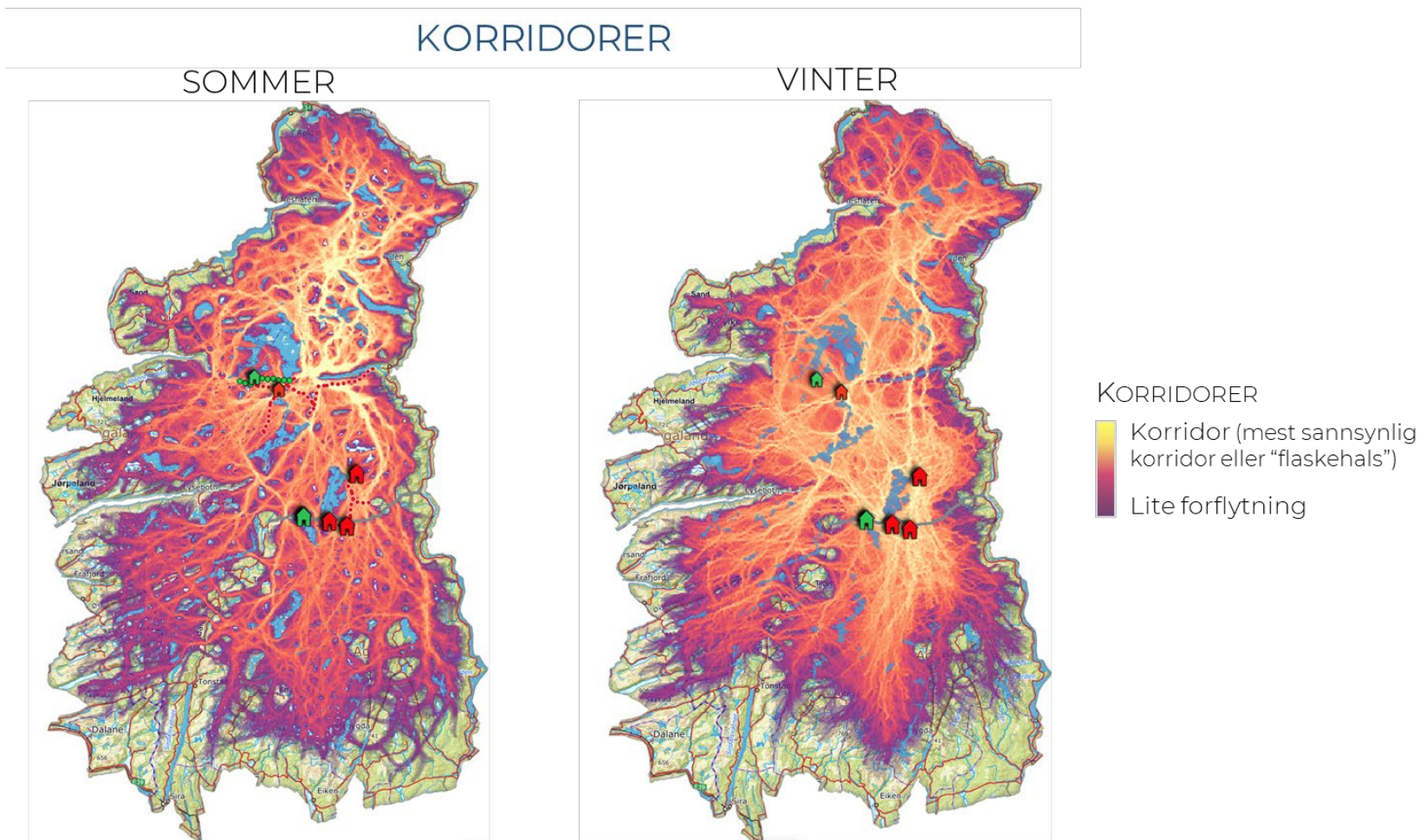


FUNKSJONELLE LEVEOMRÅDER

Mer funksjonell (god kvalitet og lett tilgjengelig)

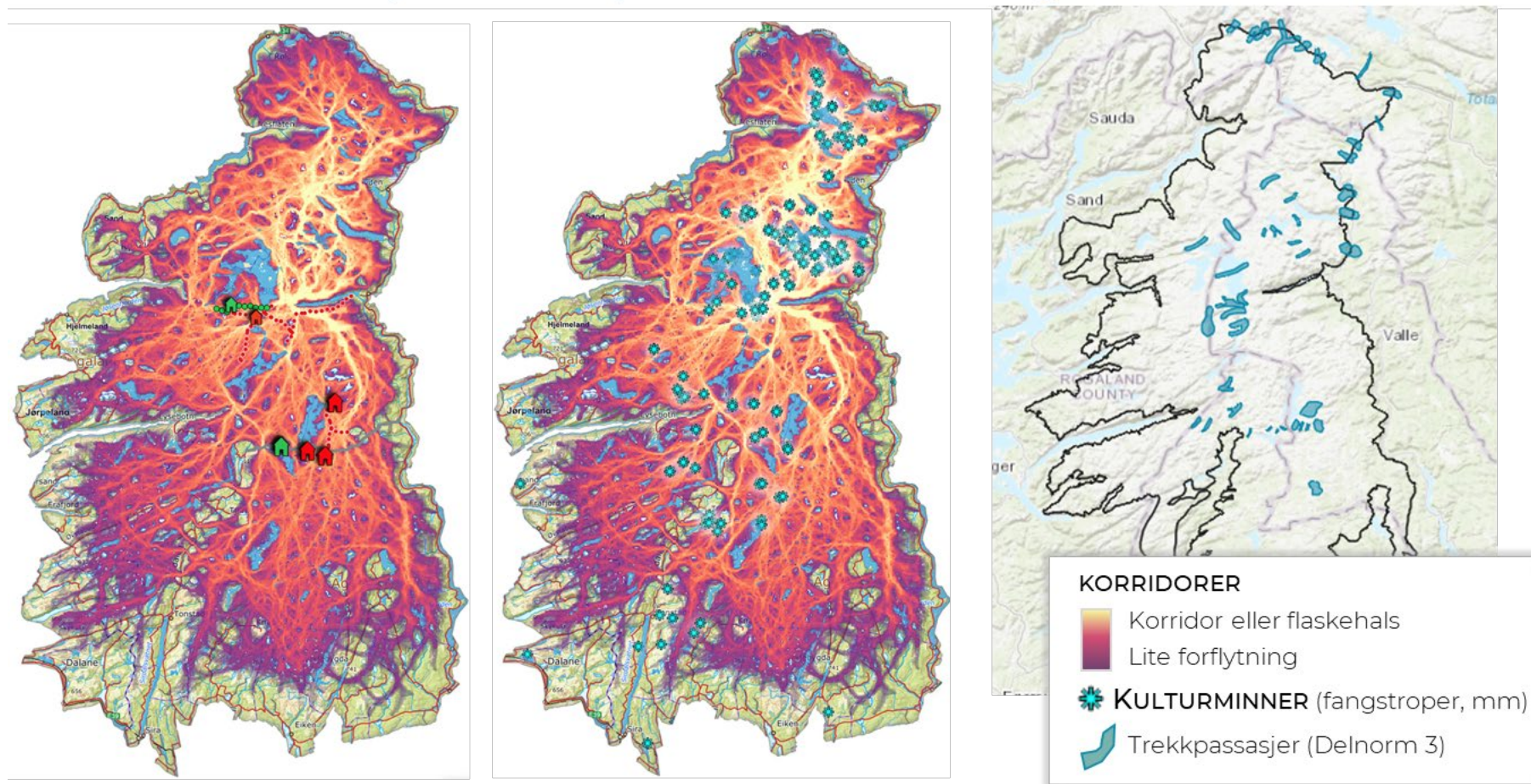
Mindre funksjonell

Figur 4.13 Oversikt over de viktigste og mest funksjonelle leveområdene om sommeren og vinteren, når man ser på hele landskapet i sammenheng fra et reinsdyrperspektiv. Lysere farger indikerer områder som både tilbyr ressurser av høy kvalitet og har lite forstyrrelser, og som samtidig er godt knyttet til andre slike områder, det vil si at de ikke er isolerte, og at reinsdyrene enkelt kan nå dem. Det mest funksjonelle og viktige sommerhabitatet i dag ligger i den nordlige delen av Ryfylke, mens det sentrale vinterhabitatet finnes i den sørlige delen. Kartene er hentet fra Panzacchi et al. 2022a.



Figur 4.14. Oversikt over konnektivitet for villrein i Setesdal Ryfylke om sommeren og vinteren. Figurene viser de mest sannsynlige korridorene og «flaskehalsene» som reinsdyr forventes å bruke dersom de skulle nå alle de funksjonelle leveområdene vist i Fig 4.13 (dette ikke betyr at alle disse korridorer er faktisk brukt i dag). Gode, robuste korridorer (gul-oransje) er brede, slik at villrein kan bevege seg fritt over et bredt område og kan velge mellom flere alternative trekkruer, se f.eks. om vinteren. De mest isolerte lysegule piksler indikerer flaskehals, eller de mest sårbare korridorer. Om sommeren finnes det flere bevegelsesmuligheter vest og nord for Blåsjø, samt en betydelig flaskehals sør for vannmagasinet; færre og svakere bevegelsesruter ser ut til å krysse Brokke–Suleskard-aksen. Merk at konnektivitetsmodeller som vises her kun er utarbeidet innenfor Setesdal Ryfylke, og viser derfor ikke mulige forbindelsesruter mot Hardangervidda eller Setesdal Austhei. Den viser heller ikke konnektivitet i kalvingsperioden. Slike modeller kan utarbeides ved behov. Kartene er fra Panzacchi et al. 2022a.

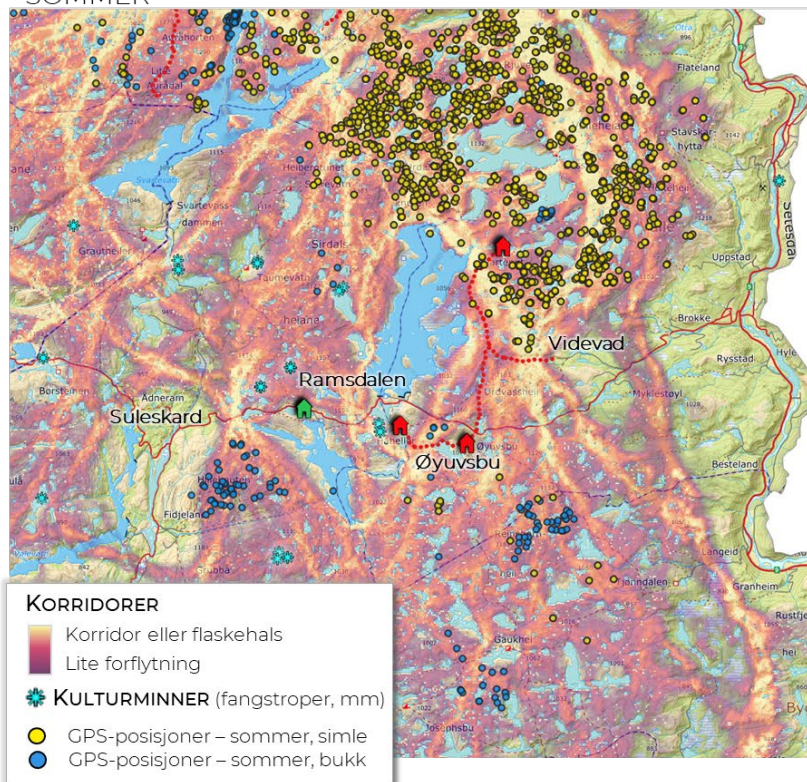
KORRIDORER (MODELLER) vs. FANGSTGROPER og LOKALKUNNSKAP



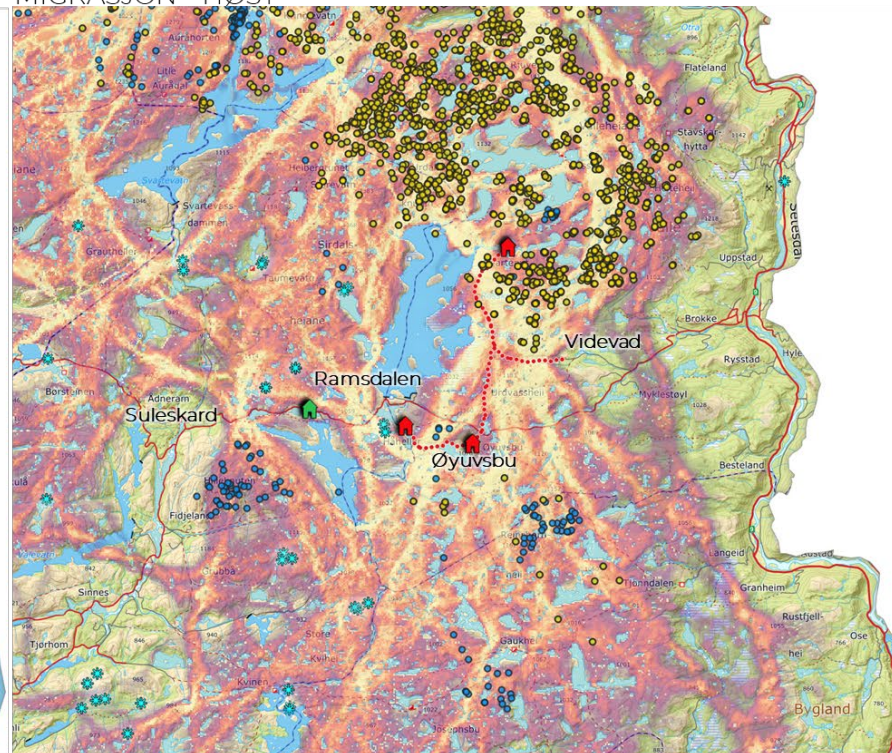
Figur 4.15 Korridorer og «flaskehalser» for villrein estimert ved statistiske modeller om sommeren (venstre) sammenlignes med data om kulturminner, som vitner om tidligere brukte migrasjonskorridorer (dvs. gamle fangstgroper, bågastø, massefangstanlegg osv., sentrum; data fra: Panzacchi et al 2013; Jordhøy et al 2008; Riksantikvaren 2024), og med «trekkpassasjer» identifisert av lokale eksperter innenfor prosessen for Kvalitetsnormen for villrein, Delnorm 3 (høyre; Elgaaen et al., 2022). Det er interessant å sammenligne disse kartene også med historisk kunnskap (Strand et al. 2011), som bekrefter at korridorer mot vest og sør hadde tidligere langt større betydning, men som i dag er sterkt påvirket av forstyrrelsen. Hyttene og stier nevnt i «tiltaksplanene 1 og 2» er markert i rødt (kan muligens fjernes) eller grønt (kan muligens etableres) som referanse.

KORRIDORER vs. GPS DATA og FANGSTGROPER

SOMMER



MIGRASJON - HØST



Figur 4.16 Modellerte korridorer og «flaskehals» for villrein om sommeren (venstre) og under migrasjonen i høst (høyre) sammenlignes med GPS data for simler i Juli-August fra 2006 til i dag (merk at de aller fleste dataene sør for veien er fra bukker), og med data om kulturminner, som vitner om tidligere brukte migrasjonskorridorer (dvs. gamle fangstgroper, bågåstø, massefangstanlegg osv.; data fra: Panzacchi et al 2013; Jordhøy et al 2008; Riksantikvaren 2024).

Figuren viser at konnektiviteten om høsten (702.4 km²) er betydelig høyere enn midt på sommeren, og er også sterkere i det sentrale og vestlige området, også vest for Røsskreppfjorden. Dette skyldes lavere trafikk på Brokke–Suleskardveien (650 biler per dag mot cirka 1300 biler per dag), færre turister og andre forstyrrende faktorer, samt at habitat funksjonaliteten er høyere om høsten enn om sommeren. I både sommer og høst viser figuren en betydelig flaskehals vest for Videvad, der topografien tillater passasje, samt omtrent ca. fire mulige korridorer som potensielt kan gjøre det mulig for villrein å krysse Brokke–Suleskardveien på østsiden av Røsskreppfjorden. I tillegg kan to potensielle korridorer være lokalisert lenger vest, i områdene rundt Ramsdalen/Hytteheia og Flogvatnet/Suleskard, selv om det i dag er registrert få GPS-posisjoner nord for dette området. Gamle fangstgroper i disse områdene støtter også antakelsen om historiske trekkruiter.

5 Scenarioanalyser: resultater og diskusjon

5.1 Scenariobeskrivelse

Oppdragsgiveren ønsker «å få scenarioanalyser av hvordan tre ulike tunnelalternativer (simulert stenging/endring av vei) vil kunne påvirke villreinens bruk av leveområde i Setesdal Ryfylke villreinområde. I tillegg til effekten av at trafikken fjernes eller reduseres vil ferdselen i området endres». Oppdragsgiveren ønsker å få analysert hvordan fravær av trafikk, og endrede «ut-spring» for ferdsel påvirker villreinens bruk av området ved at 1) overliggende vei fjernes, og 2) overliggende vei omgjøres til turvei, og under følgende scenarier: a) dagens situasjon med løypenett og b) fjerning av stier/løyper som foreslått i Tiltaksplan for villrein for Setesdal Ryfylke og Setesdal Austhei (gruppe 1 og 2 som vist i [Kap. 1.4, Fig. 1.3, Tab. 1]). Se detaljert beskrivelsen av problemforståelsen og løsningsforslag fra oppdragsgiver i Kap. 1.4.1.

Basert på dette har NINA utviklet en formell representasjon av scenariene for å kunne gjennomføre scenarioanalysene (Tab 5.1), samt en visuell syntese i Fig. 5.1 og 5.2.

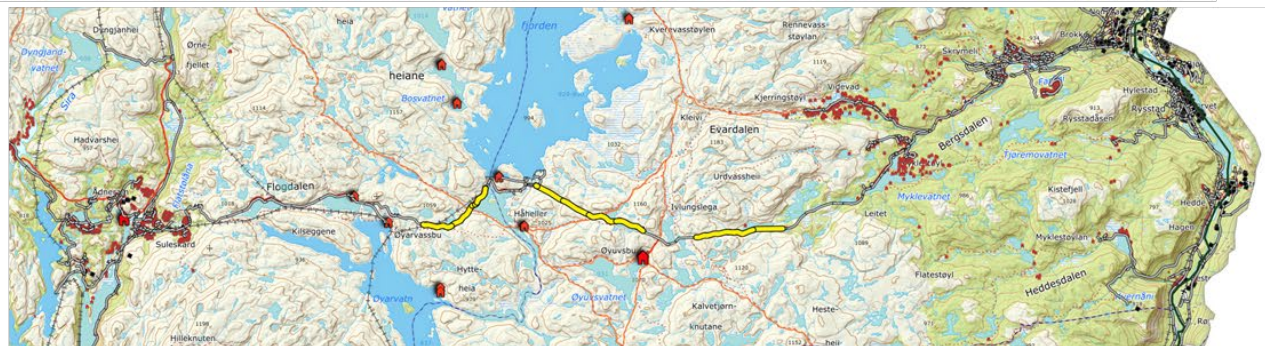
Kort fortalt, har vi simulert tre kombinasjoner av tunnelalternativer, samt flere scenarier for mulige løsninger for den overliggende veien. Hver kombinasjon ble testet mot tre ulike «Referansescenarier¹»: dagens situasjon (TP0, dvs. med ingen andre «tiltaksplaner» ift. tiltaksplaner for Setesdal Ryfylke), med «tiltaksplan 1» (TP1, dvs. dagens situasjon samt tiltakene foreslått i Øyuvsbu området), og med «tiltaksplan 1+2» (TP12, dvs. dagens situasjon samt tiltakene foreslått i Øyuvsbu området og tiltakene foreslått i Storsteinhytta området). Til slutt ble hver kombinasjon av scenarier analysert for sommeren og for migrasjonsperioden om høsten:

- **Hovedscenarier - tunell:**
 - Bygning av 17 km tunell
 - Bygning av 11 km tunell
 - Bygning av 9 km tunell, delt i 3 segmenter
- **Hovedscenarier – eksisterende overliggende vei:**
 - Som i dag (dagens trafikk: omtrent 1300 bil/dag om sommeren, 650 i høst)
 - Trafikken reduseres gradvis, fra dagens trafikkmengde til null, dvs. veien fjernes
 - Omgjøres til "privatvei" for både trafikk- og friluftslivsformål, dvs. vei med parkeringsplasser, startpunkt for stier, skiløyper, camping, jakt, fisketurer osv. Merk: dette scenariet vil kun bli diskutert, ettersom mengden forstyrrelser må defineres mer presist før effekten kan testes analytisk
 - Omgjøres til turvei. Merk: dette scenariet vil kun bli diskutert, ettersom plasseringen av stier og forventet turistvolum må defineres mer presist før effekten kan testes analytisk
- **Referansescenarier¹:**
 - Som i dag (merk: med lite trafikk på veien i Store Urar)
 - Tiltaksplan 1: omplassering av Øyuvsbu hytta og tilhørende stier (Kap. 1.4, Tab. 1)
 - Tiltaksplan 1+2: som TP1, samt omplassering av Storsteinhytta hytta og stier
 - Sommer og sommer–vinter migrasjon

¹Referansescenarier er grunnlagsscenarioer som beskriver dagens situasjon eller en forventet framtidig situasjon. Det brukes som sammenligningsgrunnlag for å kunne vurdere effekten av ulike endringer eller tiltak i scenarioanalyser. Endringer forårsaket av tunnelalternativene vil bli testet opp mot hver av disse referansescenariene (Kap. 1.4, Tab. 1).

HOVEDSCENARIER: TRE ULIKE TUNNELALTERNATIVER

9 km tunnel



11 km tunnel

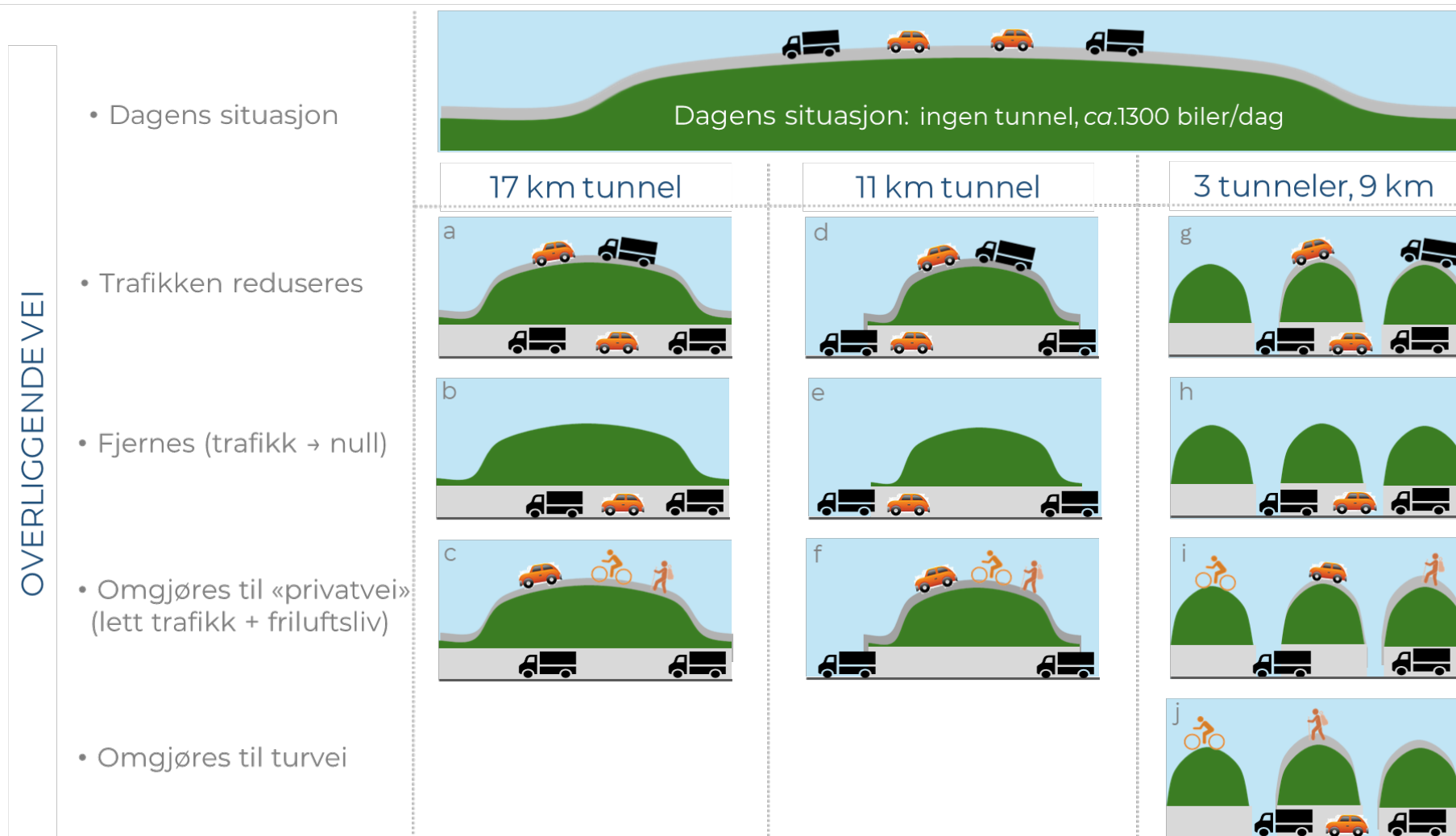


17 km tunnel



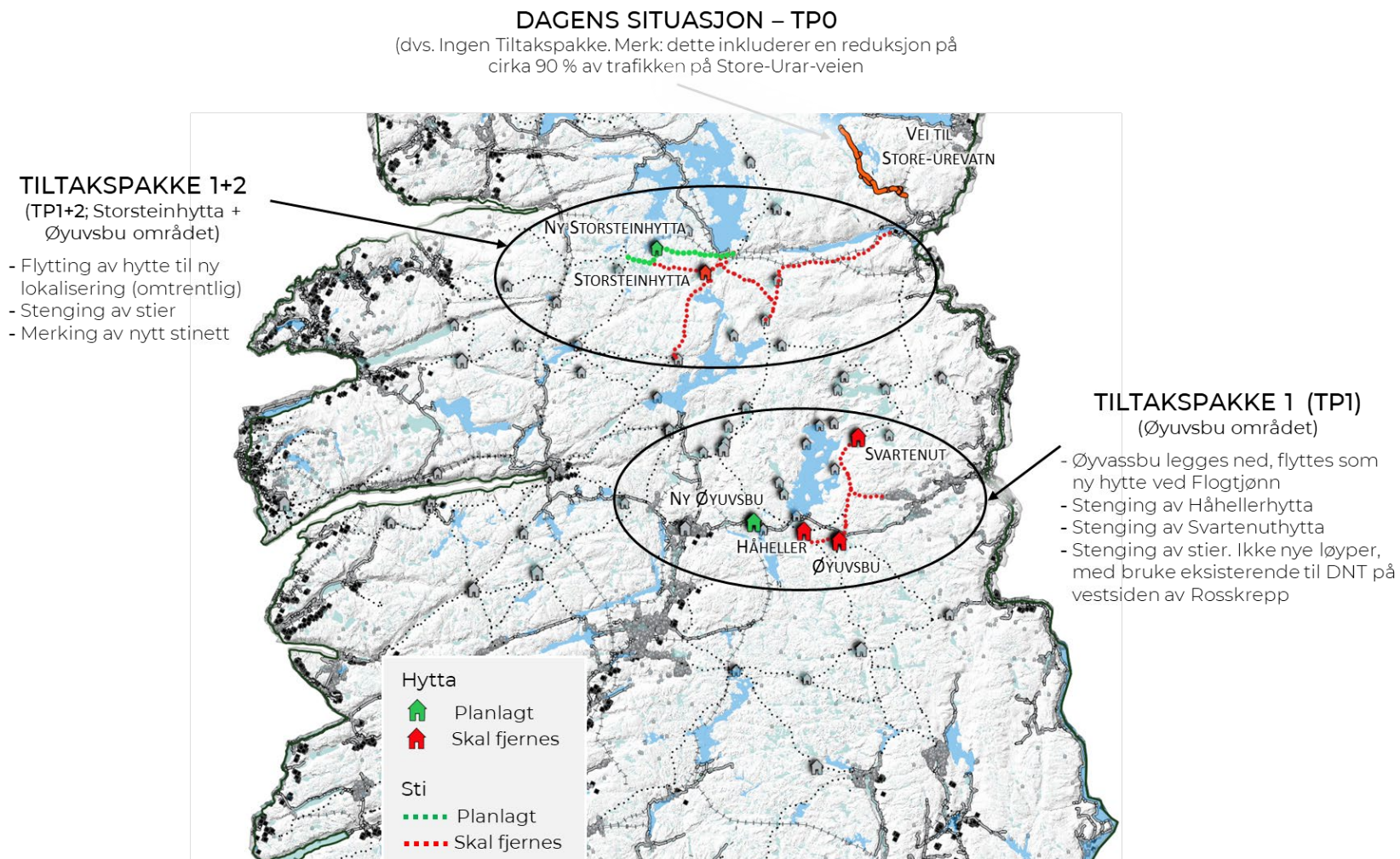
Figur 5.1. Tre ulike tunnelalternativer som vurderes i Brokke-Suleskardveien (gult): 17 km, 11 km eller 9 km tunnel delt i tre segmenter.

SCENARIO OVERSIKT: kombinasjon av 3 tunnelalternativer og mulige løsninger for overliggende vei



Figur 5.2. Scenario oversikt: Kombinasjon av tre ulike tunnelalternativer (17 km, 11 km eller 9 km tunnel i tre segmenter se Fig 5.1) og mulige løsninger for den eksisterende overliggende veien. Hver kombinasjon ble testet mot tre ulike referansescenarier: dagens situasjon, med «tiltatspakke 1» fra Tiltaksplaner og med «tiltatspakke 1+2» (beskrevet i Kap. 1.4.1, Tab.1). Til slutt ble scenarier analysert for sommeren og for migrasjonsperioden om høsten.

EFFEKTEN AV TUNNELER VURDERES I FORHOLD TIL TRE REFERANSESCENARIER



Figur 5.3 Effekten av tunneler vurderes med tre referansescenarier, som brukes som sammenligningsgrunnlag for å kunne vurdere effekten av ulike tiltak i scenarioanalyser. Endringer forårsaket av tunnelalternativene er testet opp mot hver av disse referansescenariene.

5.2 Effekt av hovedveier vs. mindre veier: ulik bruk og ulik påvirkning på villrein

For enkelthets skyld estimerer andre generasjonsmodeller (Panzacchi et al. 2022a) effekten av to kategorier veier på GPS-merkede simler i Norge: hovedveier og mindre veier (Fig. 5.4).

Hovedveier (Europavei, riksvei, fylkesvei, kommunevei) har høyere trafikkmengde fra motoriserte kjøretøy og brukes primært til transport. Disse veiene kan også brukes til andre formål, spesielt der trafikkmengden reduseres og på strekninger med særlig interesse for turisme. De fleste større veier ligger i randsonen og avgrenser villreinområder, mens få går tvers gjennom villreinområdene – Brokke-Suleskardveien er en av disse.

Mindre veier (privat veg og skogsbilveg) har lavere trafikkmengde fra motoriserte kjøretøy, men brukes ofte til rekreasjonsformål, særlig i områder av interesse for turisme, sykling, fotturer, ridning og som utgangspunkt for andre friluftaktiviteter. Private veier har ofte parkeringsplasser og leder til hytter, turmål eller boområder.

Modellene (Panzacchi et al 2022a) estimerer både likheter og noen forskjeller i effekten av større og mindre veier på reinsdyr. Alle veityper reduserer både habitatkvalitet og permeabilitet for villreinsbevegelser, men influenssonen er i gjennomsnitt mindre for offentlige veier enn for mindre veier, som beskrevet her:

- **Barriereeffekt:** modeller estimerer at *alle veityper til en viss grad reduserer permeabiliteten og utgjør hindringer eller barrierer* for villreinsbevegelser. De største veiene har ofte også gjerder, jernbaner, kraftlinjer og forbinder tettsteder, noe som ytterligere forsterker barriereeffekten. Barriereeffekten varierer imidlertid mellom veier. Vi estimerte f.eks. at i Rondane ble villreinens bevegelser i gjennomsnitt redusert med 68,6 % sammenlignet med den forventede bevegelsesraten uten vei. Variasjonen var imidlertid betydelig, og strakte seg fra 3,5 % til 99,5 % (dvs. tilnærmet fullstendig barriere), avhengig av den enkelte vei – sannsynligvis relatert til veienes posisjon, brukstype og trafikkmengde (Beyer et al 2016).
- **Habitatforringelse / unngåelse:** modeller estimerer at *villrein har en tendens til å unngå til en viss grad området rundt alle veityper*. Men, *influensområdet*, det vil si avstanden hvor effekten kan påvises, eller hvor stort omkringliggende område villrein har en tendens til å unngå (Kap. 2.1, Fig 3.1) , *er i gjennomsnitt mindre for offentlige veier enn for private veier*. Andre generasjonsmodeller estimerer at en typisk offentlig vei har en influenssone som stopper omtrent 1 km fra veien, mens effekten av private veier kan påvises helt opp til 5 km (Panzacchi et al 2022; Beyer et al 2016). Med andre ord er områdene i nærheten av mindre veier, og med større tetthet av mindre veier, unngått fra en større avstand sammenlignet med områder i nærheten av større veier. Dette er sannsynligvis fordi mindre veier brukes oftere til rekreasjonsformål og som utgangspunkt for aktiviteter som starter fra selve veien (teltturer, bærplukking, fiske og jakt, hund, sykling osv.) sammenlignet med hovedveier.

Derfor beregner scenarioanalyser at erstatning av en gjennomsnittlig større vei (med høyere trafikkvolum og primært brukt til transport) med en gjennomsnittlig mindre vei (med lavere biltrafikk, men høyere sannsynlighet for bruk til rekreasjonsformål), kan faktisk ha en negativ effekt på villrein. Med andre ord viser modeller at effekten er sterk avhengig av hvordan denne overliggende veien vil bli brukt, det vil si forventet biltrafikk samt forventet bruk til rekreasjonsformål.

Dersom dagens Brokke-Suleskardvei kan betraktes som en gjennomsnittlig hovedvei med hovedsakelig transportformål, og erstattes med en tunnel og en gjennomsnittlig flerbruksvei på toppen, estimerer scenarioanalyser at *mengden funksjonelt habitat faktisk kan reduseres*, avhengig av typen og omfanget av forstyrrelser knyttet til den overliggende veien.

Dette resultatet reflekterer den kumulative effekten av veien i tillegg til alle eksisterende forstyrrelseskilder i området (nettverk av stier, DNT-hytter, vannkraft, beitedyr osv.), som reduserer funksjonaliteten til området rundt veien (Kap. 4), samt «attraktiviteten» til områdene sør for veien. Derfor, selv om erstatning av en større vei med en mindre vei kunne redusere barriereeffekten, vil villreinens motivasjon for å krysse veien fortsatt være relativt lav, gitt at

funksjonaliteten til området sør for veien om sommeren er lavere sammenlignet med området nord for veien, på grunn av eksisterende forstyrrelsesfaktorer i sør. Det er sannsynlig at disse modellene undervurderer den nåværende barriereeffekten av eksisterende Brokke-Suleskardvei, ettersom de ikke inkluderer informasjon om den faktiske forstyrrelsen knyttet til parkeringsplasser, turistvolum og rekreasjonsbruk av områdene rundt veien.

Likevel bør det tas i betraktning at Brokke-Suleskardveien i dag er ganske unik i villreimområdene, fordi det er en fylkesvei med middels høy biltrafikk om sommeren, men samtidig brukes den også i betydelig grad til flere rekreasjonsaktiviteter og som utgangspunkt for turer i nærliggende områder, ettersom den er omgitt av flere populære turistdestinasjoner. Flere websider inviterer til å «*ta livet med ro, stoppe opp og se deg rundt*» (<https://suleskarvegen.no/>).

Når det er sagt, vil vi minne om at disse resultatene er basert på *gjennomsnittlige* estimater av villreinens respons på alle private og offentlige veier i de største villreinområdene i Norge, slik det er modellert i andre generasjonsmodeller (Panzacchi et al 2022).

Det kan være at disse modellene *undervurderer* både den nåværende barriereeffekten og effekten av habitattap forårsaket av den eksisterende Brokke-Suleskardveien, ettersom de ikke inkluderer informasjon om den faktiske forstyrrelsen knyttet til parkeringsplasser, turistvolum og rekreasjonsbruk av områdene rundt veien. Samtidig er det forventede omfanget av parkeringsplasser, turistvolum og rekreasjonsbruk i områdene rundt den planlagte overliggende veien ennå ikke kjent, så det er vanskelig å komme med mer presise prediksjoner.

Siden trafikkdata er tilgjengelig for Brokke-Suleskardveien, ønsket vi å undersøke effekten av en mulig reduksjon i trafikkmengden på villrein litt nærmere (kap. 5.3).

Mer spesifikke analyser av permeabiliteten for denne konkrete veistrekningen kan gjennomføres ved behov, basert på mer detaljert informasjon om parkeringsplasser og ulike typer aktiviteter i områdene rundt veien. For overordnet statistikk over veikryssinger hos GPS-merket villrein, se Kap. 5.4.



Figur 5.4 Eksempler av en fylkesvei, venstre, og en mindre vei, høyre (Foto: [Wikipedia](#), [Peter Fiskerstrand](#) og [Nasjonalparkriket](#))



Figur 5.5 Bilder av Brokke-Suleskard fylkesvei 450 (bilder, fra øverst til høyre til nederst til venstre: Wikipedia, TMbux; Zairon; [Luke Tennant - Brykjedalstunet](#); [Tor Erik Schröder / NTB - Aftenbladet](#)).

5.3 Effekt av å redusere biltrafikk på den overliggende veien

Her har vi brukt tredjegenasjonsmodellene, som beregner effekten av trafikkvolum på villrein. Vi brukte spesifikke data om trafikkmengde på Brokke-Suleskardveien, og vurderte effekten av å redusere trafikken på den overliggende veien (fra dagens estimat: 1300 biler/dag om sommeren, og 650 biler/dag om høst - til null, altså ingen vei) ved å integrere disse estimatene i våre andregenerasjonsmodeller.

Som forventet, viser modellene at *sannsynligheten for å krysse veien, samt mengden tapt habitat som kan tas i bruk igjen, øker når biltrafikken reduseres*. Spørsmålet er «Hvor mye må trafikken reduseres på den overliggende veien for at vi skal kunne oppnå en tilstrekkelig effekt?» Et presist svar vil kreve flere analyser av bevegelsesmønstre hos GPS-merket villrein i området, samt trafikkmengden og forstyrrelsen på den aktuelle veien. Dette faller utenfor rammen av dette relativt begrensede prosjektet. Likevel har vi gjennomført noen analyser av både GPS-data (kap. 5.4) og trafikkmengde, basert på hver av følgende to antakelser:

- Lineært effekt - barriereeffekten av veien for villrein øker lineært med trafikk (jo mer trafikk, jo mer barriereeffekt for villrein)
- Logaritmisk effekt - jo mer trafikk, jo mer barriereeffekt, men effekten flater ut ved høyere trafikkvolum (barriereeffekten *ikke* øker lineært med trafikk).

Siden det er *ukjent hvor mye trafikk det vil være* på den overliggende veien, vi har simulert hva som ville skje ved *gradvis redusert trafikkmengde* fra dagens situasjon (ca. 1300 biler per dag om sommeren) til null trafikk (dvs. at den overliggende veien er stengt).

Simuleringsanalyser viser at hvis trafikken forblir like høy som i dag (1300 biler/dag) da er det selvfølgelig ingen vits i å bygge en tunnel. For at en tunnel skal ha effekt, må trafikken på veien

over reduseres *betydelig*. Hvor mye trafikken bør reduseres avhenger av villreinens respons på reduksjon i trafikkvolum på Brokke–Suleskardveien.

Hvis responsen er *lineær* (jo mindre trafikk, jo mindre barriereeffekt for villrein), kan man f.eks. estimere at en 17-km lang tunnel med en privat vei på toppen med lav trafikkmengde (< 500 biler per dag om sommeren, og ingen andre forstyrrelseskilder knyttet til veien) kan ha omtrent samme effekt som en 9-km lang tunnel uten overliggende vei (Fig. 5.6, øvre panel, Fig 5.11).

Selv om dette prosjektet ikke var ment å utvikle analyser av villreinens respons på trafikkvolum, en foreløpig analyse av GPS-data (Kap. 5.4) støtter hypotesen om at villreinens respons på trafikk på Fv. 450 er *ikke lineær*. Dette betyr at effekten av å redusere trafikken «akselererer». For eksempel, effekten av å redusere trafikken fra 400 til 100 biler per dag er mye større enn effekten å redusere trafikken fra 1000 til 800 biler per dag nettopp fordi effekten av trafikk er ikke proporsjonal, slikt at store forbedringer skjer når trafikken er lav og reduseres ytterligere. Dette betyr at for at en tunnel skal ha effekt, *må trafikken på overliggendeveien reduseres enda mer betydelig* enn antatt ved et lineær respons, *eller, i beste fall, veien stenges* (Fig. 5.6; Fig 5.11).

Effekten er svært lik om sommeren og under sommer-vinter migrasjonsperioden, men utvikler seg raskere i migrasjonsperioden, ettersom antall biler per dag er lavere om høsten (650 mot 1300 om sommeren). Den totale habitatgevinsten er imidlertid tydeligere om sommeren enn om høsten, ettersom når barriereeffekten reduseres om høsten. Noen reinsdyr begynner å krysse veien allerede i oktober, og veien stenger uansett 1. november.

5.4 GPS-data analyse: kryssing av Brokke–Suleskardveien

Her presenterer vi resultatene fra noen enkle analyser av GPS-data og trajektorier (dvs. steg mellom påfølgende posisjoner) fra simler, for å vise dagens bruksmønstre i områdene rundt veien og bevegelsesmønstre på tvers av veien i fra 2009 til i dag.

Figurene 5.7, 5.8 og 5.9 viser at veien ser ut til å ha en tydelig effekt på villreinens bevegelser. Når veien er åpen om sommeren, krysser praktisk talt ingen simler veien, og nesten alle holder seg nord for den. Når høsten nærmer seg, i slutten av oktober, krysser flere simler veien, noen ganger allerede før veien stenger 1. november. Figurene indikerer imidlertid *at dette ikke er en migrasjon fra nord til sør av veien*, men at reinsdyrene krysser området frem og tilbake flere ganger. Med andre ord: *de oppholder seg i området og bruker det aktivt*, sannsynligvis for beiting, i stedet for å vandre sørover én vei. Man kan derfor konkludere med at *en tidligere stenging av veien om høsten vil kunne bidra til å gi tilgang til et beiteområde som disse simlene ser ut til å ha behov for, og som de forsøker å nå så snart som mulig på høsten*.

Etter å ha tilbrakt vintermånedene i området sør for veien, *krysser reinsdyrene tilbake lenge før veien åpner om våren 21. mai*. Innen 20. april er praktisk talt alle simlene tilbake nord for FV 450.

Det ville ha vært interessant å undersøke hva som får villrein til å trekke nordover lenge før veien åpner om våren, ettersom modellene viser at det finnes egnet kalvings habitat sør for veien. Det kunne også vært relevant å undersøke evt. påvirkningen fra *menneskelig aktivitet i vinterferien/påsken/tidlig vår*, og evt. forstyrrelser knyttet til *brøyting av veien*, som er et nokså spektakulært syn. I tillegg ville det være interessant å utforske hypotesen om at reinsdyrene trekker nordover for å kalve på grunn av manglende sammenheng mellom et mulig kalvingsområde sør for veien og sommerområdet nord for den.

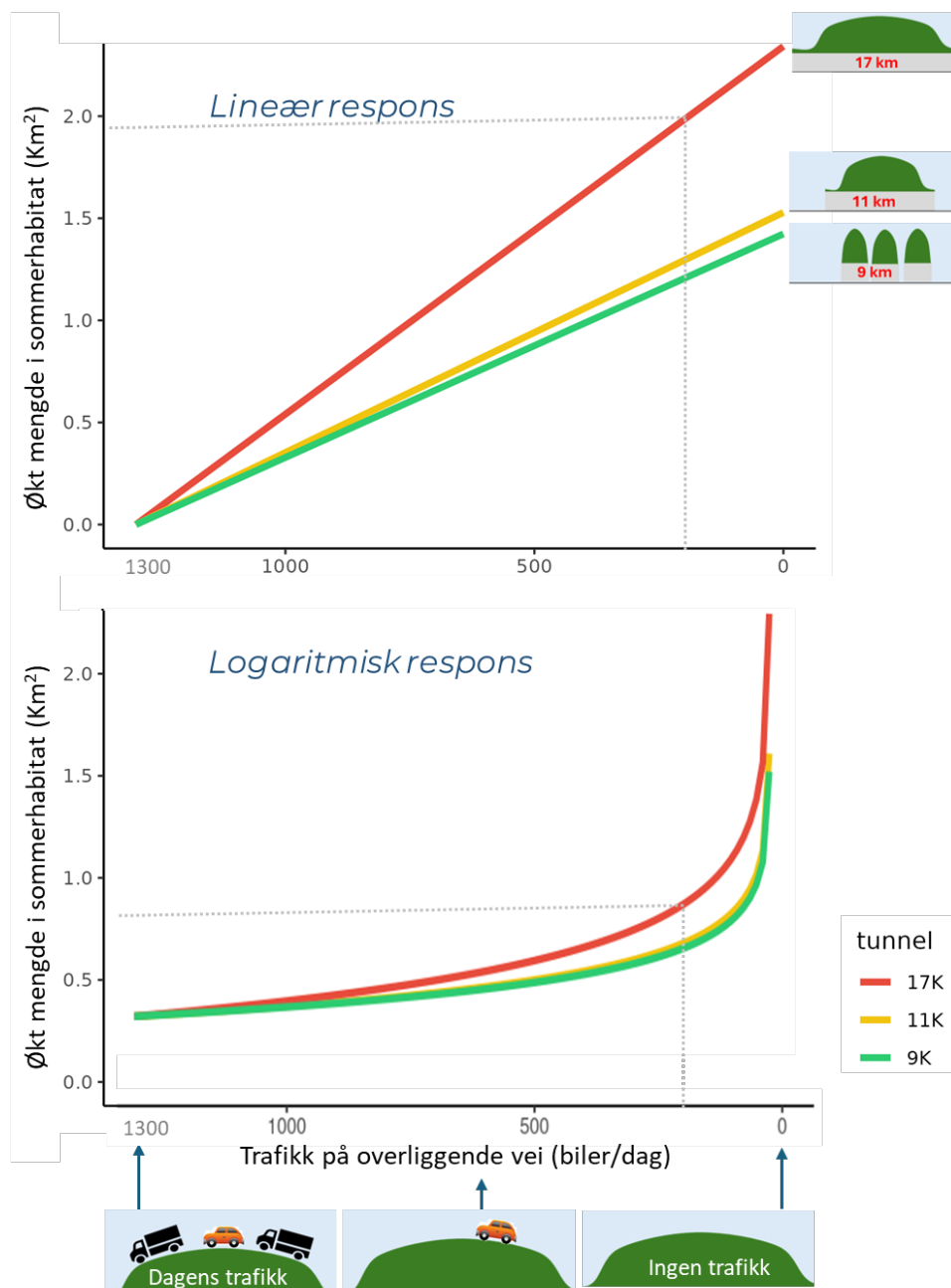
5.5 Effekt av andre tiltak vurdert i Tiltaksplanene

Resultatene er klare: *effekten av å bygge en tunnel er betydelig større ved samtidig implementering av Tiltakspakke 1 (fjerning av Øyvassbu og tilknyttende stier), og enda bedre med tiltakspakke 1+2 (Øyvassbu + Storsteinhytta)*. Dette gjelder for alle antakelser, altså både at villrein responderer lineært eller ikke lineært på reduksjon i trafikk (Fig. 5.11 og 5.12). Dette skyldes at de fleste GPS-merkede simlene i dag oppholder seg nord for Brokke–Suleskardveien om sommeren, og de fleste GPS-posisjonene ligger nord for Videvad, mer enn ca. 5 km fra veien. Derfor vil *bygging av en tunnel og en reduksjon i veiens barriereeffekt bare ha begrenset effekt dersom villreinen fortsatt unngår det omtrent 5 km brede beltet i nærheten*

av veien. I denne sammenhengen vil Tiltakspakke 1 være svært verdifull, ettersom den kan øke attraktiviteten og funksjonaliteten i nærområdene til veien.

I tillegg er den største nåværende flaskehalsen som fragmenterer Setesdal-Ryfylke villreinområdet om sommeren lokalisert sør for Blåsjø. Tiltakspakke 2 vil derfor også kunne ha stor betydning ved å legge til rette for at villrein i større grad bruker områdene nær Brokke–Suleskardveien.

EFFEKT AV Å REDUSERE BILTRAFIKKEN PÅ OVERLIGGENDE VEI



Figur 5.6 Effekten av å redusere biltrafikken på den overliggende veien, fra dagens trafikkvolum (1300 biler / dag, sommeren) til null (stenging av veien), på økt tilgang til sommerhabitat, uten andre tiltak (TP0). Figuren viser to mulige responser hos villrein: lineær (jo mindre trafikk, desto mindre barriereeffekt; øverst), eller ikke lineær (jo mer trafikk, desto større barriereeffekt, men effekten flater ut ved høyere trafikkvolum; nederst). Foreløpige analyser av GPS-data (Kap. 5.3) støtter hypotesen om en ikke-lineær respons, noe som betyr at for å oppnå en betydelig positiv effekt av å bygge en tunell, bør trafikken på den overliggende veien reduseres kraftig, eller veien stenges helt.

5.6 Effekt av å omgjøre veien til sti

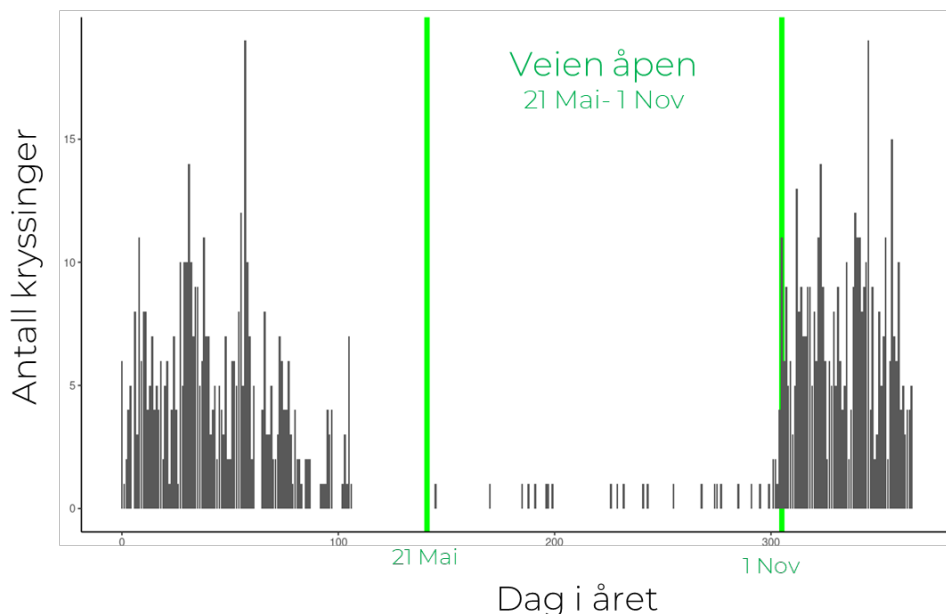
Det er blitt foreslått å bygge en tunnel og erstatte den eksisterende Brokke-Suleskardveien med en sti. Imidlertid er det foreløpig ikke angitt konkrete detaljer om stiens trasé eller forventet turistvolum, informasjon som er helt avgjørende for å kunne vurdere analytisk en slik løsnings effekt på villrein og habitatbruk. Oppdragsgiver har åpenbart ikke hatt som intensjon å øke den totale turistmengden i området ved å etablere en ny, langtursti, noe som ville innebære en dobling eller en betydelig økning i antall turister sammenlignet med dagens situasjon. Det er mer sannsynlig at hensikten er å utarbeide en ny helhetlig plan for turisme i området, med et mål om å fordele det eksisterende turistvolumet til andre områder. Det var imidlertid ikke rom for dette innenfor rammen av dette prosjektet, og derfor kunne ingen presis analyse gjennomføres. Vi har likevel gjennomført foreløpige analyser som viser følgende.

Påvirkningen av en vei (teknisk sett: effektstørrelsen, Kap. 3, Fig 3.1) *er større enn virkningen av en tursti*. Med andre ord: en villrein vil foretrekke å være svært nær en sti fremfor å være svært nær en vei. Samtidig er effekten av stier *mer diffus i landskapet: området som påvirkes av stier (teknisk: influenssonen) er i gjennomsnitt større, omtrent 2,5 km, enn området som påvirkes av en offentlig vei, som er rundt 1 km*. Dette avhenger imidlertid av både turistvolum og biltrafikk. Både andre- og tredjegenasjonsmodellene er enige om dette. Det er sannsynlig at dette skyldes at turgåere vanligvis benytter områder både på og utenfor stiene, og bruker stiene som utgangspunkt for aktiviteter som jakt, fiske, camping, bærplukking og annen friluftaktivitet.

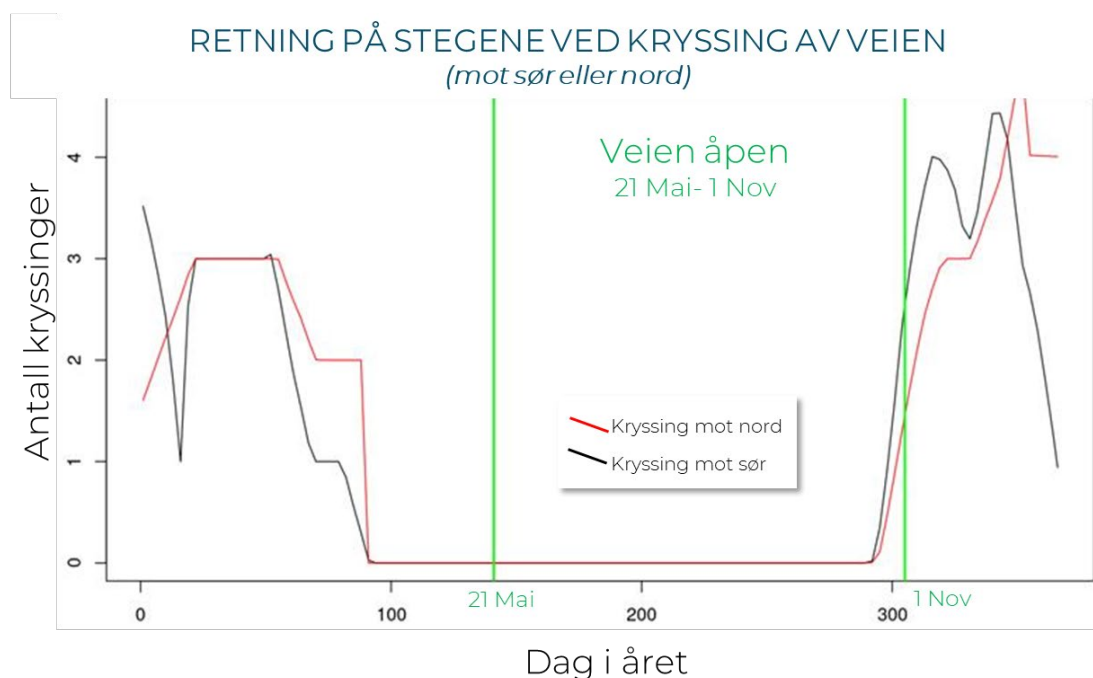
Simuleringene viser derfor at *habitatkvaliteten* i Setesdal Ryfylke øker når man fjerner den eksisterende veien, men *reduseres dersom man erstatter veien med en sti med relativt høy bruk* (vi brukte et turistvolum tilsvarende det som er registrert på andre stier i området). På den annen side *er en sti langt mer gjennomtrengelig enn en vei*, og effekten på konektivitet er *fortsatt positiv når en offentlig vei erstattes med en sti* – selv om dette selvfølgelig avhenger både av biltrafikken som fjernes og av turistvolumet på stien.

Avslutningsvis avhenger effekten av å erstatte en vei med en sti i stor grad av en helhetlig plan for hvordan turisttrafikken skal omfordeles i området, samt av det totale turistvolumet. Begge disse faktorene er per i dag ikke fastsatt.

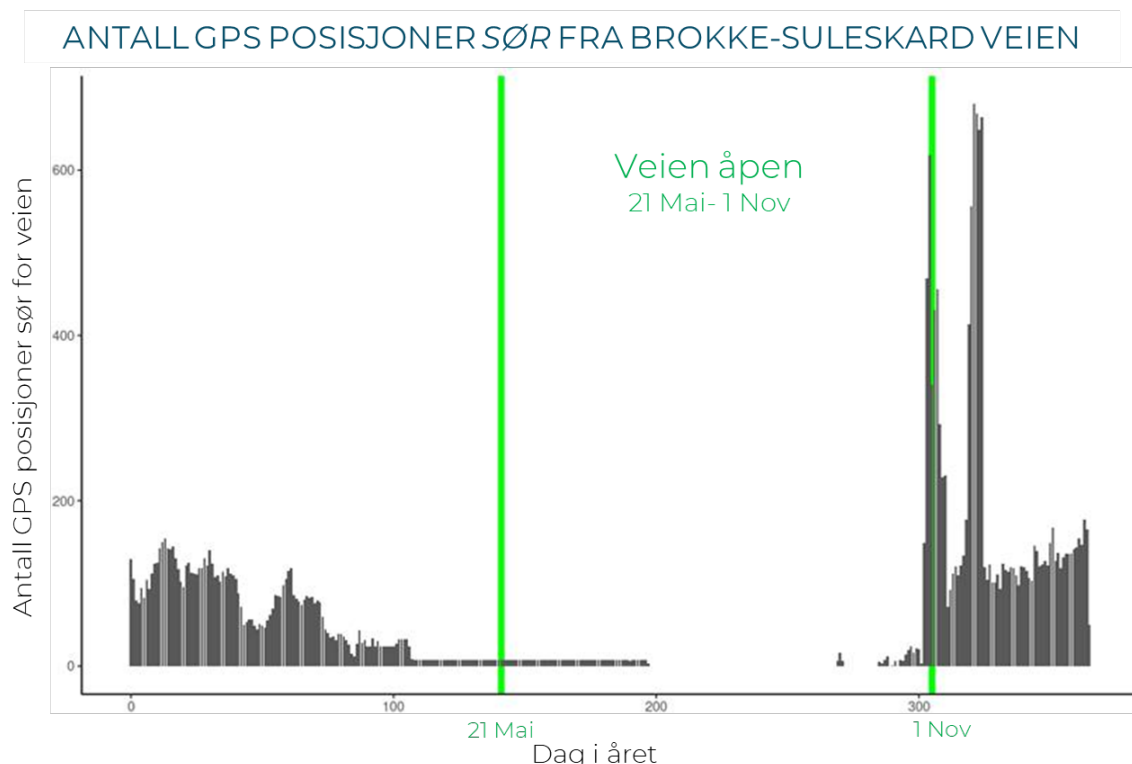
KRYSSINGER AV BROKKE-SULESKARD-VEIEN GJENNOM ÅRET



Figur 5.7 Figuren viser antall steg (dvs. linjer mellom to påfølgende GPS-posisjoner for simler, samlet inn fra 2009 til i dag) som krysser Brokke-Suleskardveien, fordelt på årets dager, fra 1. januar (venstre) til 31. desember (dag nr. 365, høyre). De grønne linjene markerer perioden mellom 21. mai og 1. november, da veien er åpen. Figuren viser at alle simler krysser veien før april, altså lenge før veien åpner om våren. Svært få kryssinger (totalt 31) er registrert i perioden veien er åpen, og de fleste i oktober, rett før veien stenges. Man kan konkludere med at en tidligere stenging av veien i oktober kan bidra til at villrein tar området i bruk tidligere.



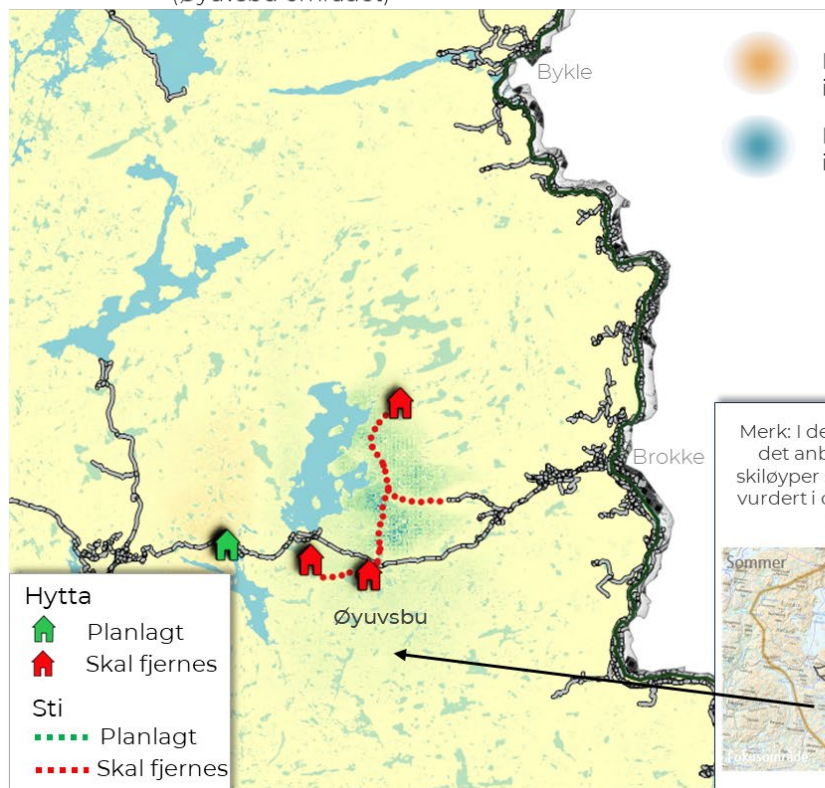
Figur 5.8 Figuren viser retningen på stegene (dvs. linjer mellom to påfølgende GPS-posisjoner for simler, samlet inn fra 2009 til i dag) som krysser Brokke–Suleskardveien, det vil si fra nord til sør eller omvendt, fordelt på årets dager, fra 1. januar (venstre) til 31. desember (dag nr. 365, høyre). De grønne linjene markerer perioden mellom 21. mai og 1. november, da veien er åpen. Figuren viser at de aller fleste villrein unngår å krysse området mens veien er åpen, og at når veien stenges, krysser de både mot nord og sør. Dette tyder på at de bruker områdene rundt veien aktivt, fremfor å krysse veien én gang for å nå et beiteområde lenger sør.



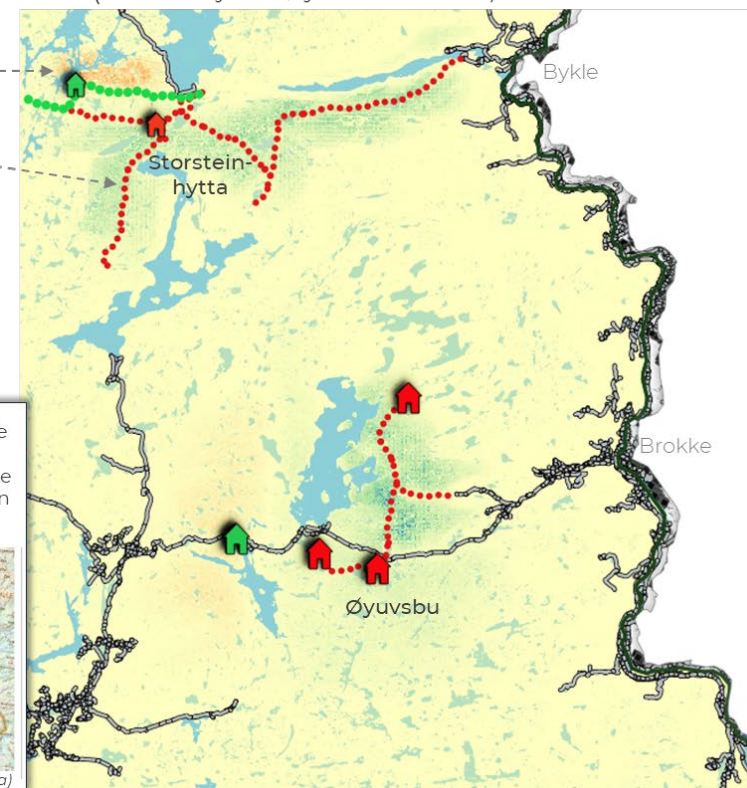
Figur 5.9 viser antall GPS-posisjoner for simler, fra 2009 til i dag, sør for Brokke–Suleskardveien, fordelt på årets dager, fra 1. januar (venstre) til 31. desember (dag nr. 365, høyre). De grønne linjene markerer perioden mellom 21. mai og 1. november, da veien er åpen. Figuren viser at når veien er åpen, befinner de aller fleste simlene seg nord for veien. Om høsten begynner reinsdyrene å krysse veien mot sør litt før den stenges for vinteren (trafikken er ca. 50-100 bil/dag i denne perioden. Men vi har ikke sjekket trafikken på de nøyaktige dagene da kryssingene fant sted). Deretter bruker simlene aktivt området rundt veien og krysser frem og tilbake. Før 20. april har alle simlene flyttet seg nordover for kalving, med unntak av én simle i 2014.

FORVENTEDE ENDRINGER I EGNET HABITAT VED GJENNOMFØRING AV TP1 OG TP2

• TILTAKSPAKKE 1 (Øyuvsbu området)



• TILTAKSPAKKE 1+2 (Storsteinhytta + Øyuvsbu området)



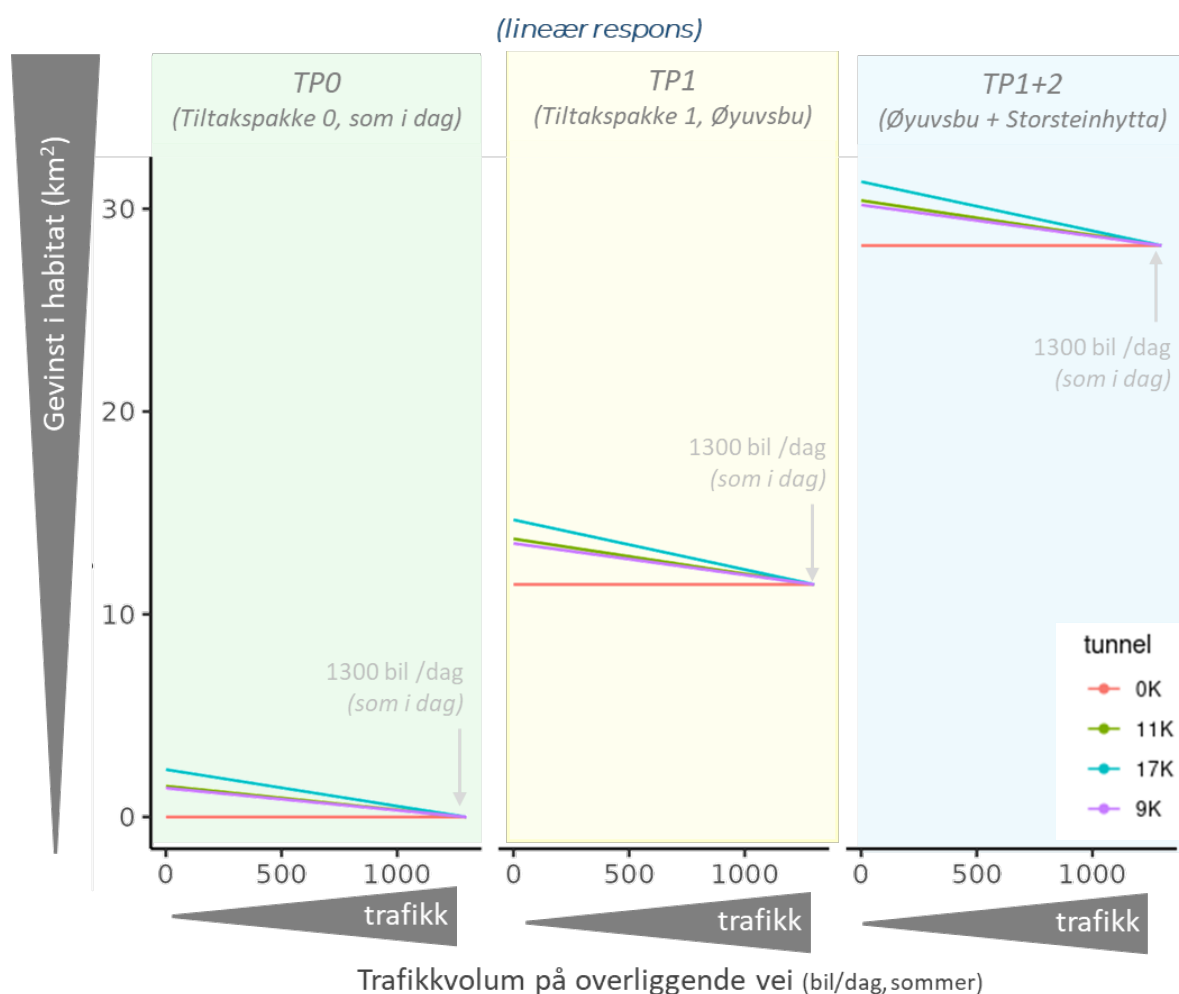
Merk: I det forrige prosjektet ved Øyuvsbu ble det anbefalt å fjerne også andre hytter og skiløyper sør for Øyuvsbu. Dette tiltaket er ikke vurdert i dagens tiltaksplaner, selv om det kan være relevant ift. tunnelen



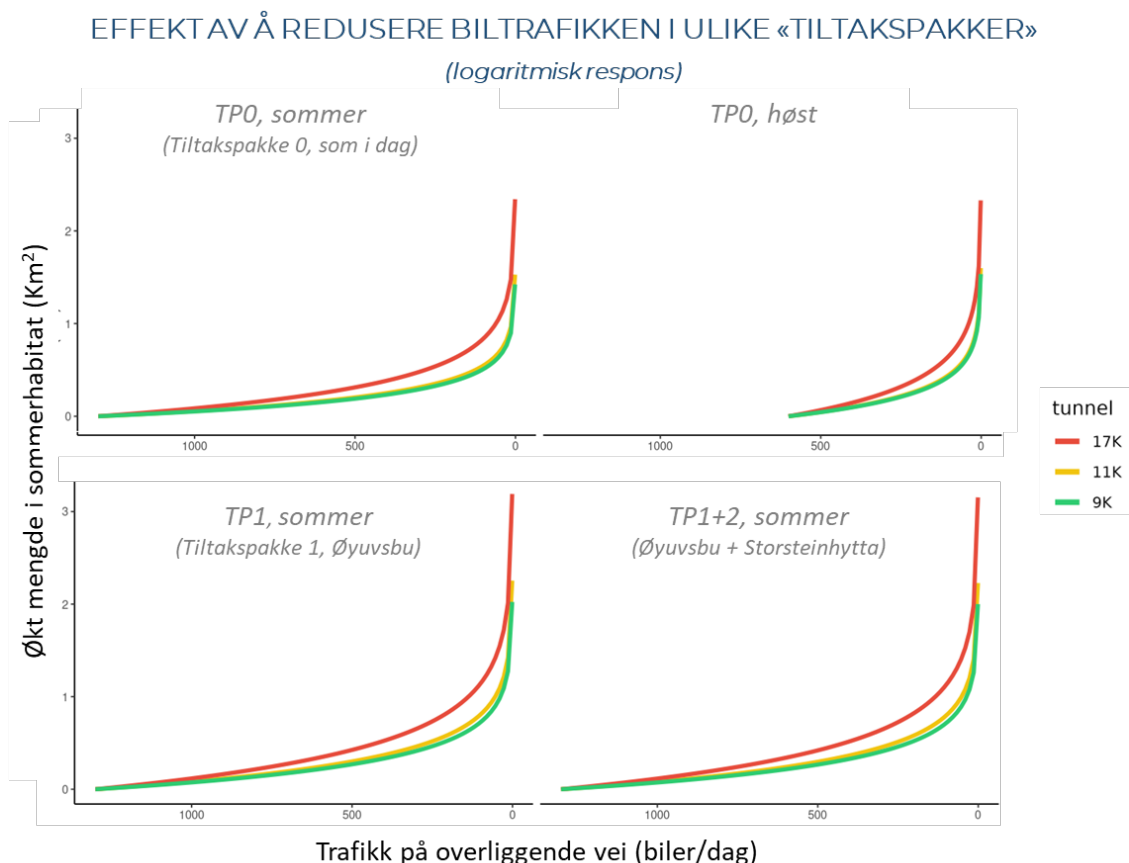
(Panzacchi et al 2022a)

Figur 5.10 Forventede endringer i egnet habitat ved gjennomføring av Tiltakspakke 1 (omplussing av Øyuvsvu samt stinettverket) og Tiltakspakke 1+2 (Omplussing av Øyuvsvu og Storsteinhytta, samt stinettverket). De blå og oransje områdene viser forventede endringer (henholdsvis positive og negative) i egnet habitat ved gjennomføring av Tiltakspakke 1 og Tiltakspakke 2 (habitatkvaliteten øker når man fjerner en infrastruktur, og reduseres når man legger til en ny).

EFFEKT AV Å REDUSERE BILTRAFIKKEN I ULIKE «TILTAKSPAKKER»



Figur 5.11 Effekt av å redusere trafikken for de tre referansescenariene: TP0 (Tiltakspakke null, dagens situasjon), TP1 (omplussing av Øyuvsbu og tilhørende stier) og TP1+2 (omplussing av Øyuvsbu og Storsteinhytta samt tilhørende stier). Figuren bygger på antakelsen om at villreinens respons på trafikk i Brokke-Suleskardveien er lineær (Kap. 5.3). Figuren viser at uavhengig av valgt tiltakspakke er mønsteret det samme: Det beste alternativet er å bygge en 17-km lang tunnel og fjerne trafikken fra den overliggende veien. TP1+2 fremstår som det beste alternativet. Å bygge tunnelen uten noen av de øvrige tiltakspakkene er forventet å føre til kun en marginal økning i funksjonelt sommerhabitat.



Figur 5.12 Effekt av å redusere biltrafikken for de tre referansescenariene: TP0 (Tiltakspakke null, dagens situasjon), TP1 (omplassing av Øyuvsbu og tilhørende stier) og TP1+2 (omplassing av Øyuvsbu og Storsteinhytta samt tilhørende stier). Figuren viser at uavhengig av valgt tiltakspakke er mønsteret det samme: Det beste alternativet er å bygge en 17-km lang tunnel og fjerne trafikken fra den overliggende veien. TP1+2 fremstår som det beste alternativet. Å bygge tunnelen uten noen av de øvrige tiltakspakkene er forventet å føre til kun en marginal økning i funksjonelt sommerhabitat. Figuren bygger på antakelsen om at villreinens respons på trafikk i Brokke-Suleskardveien er ikke lineær (jo mer trafikk, desto større barriereeffekt, men effekten flater ut ved høyere trafikkvolum; Kap. 5.3). Foreløpige analyser av GPS-data (Kap. 5.3) støtter hypotesen om en ikke-lineær respons, noe som betyr at for å oppnå en betydelig positiv effekt av å bygge en tunnel, bør trafikken på den overliggende veien reduseres kraftig, eller veien stenges helt.

5.7 Oversikt over resultater

Tabell 5.12 gir en oversikt over resultatene for de 12 scenarioanalysene for sommeren, samt under migrasjonsperioden mellom sommer og vinterområdene.

Tabellen viser estimert konnektivitet og mengde funksjonelt habitat som kan oppnås ved å gjennomføre alle de foreslåtte avbøtende tiltakene. Av disse tallene er «funksjonelt habitat» det mest helhetlige og det mest sentrale tallet for å tolke resultatene av simuleringen. Dette tallet indikerer områder som samtidig er av høy kvalitet og godt tilknyttet til andre områder med tilsvarende høy kvalitet. Resultatene angis som prosentvis økning (%) for habitat og/eller konnektivitet, samt i kvadratkilometer (km²) for tilsvarende funksjonelt habitat som forventes oppnådd.

Resultatene er klare: i alle tilfeller er det mest effektive scenariet å bygge en 17,7-km lang tunnel, der den overliggende veien enten fjernes eller trafikken reduseres til null. De to scenariene der det bygges en 11- eller 9-km lang tunnel, er ganske like (Fig. 5.15). De tre delene av den 9-km lange tunnelen er godt plassert i vest og dekker vestkorridorene, men stopper litt for tidlig i øst, nær en mulig korridor. Den 11-km lange tunnelen dekker, sammenlignet med 9 km-tunnelen, et område hvor det i dag ikke finnes mange viktige korridorer, særlig dersom man ikke implementerer Tiltakspakke 1. Dersom både 9 og 11 km-tunnelene kunne forlenges noe mot øst, ville det vært til hjelp.

Referansescenariene er svært viktige, og forventes å gi en betydelig økning i habitat funksjonalitet over et stort og viktig nøkkelområde for villrein. *Tiltakspakke 1+2 gir* klart de beste resultatene, etterfulgt av Tiltakspakke 1 (Fig 5.13, 5.14, 5.15).

Å bygge tunnelen samtidig som man gjennomfører Tiltakspakke 1+2, gir de beste resultatene, og en gevinst på 31 km² med godt og sammenhengende habitat; dette tilsvarer en gevinst på hele 4384 fotball baner med godt habitat (Fig 5.13).

Å bygge tunnelen uten å endre turisthytter og stier i området (dvs. uten å implementere Tiltakspakkene 1 og 2), *gir et langt svakere effekt*. Det å kun bygge tunnelen, men la forstyrrelsene knyttet til Øyuvsbu og Storsteinhytta bestå, kun fører til en gevinst på 2,3 km² funksjonelt habitat (dvs. 322 fotballbaner).

Merk at det mesteparten av habitatet forventes å bli gjenvunnet *hovedsakelig i området rundt den eksisterende veien*. Med andre ord, å fjerne barriereeffekten vil øke permeabiliteten og mengden habitat som kan brukes om sommeren i området rundt veien, men *i liten grad sør for den*. Dette er fordi området sør for veien «i gamle dager» hadde ganske god egnethet om sommeren, men er nå preget av et relativt høyt menneskelig fotavtrykk (Kap. 4.1.2. 4.1.3, Fig. 4.1, 4.4, 4.5). Derfor, selv om barriereeffekten fra veien fjernes ved bygging av en tunnel, *attraktiviteten til det sørlige området forblir relativt begrenset om sommeren. Hvis attraktiviteten til det sørlige området skulle øke* (se f.eks. ved flytting/fjerning av andre turistinfrastuktur, tiltak for beitedyr osv.; se f.eks. simuleringer av omplassering av stier sør for Øyuvsbu, Panzacchi et al. 2022a), *ville effekten av å bygge tunnelen vært betydelig større*. Modellene viser også at området har et god naturlig potensiale for dette, særlig i et område som strekker seg opptil ca. 20-35 km sør og sør-vest. Det gjelder også vestover fra Suleskard, selv om dette forutsetter at villrein må overkomme andre barrierer mot vest. Om vinteren er veien allerede stengt, så det er ikke noe problem med permeabiliteten knyttet til veien.

Fig 5.10 viser områdene der de to tiltakspakkene forventes å skape endringer (både positive og negative) i egnet habitat for villrein. Å fjerne en hytte og stier vil øke mengden habitat for villrein i nærområdet, mens gjenoppbygging av disse i andre områder forventes å ha en negativ effekt i områder som forventes å være mindre viktige.

Fig 5.15 viser de forventede korridorer etter bygging av de tre tunnelalternativene, 9,11 og 17 km, uten andre tiltak. Den 17-km lange tunnelen er det beste alternativet fordi det dekker de fleste viktigste korridorene. Derimot vil både 9 km- og 11 km-tunnelen ende rett ved en mulig korridor i øst, og spesielt 11 km-alternativet vil ikke dekke den vestligste korridoren.

Alle scenarioer forventes å forbedre situasjonen for villrein både om sommeren og under migrasjonsperioden i høst. Den mulige gevinsten i nytt funksjonelt habitat for villrein er imidlertid større i sommerperioden, når barriereeffekten av veien er på sitt største. Dette skyldes at habitatfunksjonaliteten i dag allerede er høyere under trekkperioden om høsten (702 km²) enn om sommeren (696 km²), og i tillegg barriereeffekten av veien er mye mindre om høst (650 biler/dag) enn om sommeren (1300 biler/dag). Til støtte for dette kan man merke seg at simlene faktisk begynner å krysse veien allerede før den stenges om høsten (Kap. 5.4). Derfor kan det se ut som om mengde nytt funksjonelt habitat som man kan oppnå ved å bygge tunnelen er mindre om høsten enn om sommeren (Tab. 5.1), selv om effekten faktisk øker lang raskere om høsten når biltrafikken reduseres.

Bygging av tunnelen uten å endre turisthytter og stier i området, slik det foreslås i Tiltakspakke 1 og 2, gir et langt svakere effekt. Dette skyldes at den eksisterende Brokke–Suleskardveien først og fremst påvirker permeabiliteten. Sannsynligheten for at villrein krysser veien, og i mindre grad og på mer lokal skala, påvirker den områdets kvalitet. Omvendt har områder med høy tetthet av stier, og særlig de største DNT-hyttene, en sterkere innvirkning på habitatkvaliteten i et bredere område. Dette skyldes at de fører til en mindre intens, men mer diffus forstyrrelse, og i mindre grad utgjør en fysisk barriere for villrein.

Derfor vil fjerning av en vei (det vil si en «barriere») forbedre habitatkvaliteten, men på en mer lokal skala sammenlignet med fjerning av store nettverk av hytter, stier og skiløyper.

Tabell 5-1 Resultater av scenarioanalysene for å simulere effekten av anbefalte avbøtende tiltak i SR. Tabellen viser estimert mengde habitat som kan oppnås ved å iverksette hvert av de foreslåtte tiltakene om sommeren og under migrasjonsperioden i høst (merk at den grunnleggende habitatfunksjonaliteten er høyere om høsten: 702 vs. 696 km²). Det mest omfattende parameteren for å tolke resultatene viser gevinst i mengden funksjonelt habitat (grønt), dvs. habitat som både er av høy kvalitet og godt tilknyttet til andre områder med høy kvalitet. Resultatene angis som prosentvis økning (%), samt i kvadratkilometer (km²) for tilsvarende funksjonelt habitat som forventes oppnådd. De beste resultatene kan forventes ved scenario TP12-l, som gir 31 km² med godt og sammenhengende habitat; dette tilsvarer en gevinst på 4 384 fotball baner med godt habitat (Fig 5.13, 5.14, 5.15)

RESULTATER FRA SCENARIOANALYSENE								
REFERANSE SCENARIO	ID	TUNNEL	OVERLIGGENDE VEI	GEVINST I KONNEKTIVITET		GEVINST I FUNKSJONELT HABITAT		
				Sommer	Trekkperiode	Sommer	Trekkperiode	
DAGENS SITUASJON (TPO) ^α	TP0-a	Ingen tunnel	som i dag (1300 og 650 bil/dag)			696.4 km ²	702.4 km ²	
	TP0-b	17.7 km	Dages trafikk → null ^β	+ 0.88 %	+0,45%	+ 0.33 %	+2.3 km²	+ 0.17 % +1,2 km²
	TP0-c	11.3 km	Dages trafikk → null ^β	+ 0.60 %	+0,33%	+ 0.22 %	+1.5 km²	+ 0.12 % +0,4 km²
	TP0-d	9 km	Dages trafikk → null ^β	+ 0.55 %	+0,31%	+ 0.20 %	+1.4 km²	+ 0.11 % +0,4 km²
	TP0-e	9 km	Tursti ^δ					
TP1 TiltaksPakke 1 (Tiltaksplan i Øyuvsbu)	TP1-f	Ingen tunnel	som i dag (1300 bil/dag)			+11.4 km²		
	TP1-g	17.7 km	Dages trafikk → null ^β			+ 0.45 %	+14.6 km²	
	TP1-h	11.3 km	Dages trafikk → null ^β			+ 0.32 %	+13.7 km²	
	TP1-i	9 km	Dages trafikk → null ^β			+ 0.29 %	+13.5 km²	
	TP1-j	9 km	Tursti ^δ					
TP 1+2 TiltaksPakke 1 + 2 (Øyuvsbu+Storste inhytta)	TP12-k	Ingen tunnel	som i dag (1300 bil/dag)			+28.2 km²		
	TP12-l	17.7 km	Dages trafikk → null ^β			+ 0.44 %	+31.1 km²	
	TP12-m	11.3 km	Dages trafikk → null ^β			+ 0.31 %	+30.4 km²	
	TP12-n	9 km	Dages trafikk → null ^β			+ 0.28 %	+30.2 km²	
	TP12-o	9 km	Tursti ^δ					

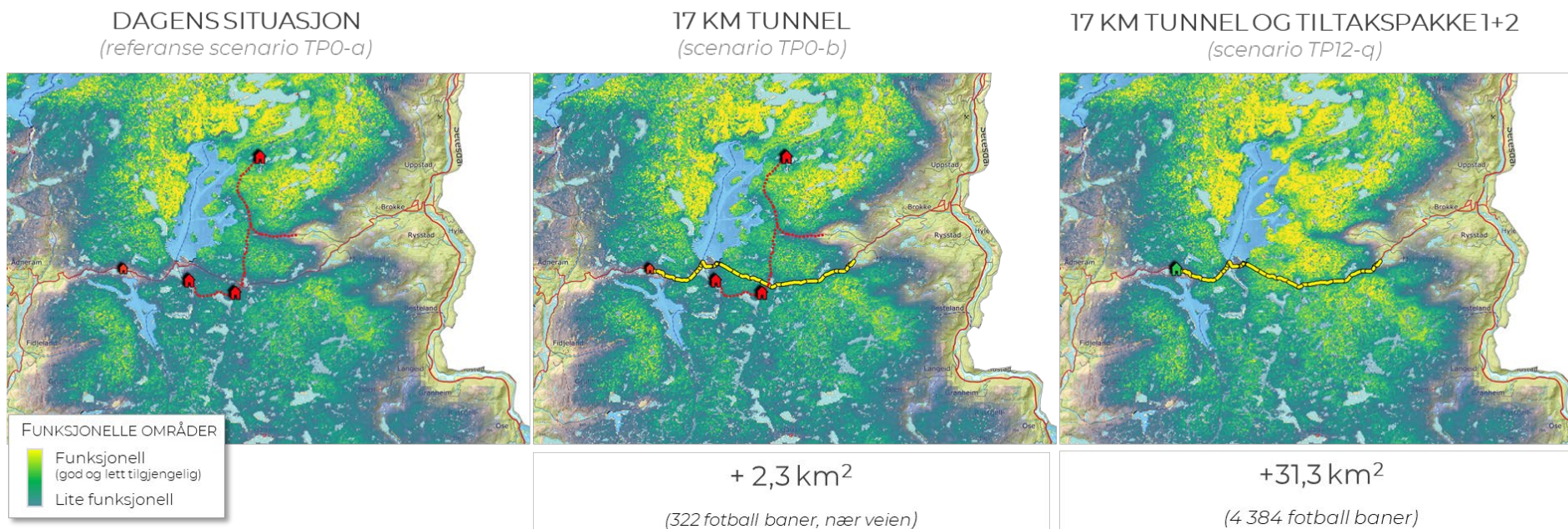
^α Dagens situasjon. Sammenlignet med tidligere scenarioanalyser i området (Panzacchi et al. 2022), har trafikken på Store Urar-veien blitt redusert med 90 % som følge av et avbøtende tiltak som ble gjennomført for noen år siden – som anbefalt i den nevnte rapporten. Dette er tatt hensyn til i de nåværende analysene.

^β Effekten av gradvis redusert biltrafikk, fra dagens situasjon (ca. 1300 biler/dag om sommeren, og ca. 650 biler/dag, høst) til null trafikk (ingen vei) vises i Fig 5.11, 5.12

^δ Tursti: resultat er ikke gitt her, da plasseringen av stier og det forventede totale turistvolumet i området må defineres før effekten på villrein kan estimeres nøyaktig

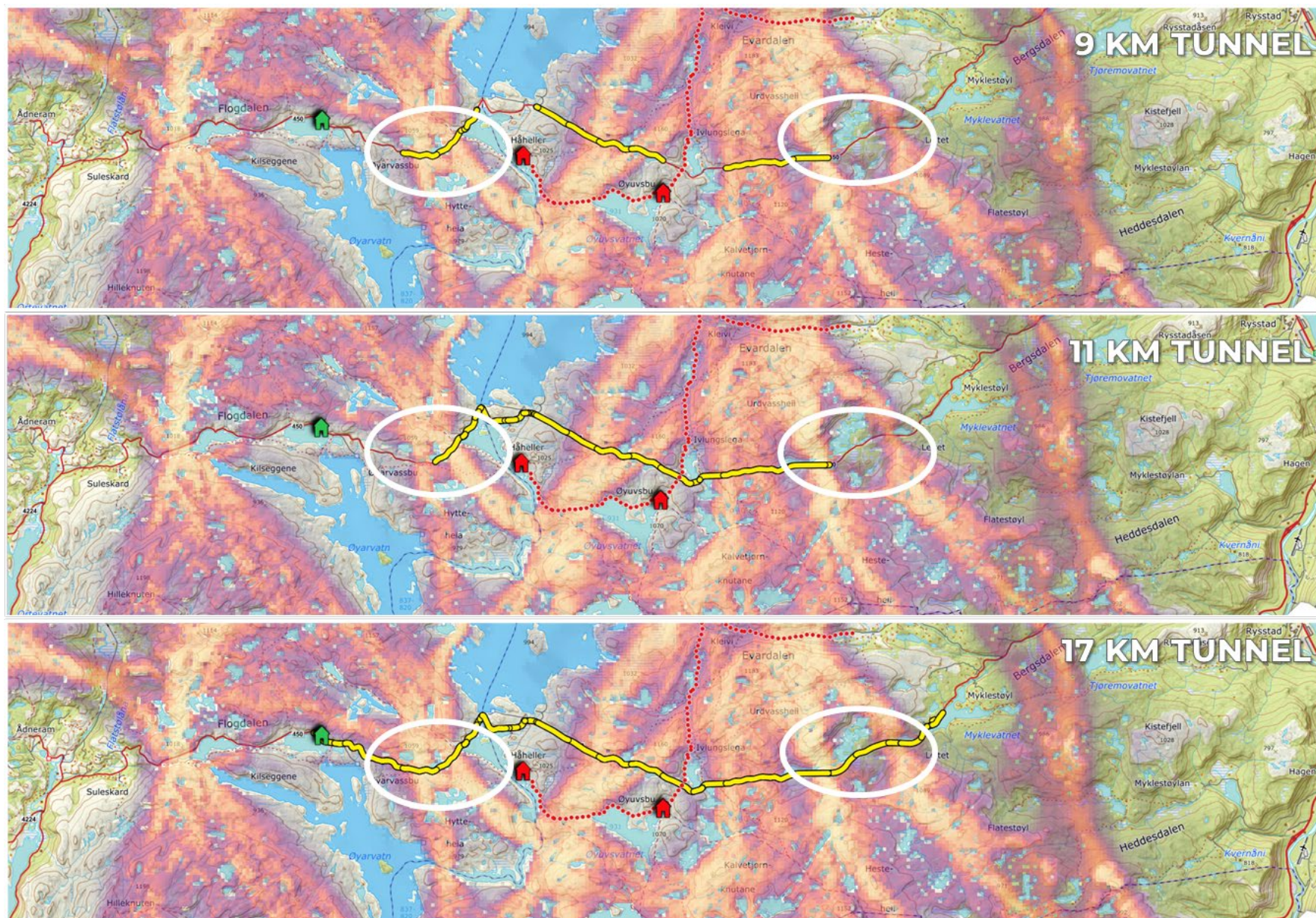
Scenarioanalyser:

FORVENTET ØKNING I FUNKSJONELLE OMRÅDER OM SOMMEREN



Figur 5.13 Dagens funksjonalitet om sommeren (referansescenario, venstre), samt forventede endringer i leveområdenes funksjonalitet etter bygging av 17-km tunnel (scenario TP0-b, senter), og etter bygging av tunnelen kombinert med implementering av Tiltakspakke 1+2, som omfatter områdene rundt Øyuvsbu og Storsteinhytta (høyre). Implementering av scenario TP0 er forventet å øke områdets funksjonalitet med 2,3 km², som tilsvarer 322 fotball baner, hovedsakelig i nærområdet rundt tunnelen. Implementering av scenario TP12-I er forventet å øke funksjonaliteten med 31,3 km² i et bredere område rundt Rosskreppfjorden, inkludert områdene rundt og sør for den foreslåtte tunnelen; dette tilsvarer en økning på 4384 fotball baner med godt og lett tilgjengelig sommer habitat.

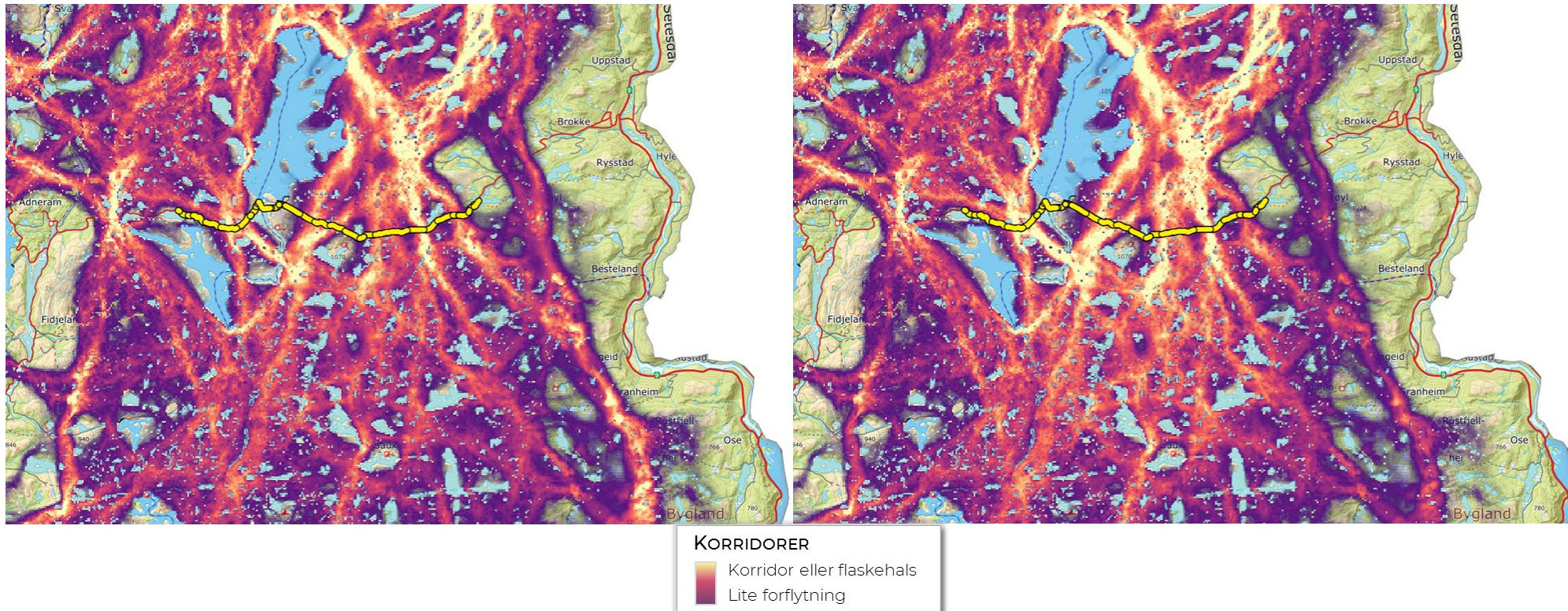
Figur 5.14 [Neste side] Forventede korridorer etter bygging av de tre tunnelalternativene (markert i gult), uten andre tiltak. Den 17-km lange tunnelen er det beste alternativet og dekker de fleste korridorene. Derimot vil både 9 km- og 11 km-tunnelen ende rett ved en mulig korridor i øst, og spesielt 11 km-alternativet vil ikke dekke den vestligste korridoren. Merk at figurene viser de mest sannsynlige korridorene og flaskehalsene som reinsdyr forventes å bevege seg gjennom dersom de skulle nå alle de funksjonelle områdene i SR, inkludert sør for Brokke-Suleskard veien. Men, de fleste simler beveger seg ikke sør fra Brokke-Suleskardveien om sommeren i dag. Modellen viser hvilke korridorer villreinen måtte ta i dag dersom de skulle bevege seg blant alle de mest funksjonelle områdene. Modellen indikerer at hvis reinsdyr skulle benytte områdene sør for Brokke-Suleskardveien, vil de mest sannsynlig måtte bevege seg gjennom korridorene vist i figurene.



BESTE SCENARIO: KORRIDORER OVER DEN 17 KM LANGE TUNNELEN

SOMMER

HØSTMIGRASJON



Figur 5.15 Forventede korridorer og bevegelsesmuligheter om sommeren og under høstens migrasjonsperiode etter bygging av 17,7-km lang tunnel, med tiltakspakke 1 (fjerning av Øyuvsbu og tilhørende stier). Bygging av tunnelen forventes å føre til en økning i bevegelsesmuligheter tilsvarende 14,6 km² med godt og sammenhengende habitat. Dette forutsetter imidlertid at menneskelig aktivitet holdes lav.

6 Konklusjoner

6.1 Barriereeffekt av veien og habitatforringelse i nærområdene

De *største, mest trafikkerte* veiene i Norge fungerer *hovedsakelig som barrierer* for villreinens bevegelser. De forårsaker også noe *habitattap*, da villreinen ofte unngår nærområdene. Effekten avtar gradvis og er i gjennomsnitt ubetydelig omtrent 1 km fra veien. Deres viktigste påvirkning er derfor å *hindre eller blokkere tilgangen til viktige områder*.

Tvert imot har *mindre veier* vanligvis en *svakere barriereeffekt*, men et *større influensområde* som i gjennomsnitt kan nå opptil 5 km fra veien. Dette skyldes at de oftere brukes til rekreasjonsaktiviteter som starter ved veien og fortsetter langt inn i villreinområdene. *Turstier* har en *tilsvarende effekt*: De utgjør vanligvis mer gjennomtrengelige barrierer for villrein enn veier, selv om dette i stor grad avhenger av antall stier og turistvolumet i området. Villrein unngår imidlertid stiene på større avstand, opptil omtrent 2,5 km, sannsynligvis på grunn av forstyrrelser og aktiviteter som sprer seg ut fra stiene.

Veien i Brokke–Suleskard er en offentlig vei med relativt høy motorisert trafikk om sommeren, men brukes også i seg selv til rekreasjonsaktiviteter, og er tilknyttet til stier, hytter og turistattraksjoner. Derfor har nettverket rundt Brokke–Suleskardveien til sammen *både en ganske stor barriereeffekt, og et ganske stort influensområde*.

Å fjerne en trafikkerte vei som krysser en villreinområdet, f.eks. ved å bygge en tunell, er alltid positivt hovedsakelig for å *øke permeabilitet* eller konnektivitet. Habitatkvalitet vil også øke, men mest i lokalområdet rundt veien. Dette gjelder også for Brokke–Suleskardveien.

Men, *den totale, nettoeffekten av å bygge tunnelen for villrein avhenger av hva som vil skje over tunnelen, samt i et større område både nord og sør for veien*. For å kunne gi et mer helhetlig svar, bør to spørsmål vurderes, med hensyn til villrein og arealbruk:

- Hva er forvaltningsmålet når det gjelder å gjenopprette villreinens konnektivitet til- og bruk av området sør for veien? For eksempel, er målet:
 - å legge til rette for at simler kan bruke området sør litt tidligere om høsten?
 - å øke arealet for sommerbeite (forresten, er det nok sommerbeiter tilgjengelig i dag?)
 - å gjenopprette bruken av tidligere kalvingsområder?

Hvert av disse ulike forvaltningsmålene vil innebære noe forskjellige tiltak.

- Hva er målet for fordelingen av både biltrafikk og turistvolum i det bredere området? F.eks:
 - Vil den eksisterende veien erstattes av en mindre vei (hvor mange biler er da forventet, og hva er det forventede omfanget av friluftsbuk i områdene rundt veien?)
 - Vil veien erstattes av én eller flere turiststier? Hva er den forventede traseen, og hvor mange turister er forventet i ulike sesong?
 - Vil veien fjernes helt gjennom restaureringstiltak?

Hvert av disse ulike arealforvaltningsmålene vil ha ulike konsekvenser for villreinen.

6.2 Attraktiviteten til beiteområdene sør for veien

For å kunne svare på det første spørsmålet er det avgjørende å forstå betydningen og attraktiviteten til området sør for veien for villrein i ulike årstider. Flere av de største og mest trafikkerte veiene i villreinområdene ligger i randsonen, og utgjør barrierer mellom det som i dag fremstår som adskilte bestander. Brokke–Suleskardveien skiller seg derimot ut ved å krysse

villreinområdet i Setesdal Ryfylke på tvers, og *markerer i praksis den sørlige grensen for det området som i dag brukes av de fleste simler som sommerbeite*; om vinteren er veien stengt, og ligger midt i gode vinterbeiteområder.

Modeller viser at det *tidligere fantes langt mer egnet habitat* for sommer og kalving i SR, særlig i vest og i områdene rundt Rosskreppfjorden, men også rundt veien og opp til ca. 10-15 km sør for veien. Selv om det fortsatt finnes enkelte lommer med relativt egnet sommerhabitat lenger sør for veien, er disse små og ligger svært spredt i den sørligste delen av villreinens utbredelsesområde, noe som begrenser mengden habitat som eventuelt kan gjenvinnes med en tunnel.

I dag er det *menneskelige fotavtrykket* i SR ganske høyt: 34 % av habitatet er til en viss grad forringet om sommeren (særlig rundt og sør for Rosskreppfjorden) og 39 % i kalvingsperioden, men kun 15 % er tapt om vinteren i Setesdal Ryfylke. Nettverket av vannkraftmagasiner, hyttefelt, veier og boområder fører hovedsakelig til storskala *fragmentering*, mens turisme og beitedyr skaper en mer *diffus* forstyrrelser som er spredt utover landskapet og *reduserer habitatets egnethet*.

Dette innebærer at kvaliteten, eller *attraktiviteten, til området sør for veien om sommeren er redusert*, noe som medfører at villreinens *motivasjon* for å nærme seg veien og krysse barrieren for å oppsøke disse områdene i denne årstiden i dag er ganske begrenset. Simlene krysser imidlertid veien sent om høsten, tidvis allerede før veien stenges, men etter at trafikken er betydelig redusert.

Dette kan tyde på (og noe som bør undersøkes nærmere) at *simlene har behov for beiteområdene* som dette området tilbyr i *høst*, før vinteren setter inn. Eller kanskje de også *har behov for en større mengde sommerbeiter*, men at *forstyrrelsene er for store* til at de tør å komme nært. Det er mulig at det eksisterer en *avveining mellom behovet for å bruke flere beiteområder og frykten for å nærme seg mennesker*, og denne *avveiningen kan føre til at villreinen holder seg nord i sommerperioden, og først tar i bruk de sørlige områdene når forstyrrelsene reduseres*.

GPS-data viser at villreinen ser ikke ut til å migrere fra nord til sør for veien, men bruker i stedet beiteområdet over/rundt veien aktivt gjennom vinteren.

Før slutten av april, altså lenge før veien åpner (21. mai), trekker det store flertallet av simlene tilbake til områdene nord for veien. Det ville være interessant å undersøke hvorfor simlene ikke blir værende i området for *kalving*, da det finnes flere lommer med egnet kalvings habitat sør for veien. Det ville vært særlig relevant å undersøke effekten av påsketurisme, samt å utforske konnektiviteten mellom kalvingsområdene og sommerbeitene.

6.1 Bygging av tunnel: konklusjoner og kommentarer

Man kan konkludere med at tunnelbygging kan være et *viktig tiltak særlig på lang sikt*, som *del av en bredere plan* - en som inkluderer andre tiltak nord og sør for veien for å redusere det menneskelige fotavtrykket og gjenopprette villreinens bruk av den sørlige delen av Setesdal Ryfylke i ulike sesong.

Gitt dagens situasjon, og uten andre tiltak, å fjerne Brokke–Suleskardveien ved å bygge en tunnel vil hovedsakelig legge til rette for at villrein kan enklere krysse og bruke området tidligere på høsten. Dette vil også øke sjansen for at villreinen bruker området nær dagens vei om sommeren, men *dette avhenger av hvordan området faktisk blir brukt*.

A bygge tunnelen *samtidig som man gjennomfører Tiltakspakke 1 og 2, gir klart de beste resultatene*, med en gevinst på hele 31 km² med godt og sammenhengende habitat, tilsvarende omtrent 4 384 fotballbaner. Dersom tunnelen bygges uten endringer i turisthytter og stier i området, blir effekten derimot langt svakere, og habitatgevinsten begrenset til 2,3 km² (322 fotballbaner).

Ytterligere tiltak som reduserer de viktigste forstyrrelsesfaktorene, også sør for veien, og som dermed øker områdets attraktivitet for villrein om sommeren, kan forventes å *forsterke de positive effektene av å bygge en tunnel i enda større grad*.

- **Tunnelalternativer:** Det beste alternativet er å bygge en *17-km lang tunnel uten vei eller stier på toppen*. Den overliggende veien bør enten fjernes helt eller trafikken reduseres betydelig, helst til null. Den 17 km-tunnelen vil dekke de viktigste potensielle korridorene, mens både de anbefalte 9- og 11-km lange tunnelene stopper litt for tidlig i øst, nær en viktig korridor; den 11-km lange tunnelen ender før en annen viktig korridor i vest (Kap. 5.7, Fig 5.14).
- **Området over tunnelen:** Effekten av tunnelen er *sterkt avhengig av hvordan området over tunnelen skal brukes*, og av den planlagte bruken av et *bredere område både sør og nord* for den eksisterende veien, inkludert de øvrige tiltakspakkene. Enhver handling som fører til *økt menneskelig aktivitet i området der Brokke–Suleskardveien ligger i dag*, vil *øke habitatforringelsen og redusere sannsynligheten for at villrein bruker området*. Dette kan føre til en *netto negativ effekt på villrein*, *avhengig av omfanget av forstyrrelsen*. Dette kan skje både ved å øke forstyrrelsen rundt den eksisterende veien, for eksempel ved å tillate parkeringsplasser som utgangspunkt for turer, eller ved å omgjøre den eksisterende veien til en populær tursti, som kan påvirke større områder gjennom aktiviteter som bærplukking, teltturer, turer til badeplass, jakt og fisk aktiviteter, osv. (Kap. 5.2, 5.5, 5.6). En presis vurdering av den relative effekten av en sti eller stinettverk vil kreve et kart og en konkret plan for omfordeling av dagens turistvolum i de omkringliggende områdene.
- **Evt. reduksjon i biltrafikk – stenging av veien:** Å bygge en tunnel og samtidig beholde en mindre vei åpen over tunnelen innebærer en stor risiko, da det kan være vanskelig å *begrense bruken av området rundt veien*. Hvis det lar seg gjøre, gjelder prinsippet: *jo mindre biltrafikk, jo bedre*. Det ser imidlertid ut til at villreinens respons på trafikken på Brokke–Suleskardveien er *ikke-lineær*, noe som betyr at *effekten av å redusere trafikken akselererer*. For at en tunnel skal ha ønsket effekt, *må trafikken på den overliggende veien reduseres svært betydelig eller aller helst stenges helt*. Dette kan for eksempel vurderes både *sent på sommeren og tidlig på høsten*, da det kan tyde på at villrein har behov for dette ekstra beiteområdet i denne perioden (dette er en hypotese og bør undersøkes nærmere).
- **Tiltakspakkene 1 og 2:** Å fjerne den eksisterende veien og omgjøre det til en tunnel vil ha en positiv effekt og vil først og fremst øke *permeabiliteten* om sommeren og høsten. Det betyr at det blir enklere for villrein å krysse området hvor nå ligger veien. Men, bygging av tunnelen og den *påfølgende reduksjonen i veiens barriereeffekt kun vil ha begrenset effekt uten andre tiltak*, dersom villreinen fortsatt *unngår det omtrent 5 km brede beltet* i nærheten av Brokke-Suleskardveien på grunn av forstyrrelser rundt turstier og hytter. Derfor, vil *effekten av tunnelen være betydelig større* ved samtidig implementering av *Tiltakspakke 1* (fjerning av Øyvassbu og tilknyttende stier), og enda bedre med *Tiltakspakke 1+2* (Øyvassbu + Storsteinhytta) (Kap. 5.5).
- **Attraktivitet til område rundt og sør for veien:** modeller viser at mengde funksjonelt habitat sør for Brokke–Suleskardveien er relativt begrenset om sommeren. Dette betyr at selv om en tunnel skulle bygges og barriereeffekten av veien fjernes, er mengde habitat og attraktiviteten til habitatet sør for veien ikke særlig høy om sommeren. Tiltakene som kan *re-etablere den naturpotensialet* som preget *området rundt og sør for Brokke-Suleskardveien om sommeren «i gamle dager»*, ville også *øke attraktiviteten av den sørområdet*, og derfor *øke effekten av å bygge en tunnel*.
- **Avslutningsvis,** å bygge en tunnel vil være positivt på lang sikt, men tiltaket alene er ikke helt tilstrekkelig uten en helhetlig plan for bruk og tilrettelegging av trafikk og ferdsel i områdene rundt, både sør og nord for veien. Dersom andre tiltak gjennomføres og attraktiviteten til områdene rundt og sør for veien øker, vil bygging av tunnel bli et langt viktigere tiltak.

6.2 Anbefalinger

6.2.1 Helhetlige analyser for å støtte helhetlig, bærekraftig arealplanlegging

Villreinens leveområder i Norge forringes raskt, og flere områder har blitt forlatt i løpet av bare noen tiår. Menneskelig forstyrrelse, som fornybar energiproduksjon, turisme, transport og beitedyr, brer om seg i høyt tempo. Utfordringene er mange og samvirker på svært komplekse måter.

Selv om det i dag gjøres en stor innsats for å restaurere leveområder gjennom tiltaksplaner, er det åpenbart at det meste av habitatet som allerede er tapt, ikke kan gjenvinnes. *Det finnes ingen garanti for at villreinen vil vende tilbake til tidligere brukte beiteområder.* Derfor er det avgjørende å identifisere nøyaktig hvilke områder som bør prioriteres for avbøtende tiltak, og hvilke tiltak som er mest hensiktsmessige. Og denne store utfordringen krever de beste metodene, samt all tilgjengelig data og kunnskap samtidig.

I dette og i tidligere prosjekter i Øyuvsbu- og Setesdalsområdet har vi testet forventede effekter av spesifikke scenarier for avbøtende tiltak som ble foreslått av lokale eksperter i noen fokusområder, og vi ga konkrete svar med hensyn til de foreslåtte spesifikke scenariene (bl.a. flytting av Øyuvsbu hytta, eller stenge Store Urar vei; Panzacchi et al 2022a). Disse resultatene er nyttige, mener vi, men de utgjør bare én del av puslespillet. Og kanskje ikke nødvendigvis de viktigste.

Det kan være nyttig å bruke statistiske metoder ikke bare for å forutsi effekten av et spesifikt tiltak anbefalt i et lokalområde, men også for å støtte prosessen med å finne ut hvilke områder som er viktigst å prioritere for avbøtende tiltak, og hvilke konkrete tiltak som bør iverksettes.

Statistiske metoder kan bidra i tiltaksplanprosesser ved å utvikle en helhetlig, objektiv og høyoppløselig oversikt over habitatsituasjonen, samlede belastning, utfordringer og muligheter for løsninger i Setesdal-Ryfylke og omkringliggende villreinområder. Hvert tiltak bør utformes med tydelige bevaringsmål for villreinbestanden som utgangspunkt (Kap. 6.2.2).

Konkret, kan det være nyttig å videreutvikle de statistiske modellene slik at de samtidig kan analysere dagens GPS-data fra villrein, all tilgjengelig kunnskap om villrein i området (inkludert historisk kunnskap og fallgruver; Strand et al., 2011; Jordhøy 2008; Riksantikvaren 2024, se f.eks. Panzacchi et al., 2013), GPS-data og andre data for beitedyr/sau, et forbedret kartgrunnlag for turistvolum og arealbruk både langs og utenfor stier (inkl. jakt, strandturer, bærplukking og fisketurer), samt et forbedret oversikt og kartgrunnlag for de andre viktigste forstyrrelsesfaktorene i ulike sesonger. Dette vil gi en mer kvantitativ oversikt over utfordringene og et grunnlag for å statistisk identifisere de mest effektive løsninger.

Villrein trenger ikke bare gode leveområder for kalving (den mest sårbare perioden), for sommeren (når de må bygge opp fettreserver) og vinteren. De er også helt avhengige av god konnektivitet mellom disse områdene, slik at simlene med kalvene sine kan bevege seg uforstyrret fra kalvingsområdene til sommer- og senere vinterbeiter. Det kan også være nyttig å videreutvikle de statistiske modellene for å fokusere både på egnethet og konnektivitet mellom alle mulige sommer-, vinter- og kalvingsområder i Setesdal, inkludert områdene i sør, vest og på tvers av ulike villreinområder.

Basert på en grundigere, kvantitativ og høyoppløselig kartlegging av villreinens behov og utfordringer i ulike sesonger i hele villreinområdet, vil det være mulig å gi analytisk støtte til videreutviklingen av helhetlige tiltaksplaner, med mål om å nå spesifikke forvaltningsmål for både arealbruk og bestand. Statistiske metoder kan støtte prosessen med å identifisere problemområder og kvantifisere det lokale bidraget fra hver forstyrrelseskilde, knyttet for eksempel til friluftsliv, transport, vannkraft, beitedyr og mer. Dette kan danne et grunnlag for kunnskapsbaserte diskusjoner mellom ulike aktører, støttet av kvantitative data og statistikk.

Nye statistiske metoder kan brukes til å identifisere områder og korridorer som bør prioriteres for bevaring, avbøtende tiltak eller restaurering i hele villreinområde og mellom villreinområdene, samt for å peke ut de mest problematiske infrastruktur/forstyrrelser og de mest effektive avbøtende tiltakene («sonering» eller «arealprioritering», Kap. 3.3; Kivimäki et al. 2024).

6.2.2 Presise, langsiktige og målbare forvaltningsmål for villrein

Vi anbefaler å sette langsiktige og målbare forvaltningsmål for villreinbestanden eller bestandene i Setesdal Ryfylke - det vil si, hvilken situasjon som er ønskelig for villreinen i fremtiden. Er det ønskelig at villreinen vil begynne å bruke området rundt veien noe tidligere på høsten? Eller at sommerområdene rundt og sør for veien igjen tas i bruk? Eller at kalvingsområdene sør for veien gjenopptas? Eller kanskje det er ønskelig med en økning i villreinbestanden i SR, som da vil

kunne trenge *tilgang til nye beiteområder både rundt og sør for veien* – og kanskje også få gjenopprettet *forbindelsen til Setesdal Austhei*?

Slike forvaltningsmål er nødvendige for å støtte utviklingen av en mer helhetlig og målrettede arealforvaltningsplan. For eksempel kan effekten av tunneler sammenlignet med tidligere stenging av veien på høsten da vurderes opp mot konkrete forvaltningsmål for villrein.

Hvis målet er kun at villrein skal bruke området tidligere på høsten, kan en tidligere stenging av veien på høsten være tilstrekkelig. Dersom målet derimot er å gjenopprette en mer omfattende bruk av området langs veien og sør for veien i ulike årstider, vil tunnelen være det beste alternativet.

Det ville være interessant å undersøke om mengden gode og uforstyrrede sommerbeiter som i dag er tilgjengelig for villreinbestanden i SR – og som er betydelig redusert sammenlignet med før industrialiseringen – er tilstrekkelig, særlig i lys av eventuelle planer om å øke bestanden.

6.2.3 Et stort kunnskapshull: beitedyr

Effekten av sau på villreinens arealbruk fremstår som sterk i habitatmodellene. Vi understreker imidlertid at dette er basert på en korrelasjon og på gjennomsnittlige data fra de siste årene. Det vil si at resultatene viser tydelig at det er færre GPS-posisjoner for simler i områder med høyere tetthet av sau i hele Norge – men de sier ingenting om årsakene til dette. Vi anbefaler at mekanismene bak dette bør undersøkes nærmere. Det ville vært nyttig med en egen studie som ser spesifikt på effekten av beitedyr med GPS-sendere med samme modeller som vi bruker for villrein.

6.2.4 Høst- og vårmigrasjon

Det er observert at enkelte simler begynner å krysse Brokke–Suleskardveien allerede i slutten av høstsesongen, tidvis allerede før veien stenges. I denne periode er trafikken veldig lav, gjennomsnittlig 50-100 biler/dag. Imidlertid, vi har ikke sjekket trafikkvolumet på de spesifikke dagene da simlene krysset. Dette tyder på at villreinen har behov for disse beiteområdene om høsten. Det ville være relevant å undersøke evt. behov for flere beiteområder i høst, før vinteren setter inn. Med andre ord, har villreinen nok sommerareal til å klare seg med dagens bestandsstørrelse i SR?

Det ville vært også relevant å undersøke hva som får villrein til å trekke nordover i april, lenge før veien åpner om våren, ettersom modellene viser at det finnes egnet kalvings habitat sør for veien. Det kunne vært nyttig f.eks. å undersøke evt. menneskelig påvirkningen i påsken eller tidlig vår, og også sammenheng mellom et mulig kalvingsområde sør for veien og sommerområdet nord for den.

6.2.5 Vær ambisiøs, tenk helhetlig, og prioriter godt

Tidligere scenarioanalyser i ulike villreinområder har vist at påvirkningen forårsaket av infrastruktur og menneskelige aktiviteter kan være betydelig. Selv de mest avbøtende tiltakene er ofte bare i stand til å gjenvinne en liten andel av det tapte habitatet og den reduserte konnektiviteten. For eksempel viser vi i denne artikkelen (Dorber et al., 2023) at virkningen av vannkraft i Setesdal førte til tap av 222 km² habitat, og at de avbøtende tiltakene som ble foreslått i det samme området var forutsatt å tilbakeføre kun 1-12 km² av det tapte habitatet.

Ofte er målet å *gjenopprette konnektivitet* mellom nylig fragmenterte villreinbestander, og ikke nødvendigvis å tilbakeføre alt habitat som er gått tapt – noe som er ofte urealistisk. Derfor kan velplanlagte og målrettede avbøtende tiltak, som *prioriterer de mest kritiske områdene for hele villreinens økologiske nettverk*, ha stor betydning for bestandens fremtid. Dette gjelder særlig med tanke på utveksling av individer, genetisk variasjon, bestandens motstandskraft mot langsiktige endringer eller tilfeldige hendelser (skred, ising, sykdommer osv.).

I alle tilfeller som hittil er testet i Norge, har ikke habitattap vært forårsaket av en enkelt infrastruktur (en hytte, sti, vannkraft osv.), men av den *kumulative påvirkningen* fra flere

forstyrrelseskilder. Derfor bør man nøye *vurdere alle forstyrrelseskilder* som hindrer konnektivitet i hele området. Siden det ofte er urealistisk å restaurere alt tapt habitat eller redusere alle forstyrrelseskilder, er det avgjørende å *få en god forståelse av villreinens økologiske nettverk* for å kunne *prioritere* de mest kritisk berørte områdene nøyaktig og *«frigjøre» mest mulig* av en viktig korridor.

6.2.6 Målet er å sikre «beitero»

Villrein er spesielt følsomme for menneskelig aktivitet. Lukten, lyden eller synet av mennesker kan være nok til å forhindre at dyrene bruker et område. Som flokkdyr er villreinen avhengig av *tradisjonell bruk av spesifikke områder*, og når denne tradisjonen brytes, *er det ingen garanti for at den kan gjenopprettes*. Det er heller ikke mulig å forutsi med sikkerhet om villrein vil ta i bruk tapt habitat igjen, selv etter at avbøtende tiltak er gjennomført.

Det modellene kan gjøre, er å hjelpe med å prioritere hvilke kombinasjoner av infrastruktur og områder som kan forbedres for å øke sjansen for at reinen vil ta området i bruk igjen. Erfaringer fra reinsdyrskaper, jegere og samisk kunnskap peker på betydningen av begrepet *«beitero»*, dvs. dyrene må føle seg trygge for å bruke et område, og muligens føle seg enda tryggere for å kunne ta i bruk et område igjen etter en lang periode uten bruk. På samme måte viser resultater fra statistiske modeller at *jo mer uforstyrret et beiteområde er, desto mer sannsynlig er det at det blir brukt av villrein*. Derfor er det tilrådelig å *være ambisiøs med avbøtende tiltak og «frigjøre» et nøkkelområde fra mer forstyrrelser* for å gi dyrene en reell mulighet til å gjenoppta bruken av området.

6.2.7 Generelle råd for tiltaksplaner i villreinområder

Generelt, når det gjelder tiltaksplaner kan det anbefales å:

- Forstå og kartlegge det *hele økologiske nettverket* grundig, gjennom en helhetlig tilnærming som tar hensyn til den *samlede belastningen* fra ulike infrastruktur. Statistiske modeller kan være til stor hjelp, når datamengden er omfattende, interaksjonene er komplekse og det kreves objektivitet i analysen. Lokalkunnskap og data (inkludert kulturminner, «sett rein» og annen relevant informasjon) er også en uvurderlig ressurs som bør inkluderes adaptivt i analytiske prosesser, og som kan bidra både til å validere og forbedre modellene.
- Å *gjenopprette alt tapt habitat og korridorer er urealistisk*. Det er derfor viktig å identifisere *de mest kritiske* områdene i hele det økologiske nettverket, som bør *prioriteres* for restaurering eller avbøtende tiltak.
- Vær *ambisiøs og helhetlig* når det gjelder avbøtende tiltak. Målet er at de viktigste områdene for konnektivitet skal oppfattes som «frie og trygge» for å gi reinen «beitero» og øke sjansen for at de tar i bruk sine gamle trekkruter og beiteområder igjen. Dette innebærer å ta hensyn til samla belastning fra infrastruktur, ferdsel, jakt, beitedyr og alt annet som kan representere en forstyrrelseskilde.

«Alle modeller er feil, men noen er nyttige», skrev George Box i 1976.

Disse modellene er intet unntak, de kan aldri fange opp all kompleksiteten i villreinområdene. Likevel fanger de opp hovedmønstrene i villreinens arealbruk, samt komplekse samspill mellom variabler, samlede belastninger og influenssoner fra ulike forstyrrelseskilder. Det er noe som ofte er vanskelig for oss mennesker å vurdere uten støtte fra statistikk og datamaskiner.

Vi håper modellene kan være til nytte i disse viktige beslutningsprosessene,
som vil få stor betydning for framtiden til villreinbestandene.

Anerkjennelser

Først og fremst en stor takk til prosjektgruppen i Setesdal Ryfylke, som har vært involvert nå og i tidligere prosjekter i å kontrollere nøyaktigheten av lokale data om infrastruktur og menneskelige aktiviteter, diskutere foreløpige versjoner av scenarier og modeller, samt gi gode tilbakemeldinger og nyttige tips for fremtidig utvikling. Deres kunnskap, forståelse av komplekse modellresultater og tilbakemeldinger er høyt verdsatt.

Disse simuleringene ville ikke vært mulig uten omtrent 20 års utvikling, vedlikehold og oppdatering av komplekse modeller for kumulative påvirkninger på reinsdyrøkologiske nettverk. Dette har krevd en omfattende samarbeidsinnsats, som har involvert store mengder data, betydelig teknisk kompetanse og avansert analytisk utvikling.

Villrein GPS-dataene ble samlet inn gjennom flere tiår gjennom en rekke lokale GPS-merkingsprosjekter takket være et stort antall samarbeidspartnere i NINA (Olav Strand, Roy Andersen m.fl.), UiO (Eigil Reimers m.fl.) og andre institusjoner. En stor mengde data om landskap, klima og miljø bli brukt til analyser, takket være Geonorge, Kartverket, NIBIO, NORUT, Met.no, NVE og DNT, for å nevne noen. Lokalkunnskap har også vært essensiell og ble samlet inn over flere år fra ulike villreinområder. En stor takk går til Villreinsenteret og lokale eksperter som har bidratt med verdifulle innspill.

En stor takk til de mange vitenskapelige samarbeidspartnerne i Norge, Belgia, Canada, Australia, Nederland og flere, som har bidratt og fortsatt bidrar til utviklingen av datainfrastruktur, metoder og programvare.

Til slutt, en stor takk til Margarita Novoa-Garrido og Jenny Hansen for kommentarer og forslag.

7 Referanser

- Beyer H, Gurarie E, Börger L, Panzacchi M, Basille M, Herfindal I, Van Moorter B, Lele S, Matthiopoulos J, [‘You shall not pass!’: quantifying barrier permeability and proximity avoidance by animals \(pages 43–53\)](#) *Journal of Animal Ecology*, Special Issue, 85, 1 (2016)
- 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>
- Elgaaen M., Mossing A., Romtveit L. (2022) Kunnskapsgrunnlaget for Setesdal Ryfylke villreinområdet. Kartfortellingen presenterer kartgrunnlaget for delnorm 3, kvalitetsnorm for villrein, for Setesdal Ryfylke villreinområde. [Kunnskapsgrunnlaget for Setesdal Ryfylke villreinomr](#)
- Gundersen, V., Selvaag, S., Strand, O., Bredin, Y., Sandal, R. & Hermansen, P. 2019. Ferdsel i to fokusområder i Setesdal-Ryfylke villreinområde. Brokke-Suleskardvegen og Blåsjøområdet. NINA Rapport 1676. Norsk institutt for naturforskning.
- Gundersen, V., Vistad, O. I., Panzacchi, M., Strand, O., & Van Moorter, B. (2020). 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>
- Hagen D, Evju M, Henriksen PS, Solli S, Erikstad L, Bartlett J. (2022a). From military training area to National Park over 20 years: Indicators for outcome evaluation in a large-scale restoration project in alpine Norway. *Journal for Nature Conservation*, 66
- Hagen, D., Henriksen, P. S., Solli, S., Løkstad, V. & Evju, M. (2022b). Fra skytefelt til nasjonalpark. Restaurering av Hjerkinns skytefelt på Dovrefjell. NINA Temahefte 86. Norsk institutt for naturforskning
- Jordhøy, P. 2008: Ancient wild reindeer pitfall trapping systems as indicators for former migration patterns and habitat use in the Dovre Region, Southern Norway. *Rangifer* 28: 79– 87
- Kivimäki I, B. Van Moorter, M. Saerens (2024). Sensitivity to network perturbations in the randomized shortest paths framework: theory and applications in ecological connectivity. *Journal of Physics: Complexity*, Volume 5, 2
- 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.
- Meld. St. 18 (2023–2024). *Ein forbetra tilstand for villrein?* Klima- og miljødepartementet. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-18-20232024/id3015097/Miljodirektoratet> (2024). Databasen: "Sett villrein" settvillrein-test.miljodirektoratet.no/OmSettVillrein.aspx
- Niebuhr, B.B., Panzacchi, M., van Moorter, B., Gundersen, V., & Tveraa, T. (2023a). Scenarioanalyser – evaluering av effekten av avbøtende tiltak for villrein i Rondane Nord. NINA Rapport 2359.
- Niebuhr, B. B., Panzacchi, M., & Van Moorter, B. (2023b). *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., Panzacchi, M., Van Moorter, B., Gundersen, V., & Tveraa, T. (2023c). *Scenarioanalyser – evaluering av effekten av avbøtende tiltak for villrein i Rondane Nord*. NINA Rapport 2359.
- 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.
- 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., & 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. (2022a). *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://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/3031987>
- Panzacchi, M., Van Moorter, B., & Niebuhr, B.B. (2022b). *Wild reindeer Maps. Norwegian wild reindeer landscapes in the Anthropocene. Statistical maps in support to sustainable land planning & managment. WebApp: <https://www.nina.no/Naturmangfold/Hjortedyr/reindeermapsnorway>*.
- [Panzacchi, M., Niebuhr, B.B., Gundersen, V., Lelotte, L. & van Moorter, B. 2024. Scenarioanalyser: evaluering av effekten av avbøtende tiltak for villreinen i Reinheimen-Breheimen. NINA Rapport 2478.](#)
- Riksantikvaren (2024). Tjeneste Kulturminnesøk <https://www.kulturminnesok.no/>
- 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://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/2991315>
- Rolandsen, C. M., Tveraa, T., Gundersen, V., Røed, K. H., Tømmervik, H., Våge, J., Skarin, A., Strand, O., & Hansen, B. B. (2023). Klassifisering av 14 ikke-nasjonale villreinområder etter kvalitetsnorm for villrein. Første klassifisering – 2023. In 136. Norsk institutt for naturforskning (NINA). <https://brage.nina.no/nina-xmlui/handle/11250/3106763>
- Strand, O., Gundersen, V., Thomassen, J., Andersen, R., Rauset, G. R., Rømtveit, L., Mossing, A., Bøthun, S.W. & Ruud, A. 2019. GPS villreinprosjektet i Setesdal-Ryfylke. Avbøtende tiltak. NINA Rapport 1457. Norsk institutt for naturforskning.
- Strand, O., Panzacchi, M., Jordhøy, P., Van Moorter, B., Andersen, R., og Bay, L. A. 2011. Villreinsens bruk av Setesdalsheiene. Sluttrapport fra GPS-merkeprosjektet 2006–2010. - NINA Rapport 694.
- Van Moorter, B., Kivimäki, I., Noack, A., Devooght, R., Panzacchi, M., Hall, K. R., Leleux, P., & Saerens, M. (2023a). Accelerating advances in landscape connectivity modelling with the ConScape 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., Niebuhr, B. B., Strand, O., & Saerens, M. (2023b). 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. (2023c). *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. <https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap>

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: 978-82-426-5414-4

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