Modellering av Samlet Belastning i villreinfjellet

Hvordan kan modeller, kart og verktøy forstås og brukes i forvaltningen?



Foto: NINA

Manuela Panzacchi

Bram Van Moorter, Bernardo Niebuhr, Marco Særens, Ilkka Kivimäki, Rafael Schouten, Lucie Lelotte, Olav Strand, Vegard Gundersen mm.

The Research Council of Norway

NINA Norwegian Institute for Nature Research

REINSDYR KOM TIL NORGE ETTER ISTIDEN



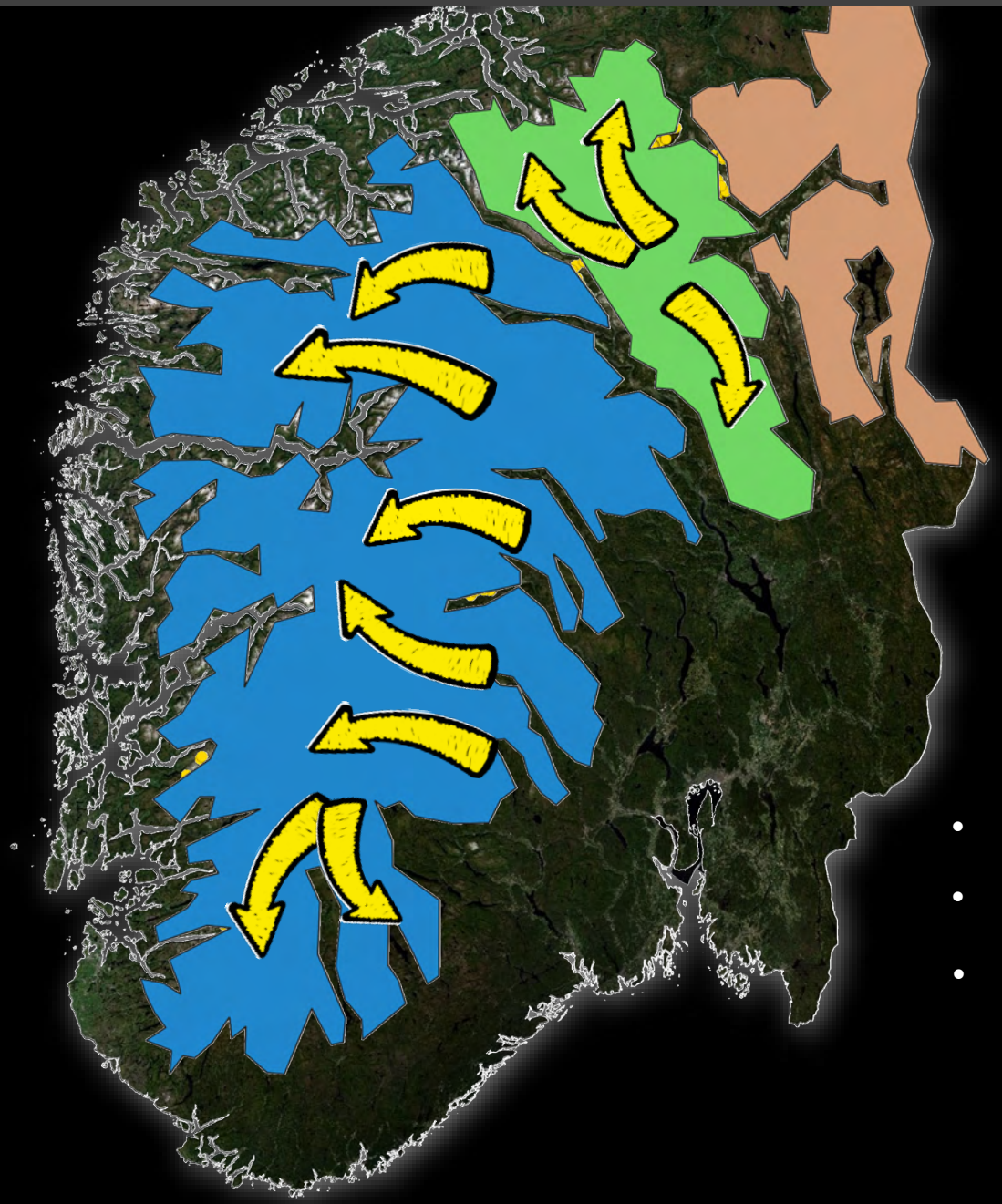
12.500 år siden,
Knokler (Bergen)

For 8.000 år siden.
Merkeanlegg (Alta)



O. Strand

HISTORISKE UTBREDELSESOMRÅDE



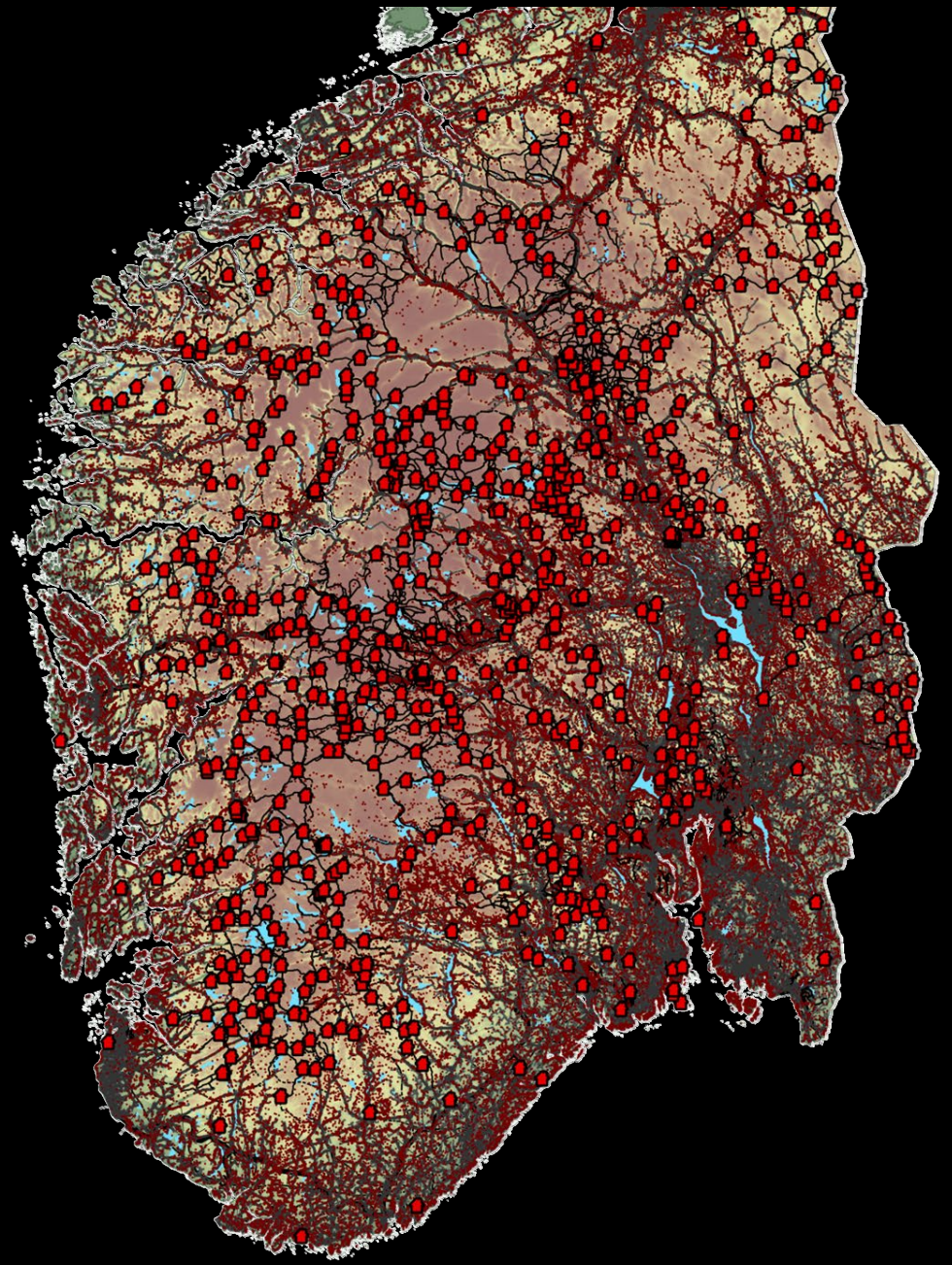
Fangstanlegg
i bruk fra 2 000 til 450 år siden



- 2-3 store bestander
- Store, sammenhengende områder
- Trekk mellom sommerbeiter i vest og sør og vinterbeiter i innlandet

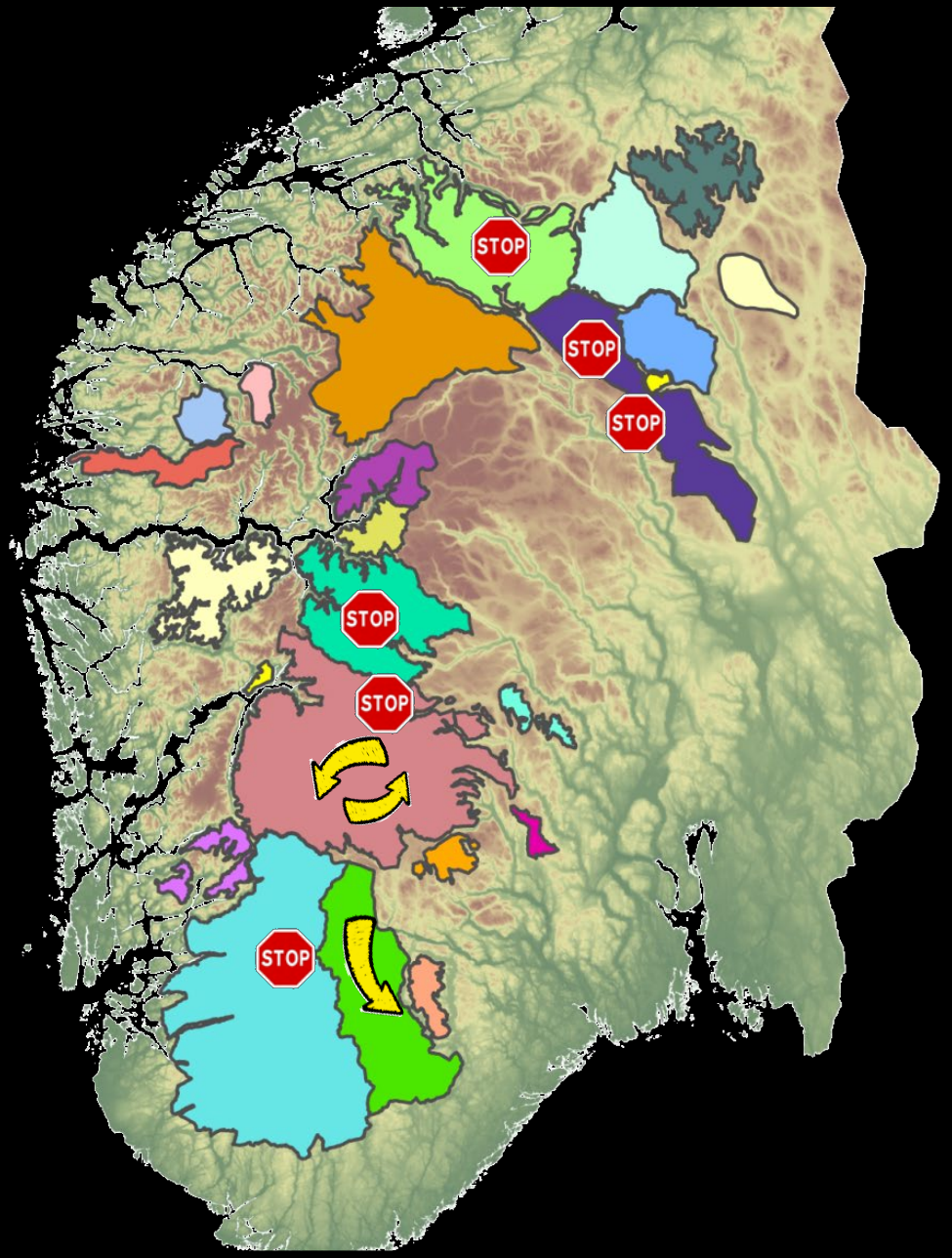
Jordhøy et al 2008; Panzacchi et al 2013

… SÅ BEGYNTE UTBYGGINGEN AV INFRASTRUKTUR



- Hovedveger
- Jernbane
- Vannkraft
- Kraftlinjer
- Mindre veger
- Turisthytter
- Private hytter
- Stier / skiløyper
- … vindkraft, gruvedrift, snøscooter, snøkyting, urban utvikling..

DETTE ER STORSKALAEFFEKTEN AV **SAMLET BELASTNING** PÅ VILLREIN



- HABITAT TAP
- FRAGMENTERING: 24+ isolerte bestander
  få (1 ??) trekkruter er igjen



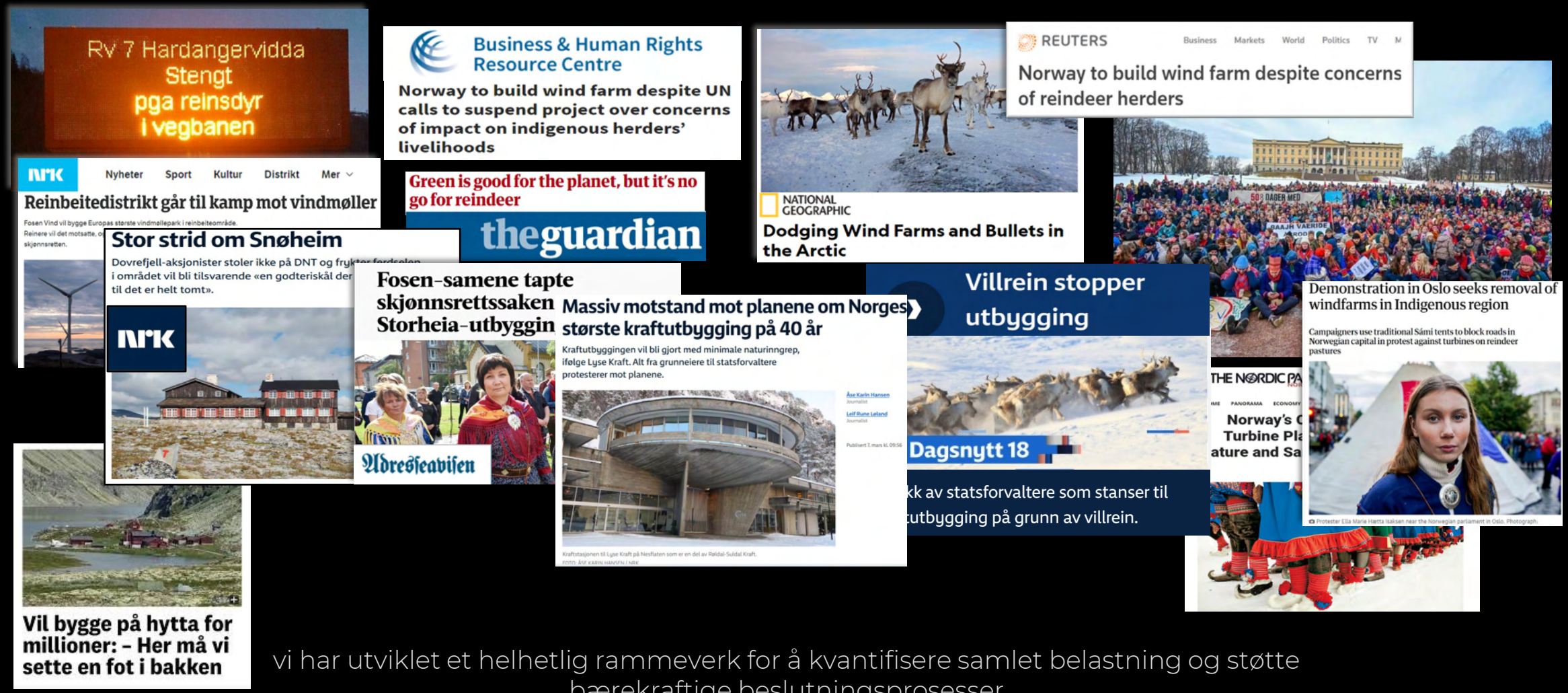
- **Nær truet**
- *(Norwegian red list, 2021)*
- **Vulnerable**

(global IUCN red list, 2016)

Panzacchi et al 2015

Samlet belastning er vanskelig å håndtere – særlig på kommunal nivå – og skaper store interessekonflikter

Behov for helhetlig, objektiv og oppdatert kunnskap – og konkrete verktøy som støtter myndighetenes beslutninger.



vi har utviklet et helhetlig rammeverk for å kvantifisere samlet belastning og støtte bærekraftige beslutningsprosesser







Hver forstyrrelseskilde

avhengig av type, omfang og plassering

TAP AV LEVEOMRÅDE




OneImpact

CUmulative impacT

Niebuhr et al 2022

ConScape

CONnected landSCAPE

Van Vliet et al 2016

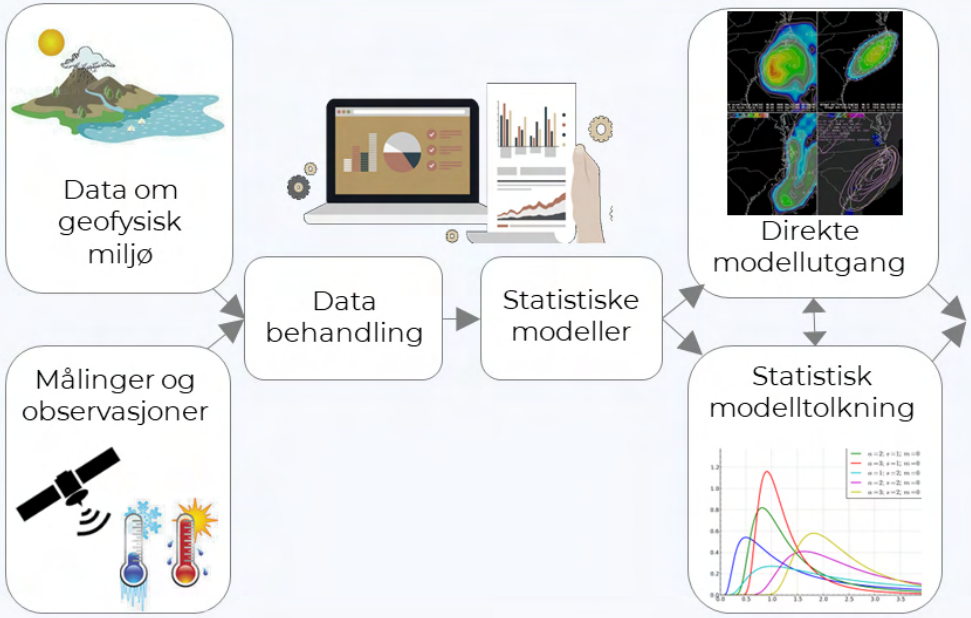
FRAGMENTERING




SAMLET BELASTNING

↓

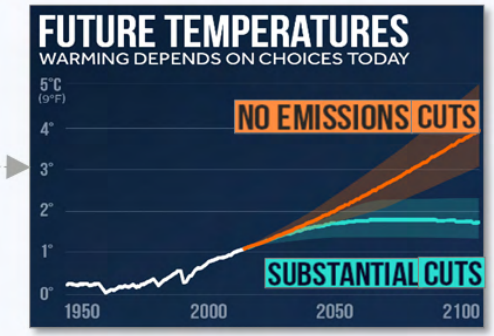
PEKE PÅ KONKRETE TILTAK FOR BÆREKRAFTIG AREALFORVALTNING



KLIMAMODELLER



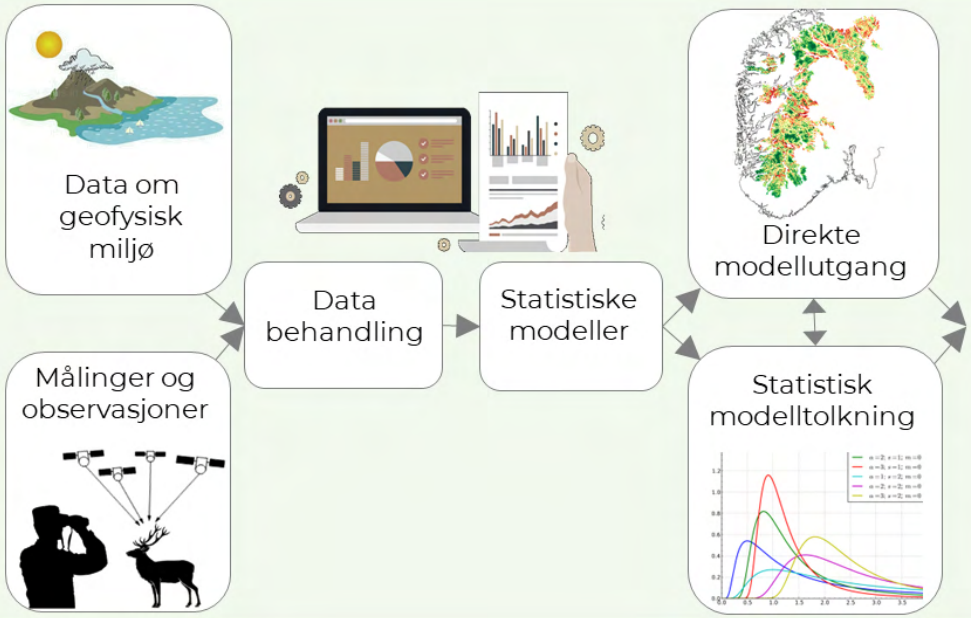
VÆRVARSEL



SCENARIOS
(f.eks. større/mindre kutt i CO2-utslipp)

Paradigmeskifte: fra observasjonsbaserte, lokale kart til nasjonale modeller i naturforvaltning

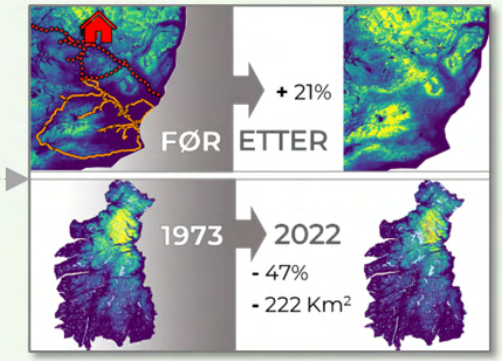
Vi bruker allerede bestands- og genetiske modeller – nå er tiden inne for å integrere habitatmodeller



VILLREINMODELLER



REINDEER HABITAT QUALITY



SCENARIOS
(f.eks. avbøtende tiltak,
eller utbygging av infrastruktur)



ca. 1900

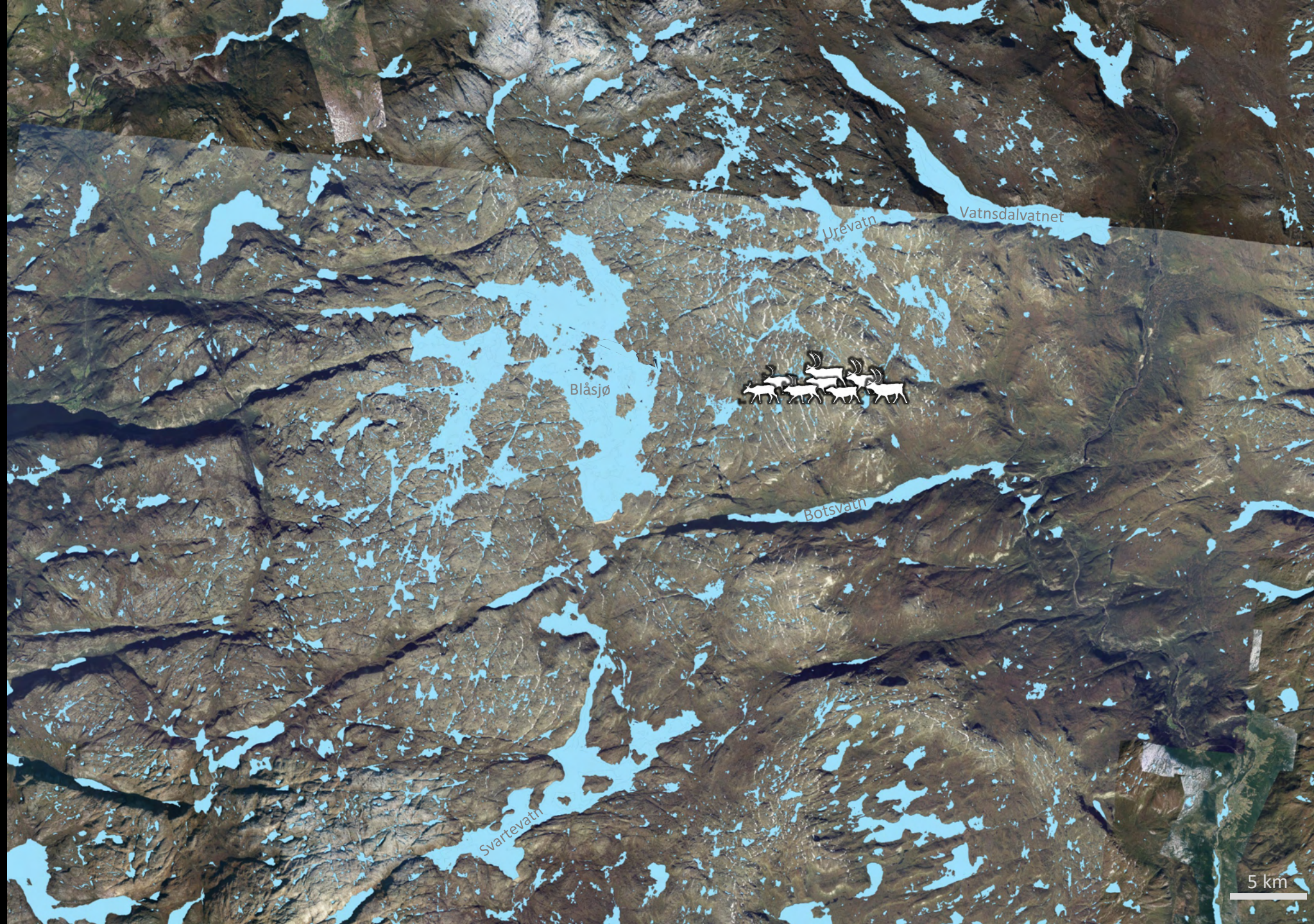
Setesdal Ryfylke

Reinsdyr vandret
over store
uforstyrrede områder

5 km

I DAG

Vannkraft har lagt
110 km² land
under vann siden 1973



Dorber et al 2018

TRINN 1: fokus på hver 100m

I DAG

Vannkraft, veier, jernbane, stier, Turisthytter, private hytter..

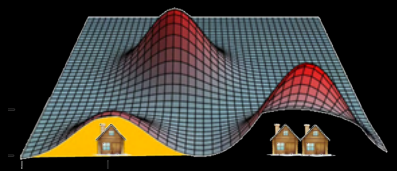
Hva er den kumulative effekten?

Hva er igjen til reinen?



-Habitat tap

- Barrierer



Panzacchi et al 2015, 2016

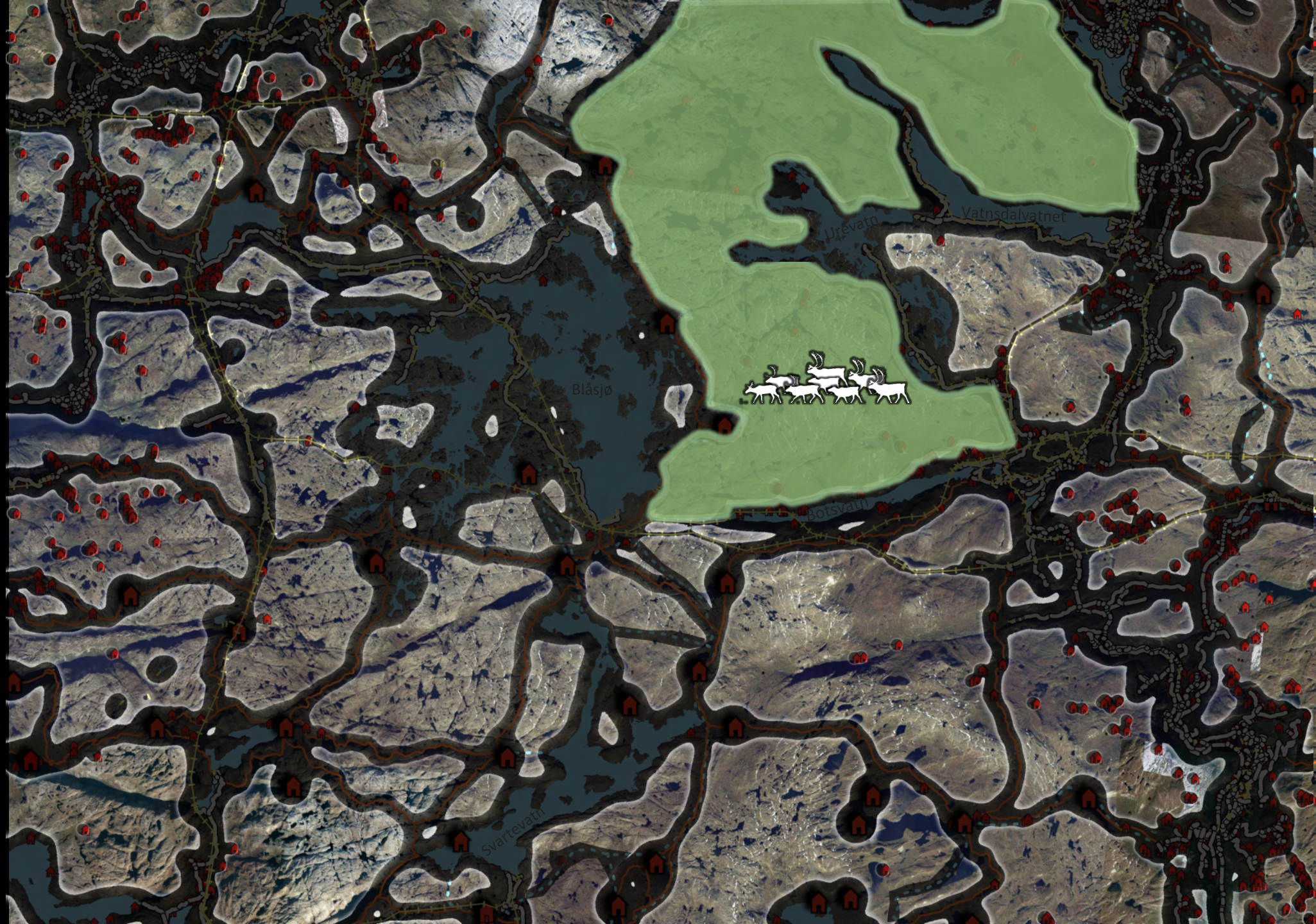
TRINN 2: fugleperspektiv over hele landskapet

FUNKSJONELLE LEVEOMRÅDER

(god kvalitet og godt tilkoblet)

Eks.

100 km²



TRINN 3: Scenario for utbygging

SAMLET PÅVIRKNING

fra hypotetisk ny infrastruktur

- 30 km²





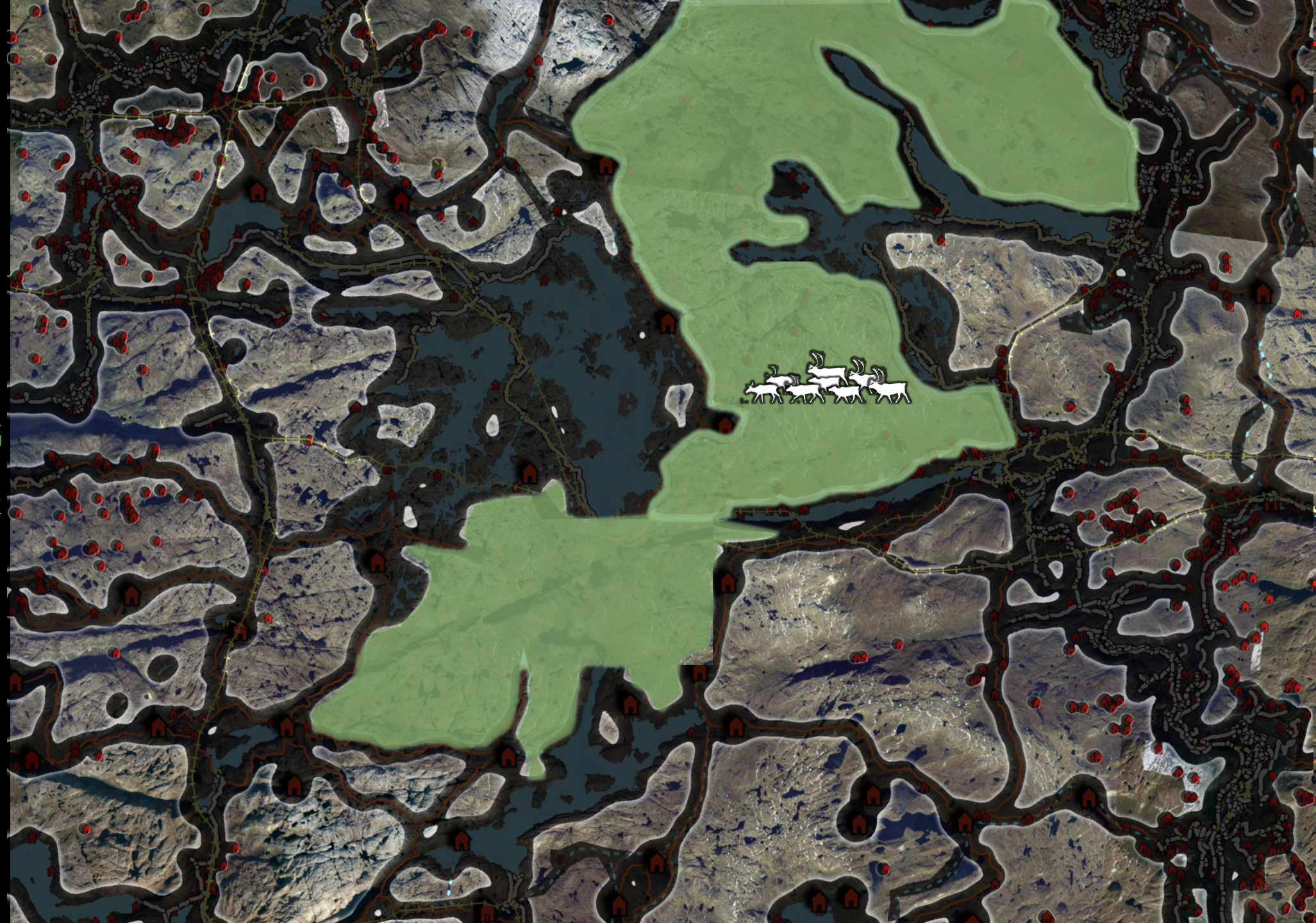
Van Moorter et al 2020,21

TRINN 3: Scenario for restaurering

Effekt av restaurering

eller avbøtende tiltak

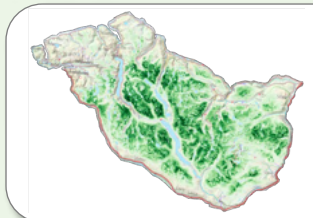
+ 50 km²



DATA

MODELLER - KART

HABITAT KVALITET

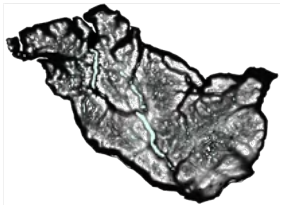


- God, Foretrukket
- Ungått, tapt

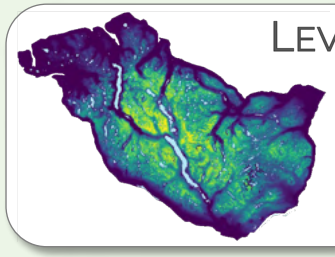
Fokus:
25 x 25 m

BARRIERER

- Liten motstand
- Barrierer



LEVEOMRÅDETS FUNKSJONALITET

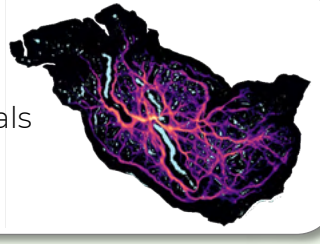


- Høy (god kvalitet og lett tilgjengelig)
- Lav

Fokus:
Konnektivitet

KORRIDORER

- Trekkorridor /flaskehals
- Lite brukt



- INNGREPSKART - *menneskelig påvirkning*
- REFERANSETILSTAND - *habitat for inngrep*
- PÅVIRKNING FRA ULIKE SEKTORER

...

VERKTØY FOR Å STØTTE BESLUTNINGSPROSESSER – FRA LOKALT TIL NASJONALT NIVÅ

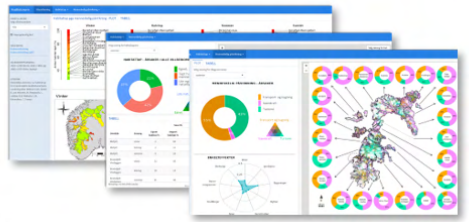
KART PORTAL

Habitat, barrierer, samlet belastning, korridorer, inngrepskart..



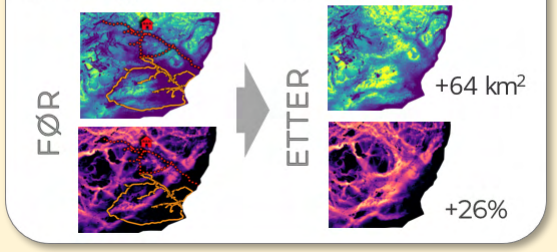
DASHBOARD

Nettverktøy med kart og statistikk
- også egnet for naturregnskap

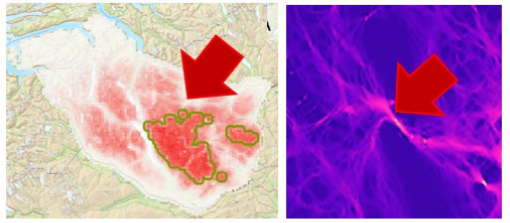


SCENARIOANALYSER

Hva skjer ved ulike tiltak eller endringer i landskap og klima?



SONERING: Prioritere områder / korridorer for vern / restaurering





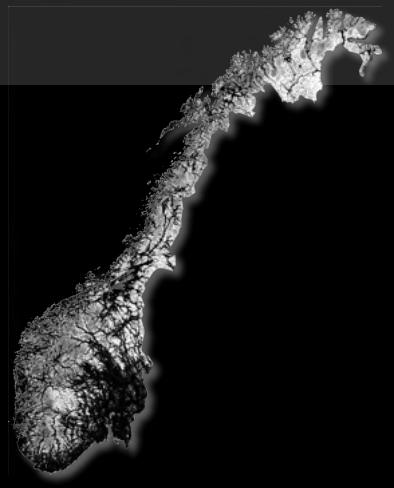
NB: Modeller som vises i presentasjonen, er utdaterte.

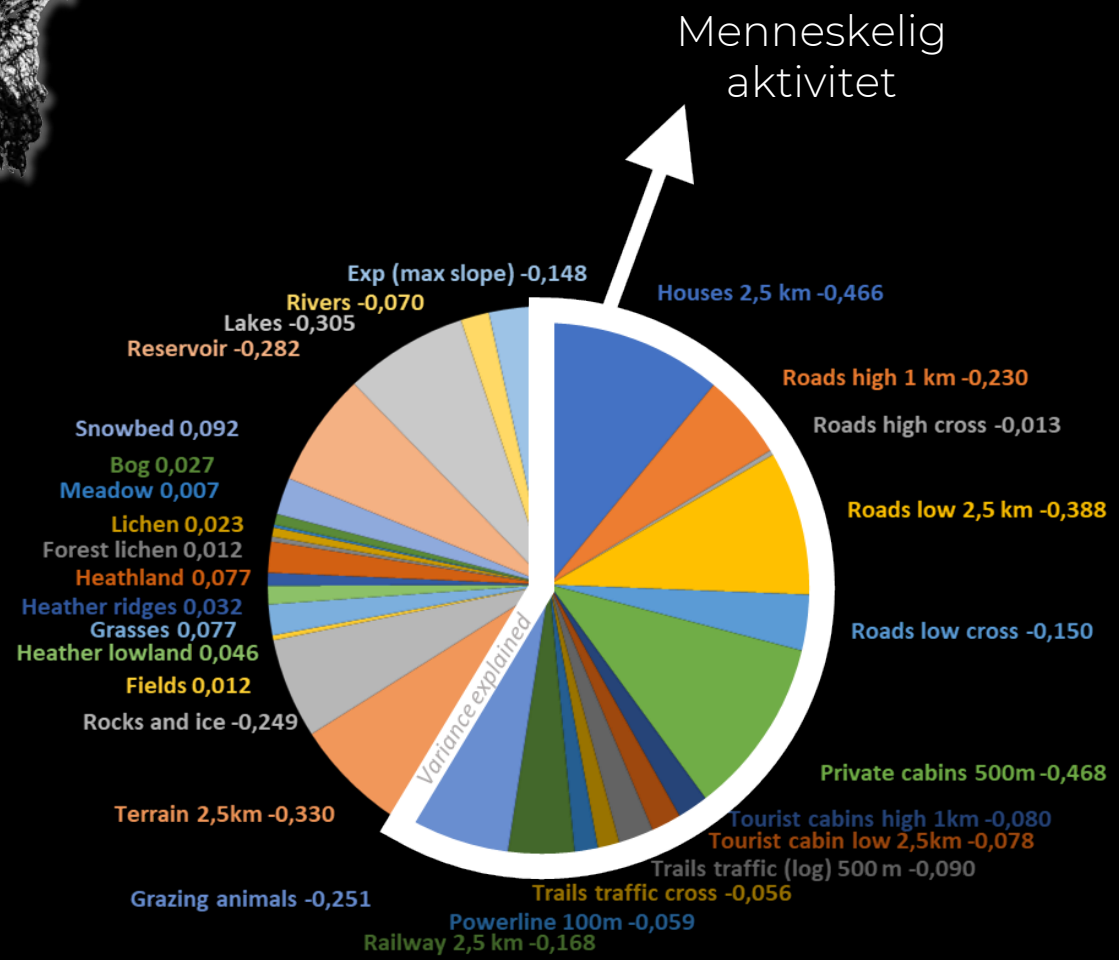
Nye modeller (4. generasjon) er tilgjengelige.

Fokus på hver rute på 25 x 25 m isolert, uavhengig av områdene rund den

HABITAT KVALITET og BARRIERER

Barrierer for villreinens bevegelser





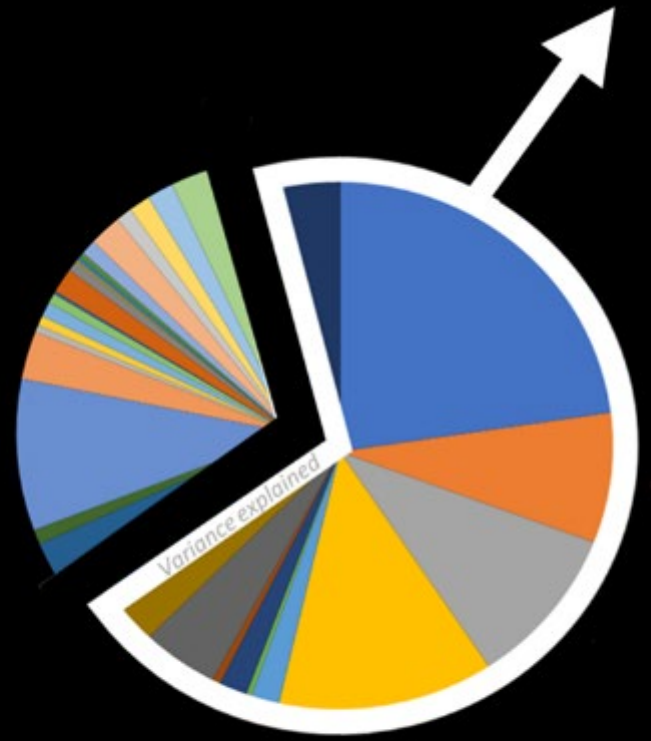


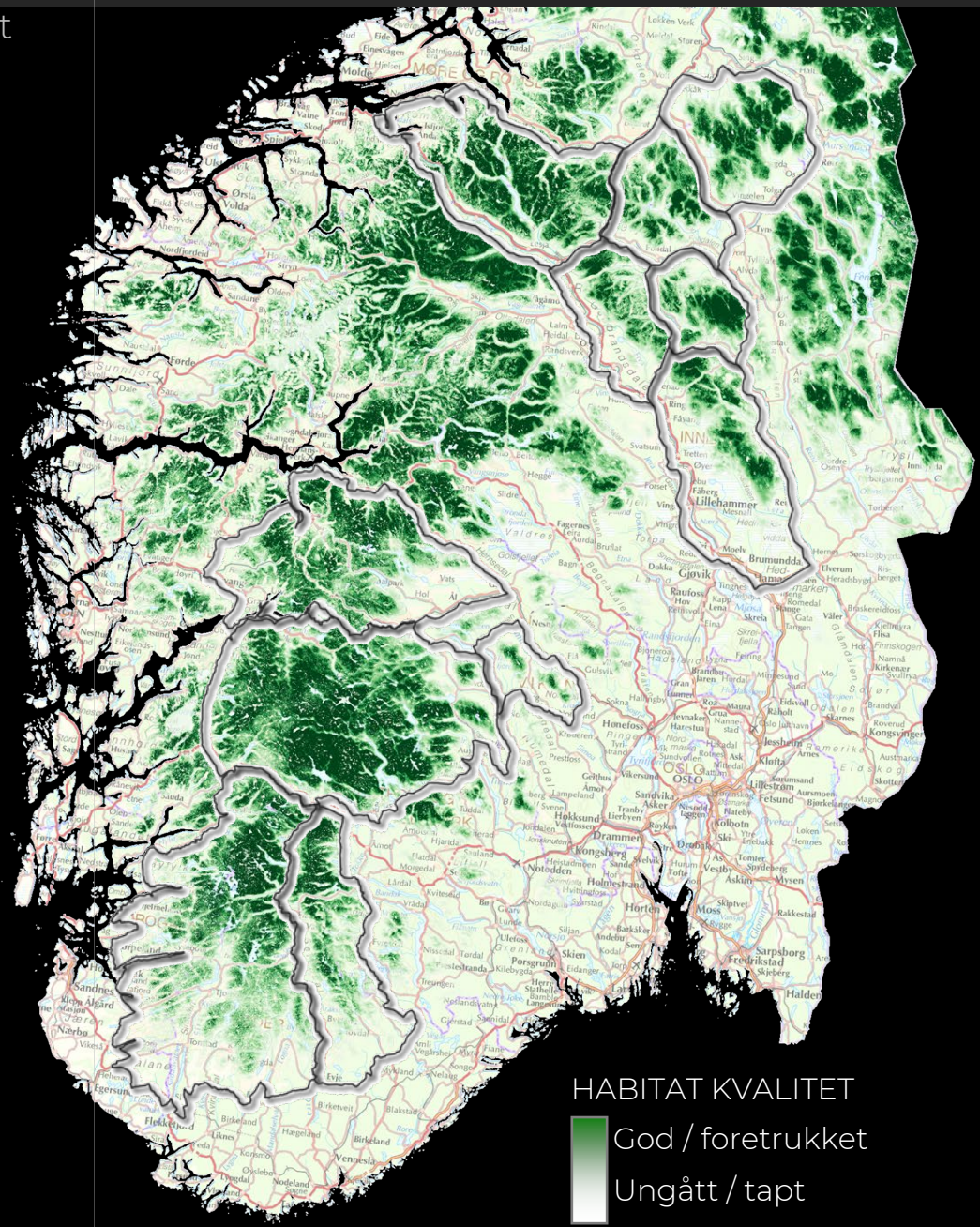
Panzacchi et al 2016a, 2022 a,b

HABITATKVALITET I DAG

vurdert for hver rute isolert

Menneskelig aktivitet

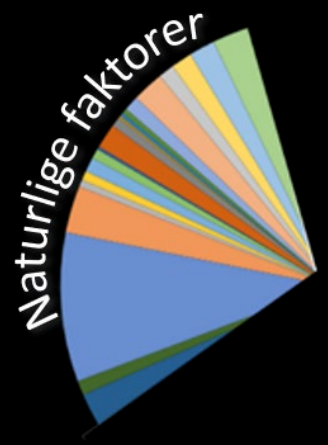


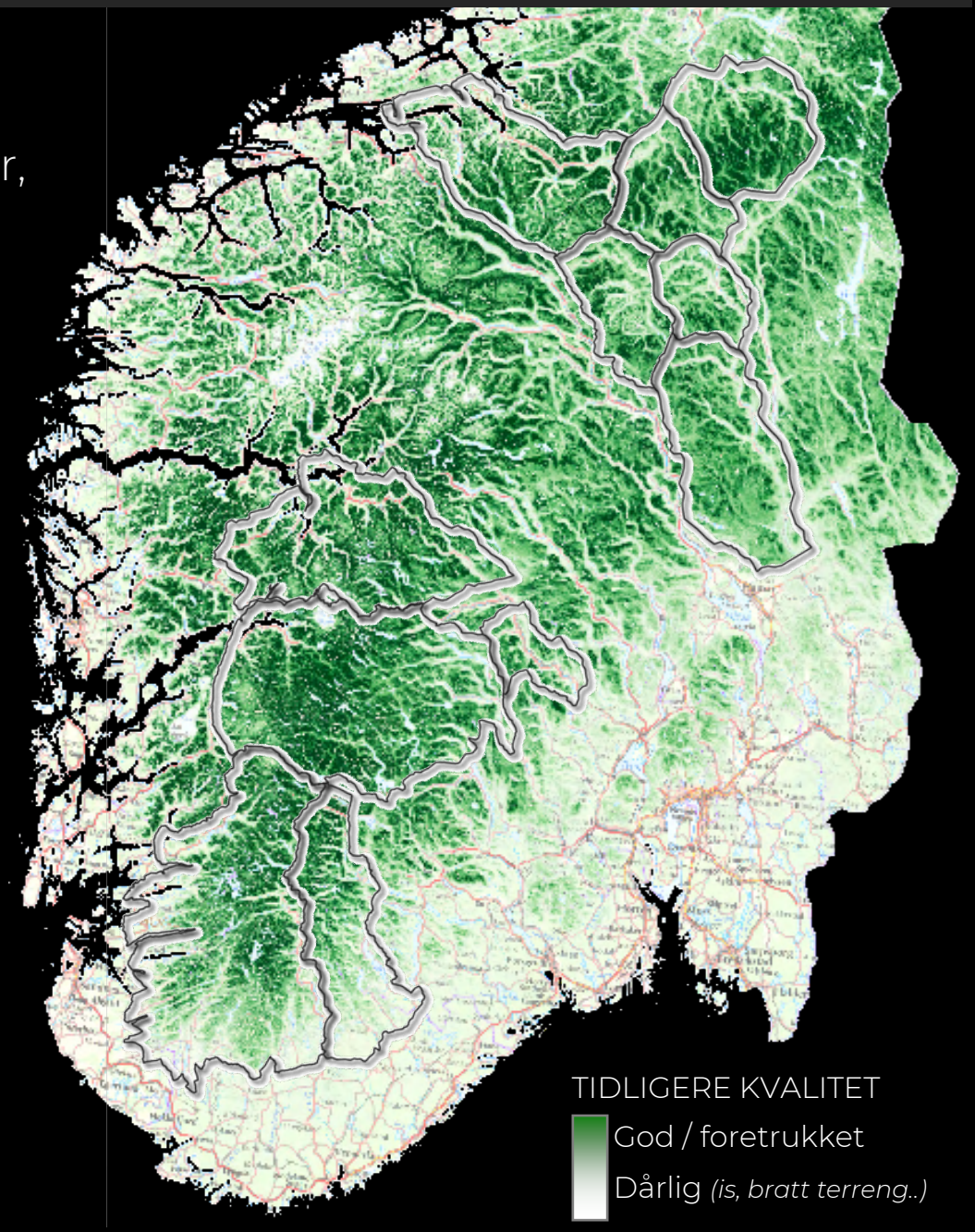


Panzacchi et al 2016b, 2022 a,b, van Moorter et al 2023

TIDLIGERE VIKTIGE HABITAT FOR VILLREIN

Tidligere habitat – før utbygging og menneskelige forstyrrelser, eller slik de kunne vært uten påvirkningen



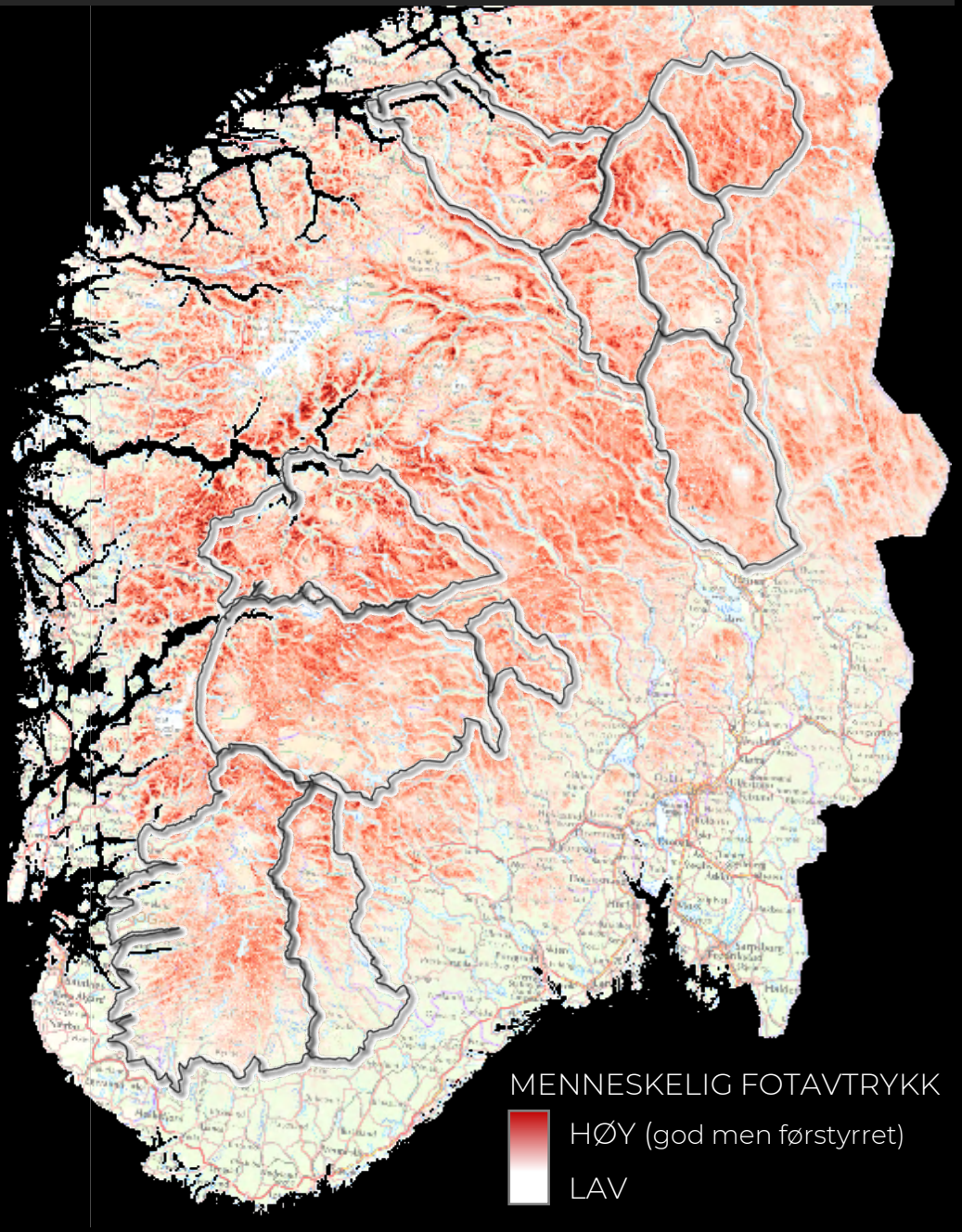


Panzacchi et al 2016b, 2022 a,b, van Moorter et al 2023

INNGREPSKART / MENNESKELIG FOTAVTRYKK

Potensielt gode beiteområder
påvirket av menneskelige forstyrrelser





Panzacchi et al 2016b, 2022 a,b, van Moorter et al 2023



@ NINA / camera mounted on GPS collar

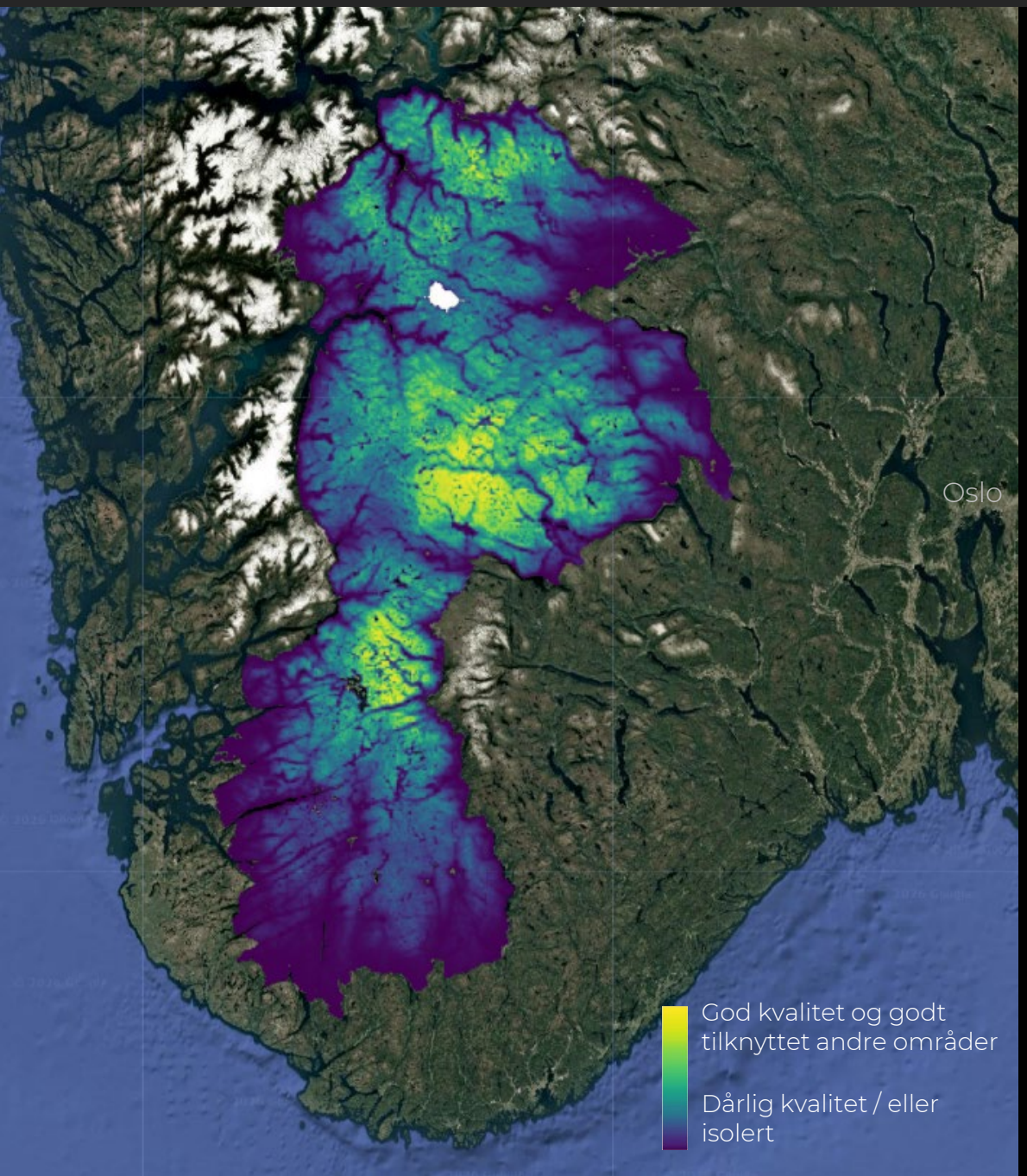


Nettverksmodeller

Konnektivitet - hele landskapet i sammenheng

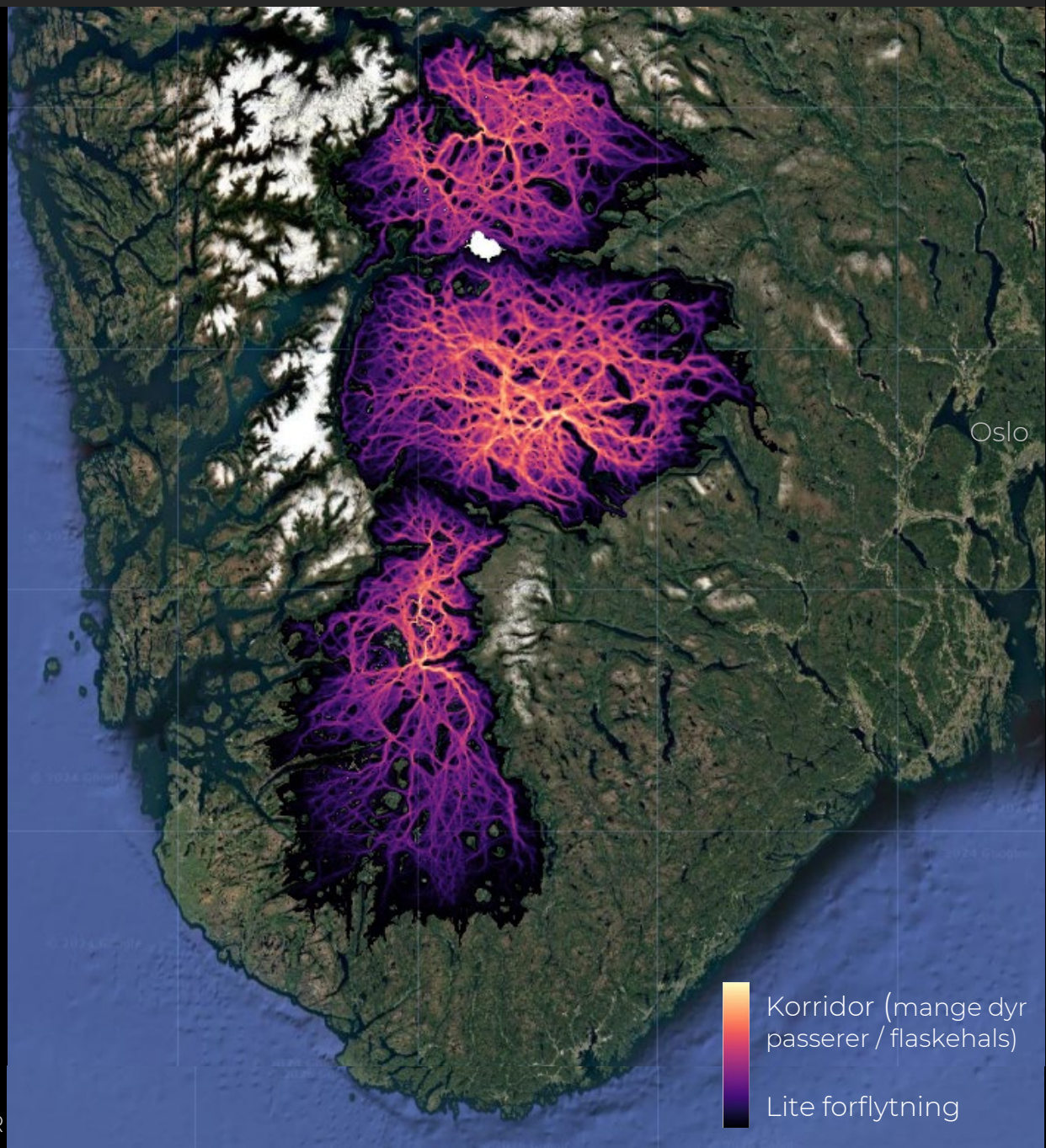
KORRIDORER og FUNKSJONELLE OMRÅDER

FUNKSJONELLE LEVEOMRÅDER



SOMMER

KORRIDORER

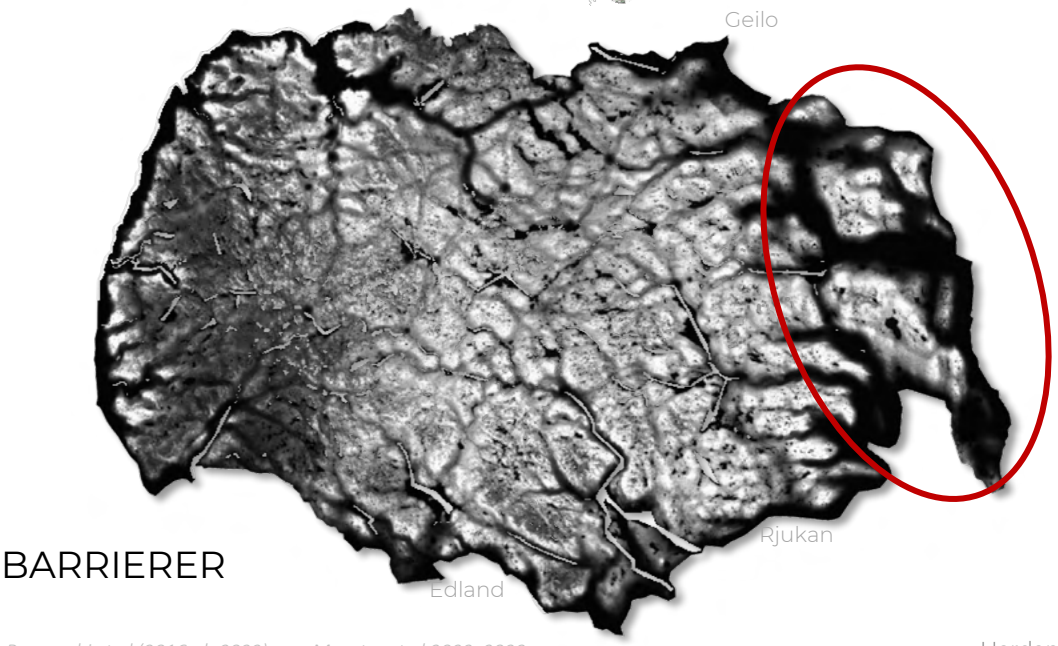


HVORDAN TOLKE HOVEDKARTENE FOR VILLREIN?

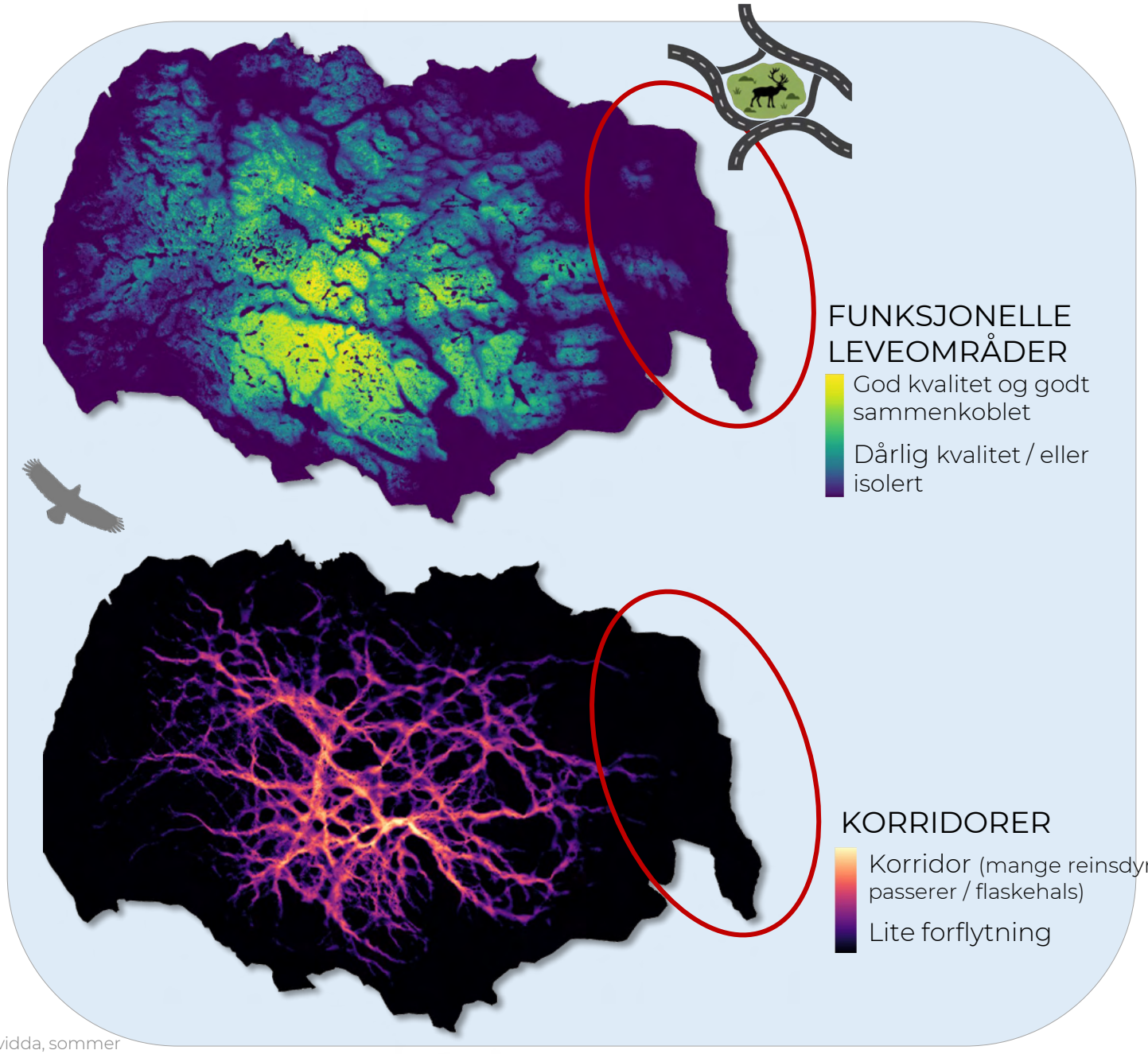


INNGREPSKART

Potensielt gode men påvirket av forstyrrelser



BARRIERER



FUNKSJONELLE LEVEOMRÅDER

God kvalitet og godt sammenkoblet

Dårlig kvalitet / eller isolert

KORRIDORER

Korridor (mange reinsdyr passerer / flaskehals)

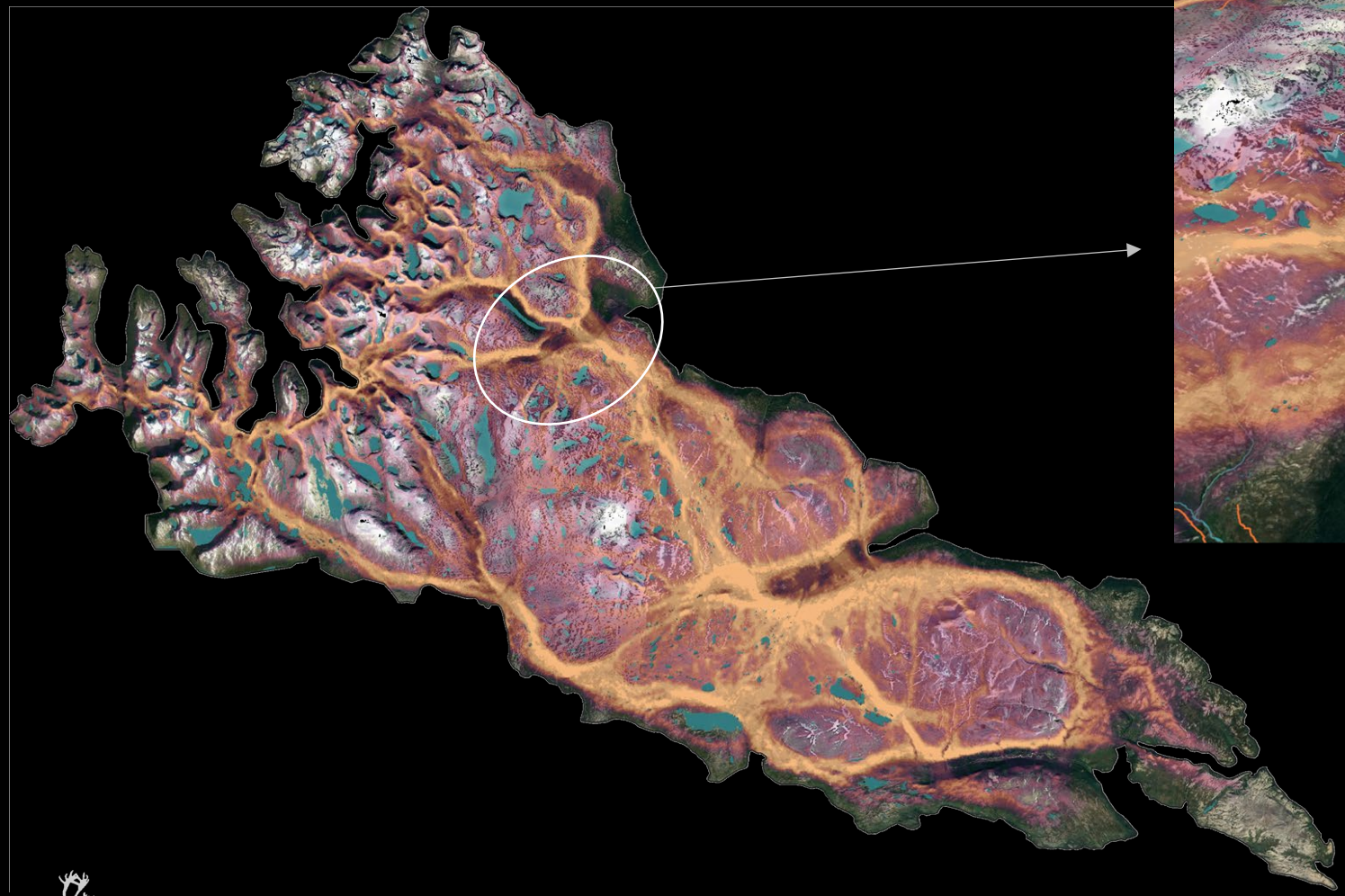
Lite forflytning

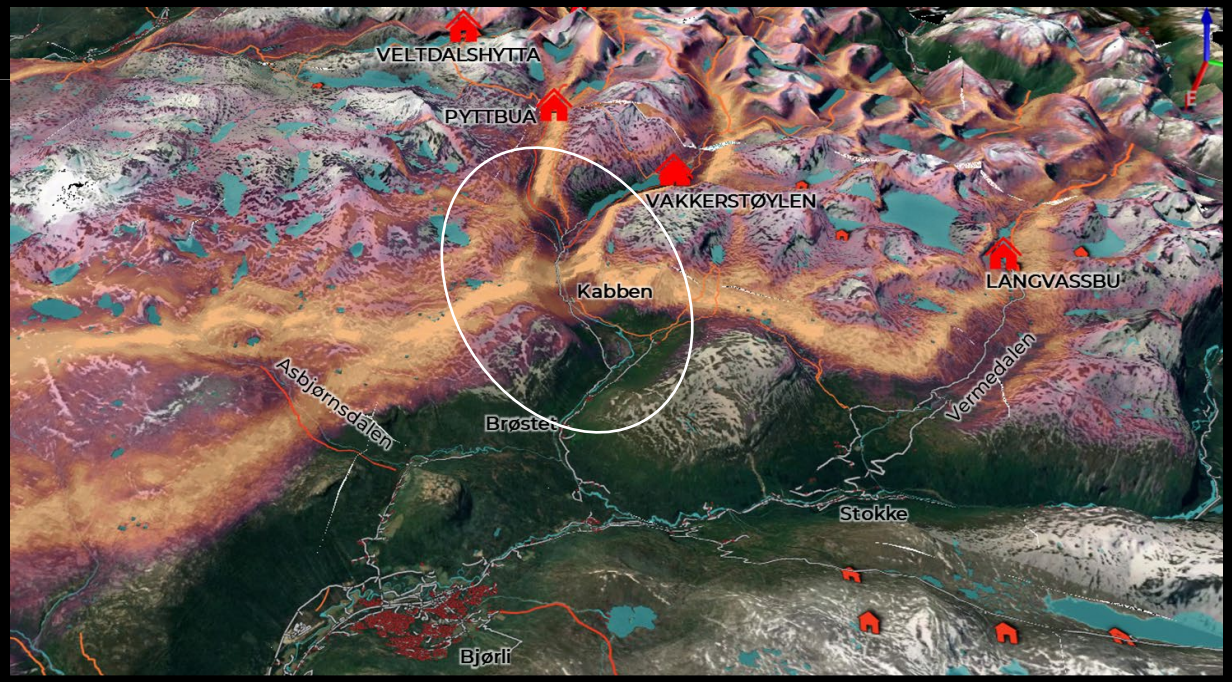
Panzacchi et al (2016a,b,2022), van Moorter et al 2022, 2023

Hardangervidda, sommer

MODELLER GIR ET FUGLEPERSPEKTIV PÅ HELE ØKOLOGISKE NETTVERK OG FLASKEHALSER

OGSÅ I OMRÅDER UTEN GPS-DATA FOR VILLREIN

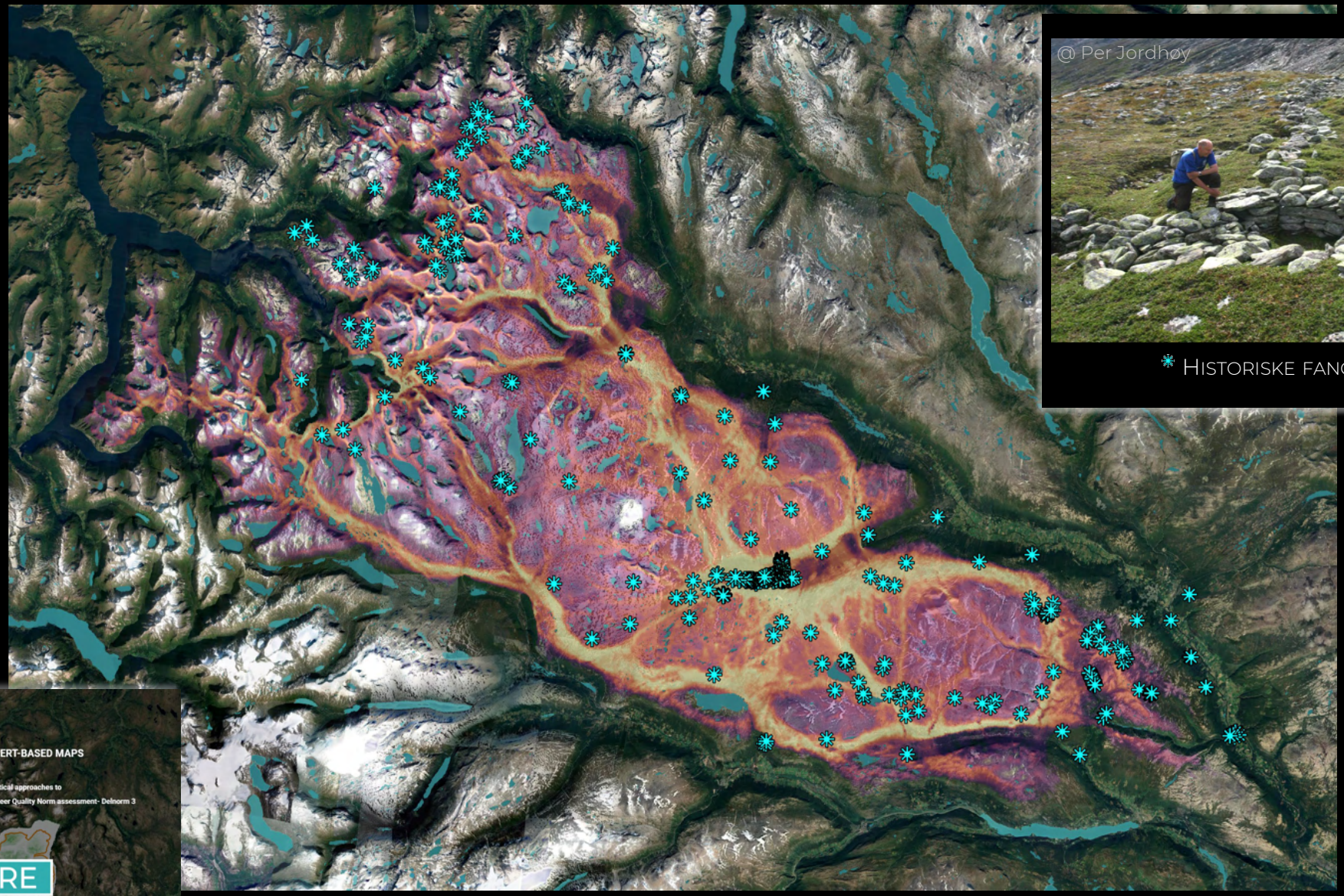




Reinheimen-Breheimen; Panzacchi et al 2024

MODELLER VISER HABITAT OG KORRIDORER OGSÅ I FORTIDEN

Stemmer godt med lokalkunnskap, gamle observasjoner, og historiske fangstanlegg, som vitner gamle korridorer



❄ HISTORISKE FANGSTANLEGG



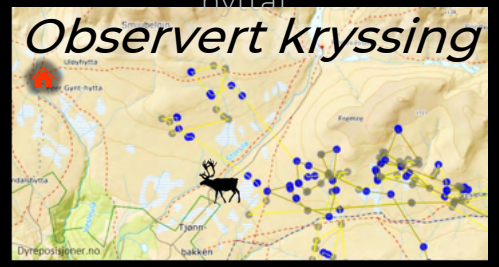
Reinheimen-Breheimen; Panzacchi et al 2024

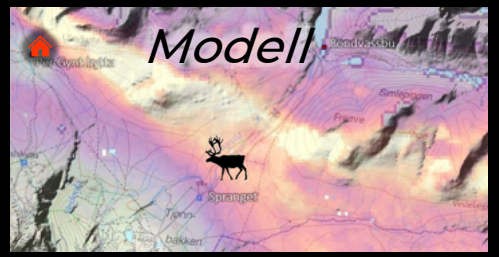
MODELLER - MED INTEGRERTE LOKALE DATA - KAN VÆRE SVÆRT PRESISE

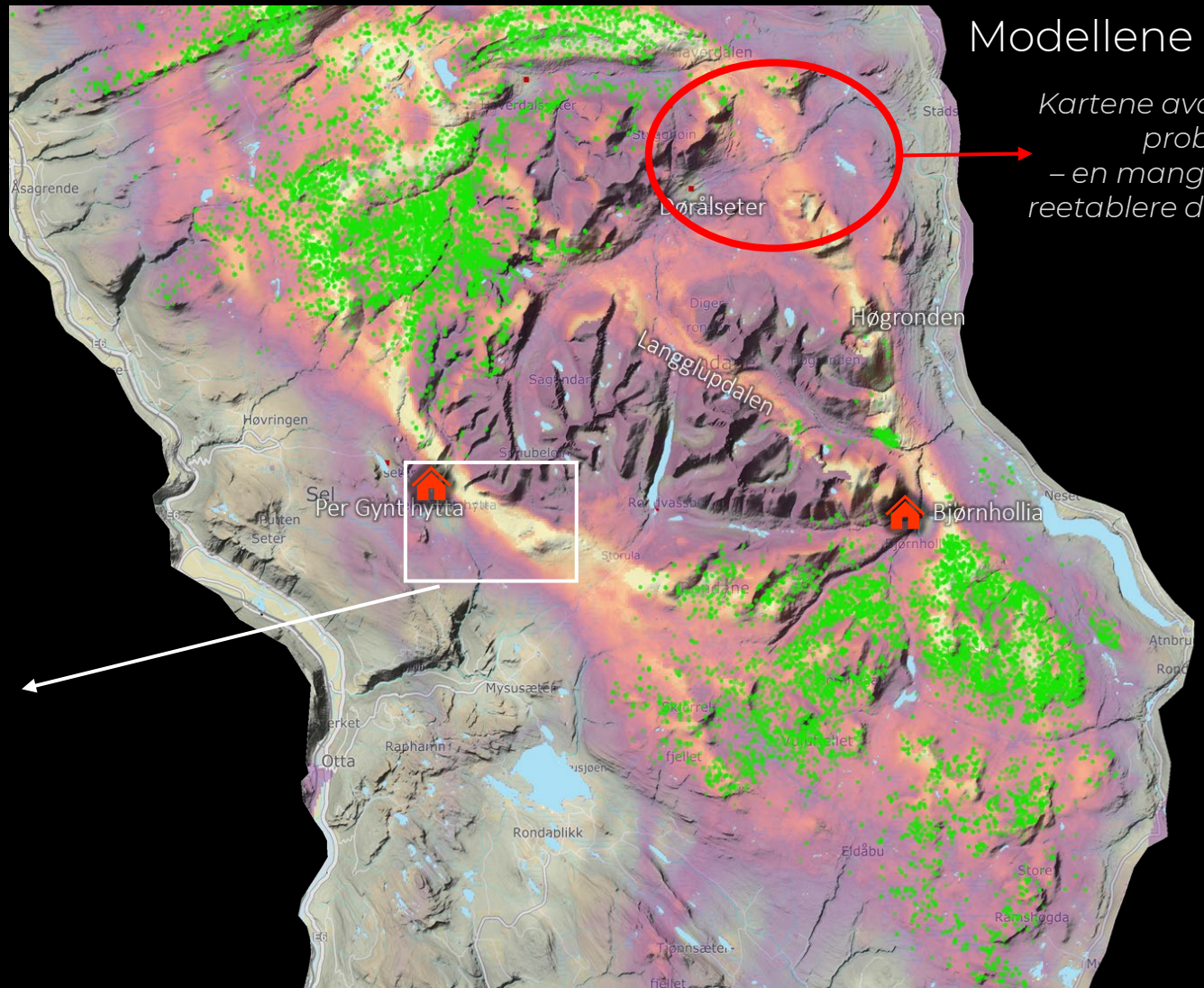
«Alle modeller er feil, men noen er nyttige»

Nasjonale modeller, basert på alle tilgjengelige data, gir robust kunnskap om samlet belastning på tvers av sektorer – noe lokale analyser alene ikke kan avdekke, fordi påvirkningsfaktorene er sterkt korrelert lokalt. Modellene må tilpasses med oppdaterte lokale data – og kan gi svært presise resultater som kan støtte forvaltningen direkte.

I studieperiode i 2023,
120 dyr krysset veien
mellom Spranget og Rondvassbu
(de snudde før de traff Per Gynt hytta)







Modellene kan gi ny innsikt

Kartene avdekket et mulig nytt problemområde – en manglende kobling for å reetablere de gamle korridorene

KORRIDORER

Korridorer/ flaskehalser
Lite forflytning

GPS posisjoner, sommer

RONDANE NORD

Niebuhr et al (2023)



HVORDAN KAN MODELLER OG VERKTØY STØTTE KUNNSKAPSBASERT FORVALTNING?

FRA SAMLET BELASTNING *TIL* HELHETLIGE LØSNINGER

“Aktørar på tvers av sektorar og forvaltningsnivå må dra i same retning dersom tilstanden for villrein skal betrast»

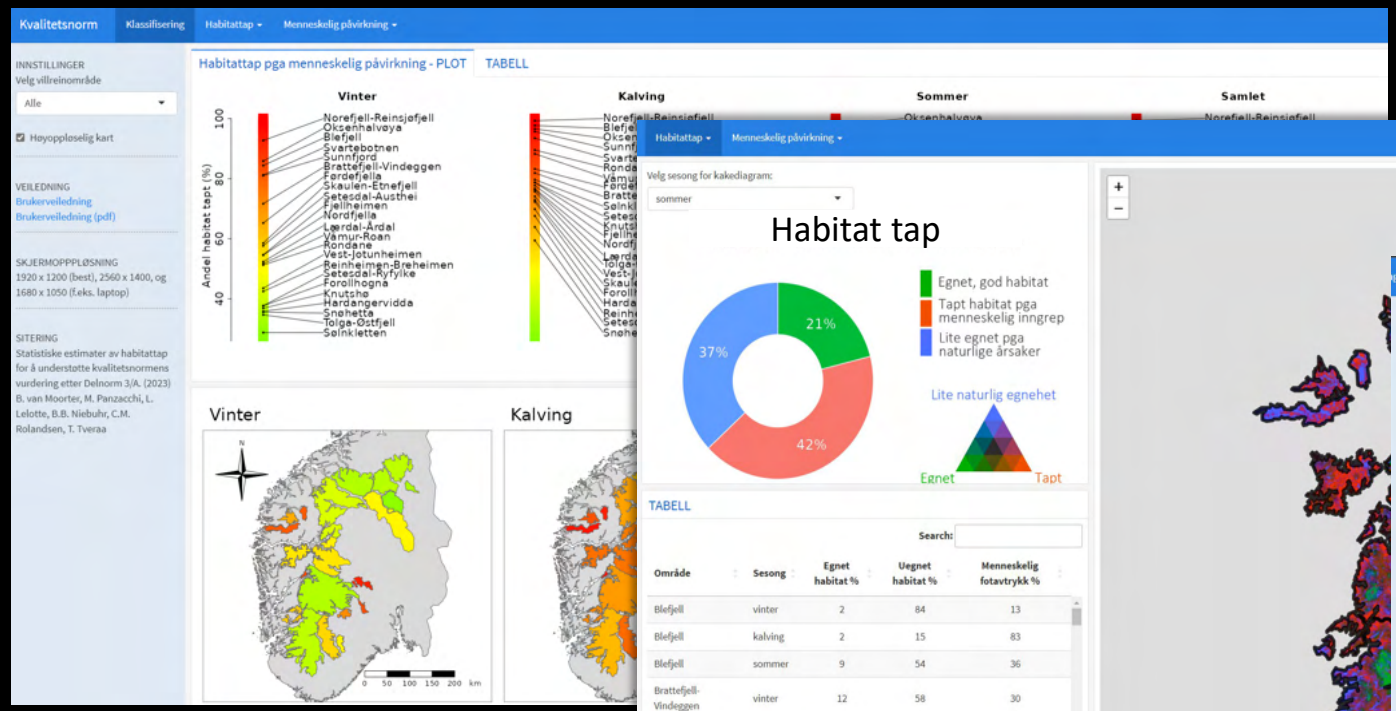


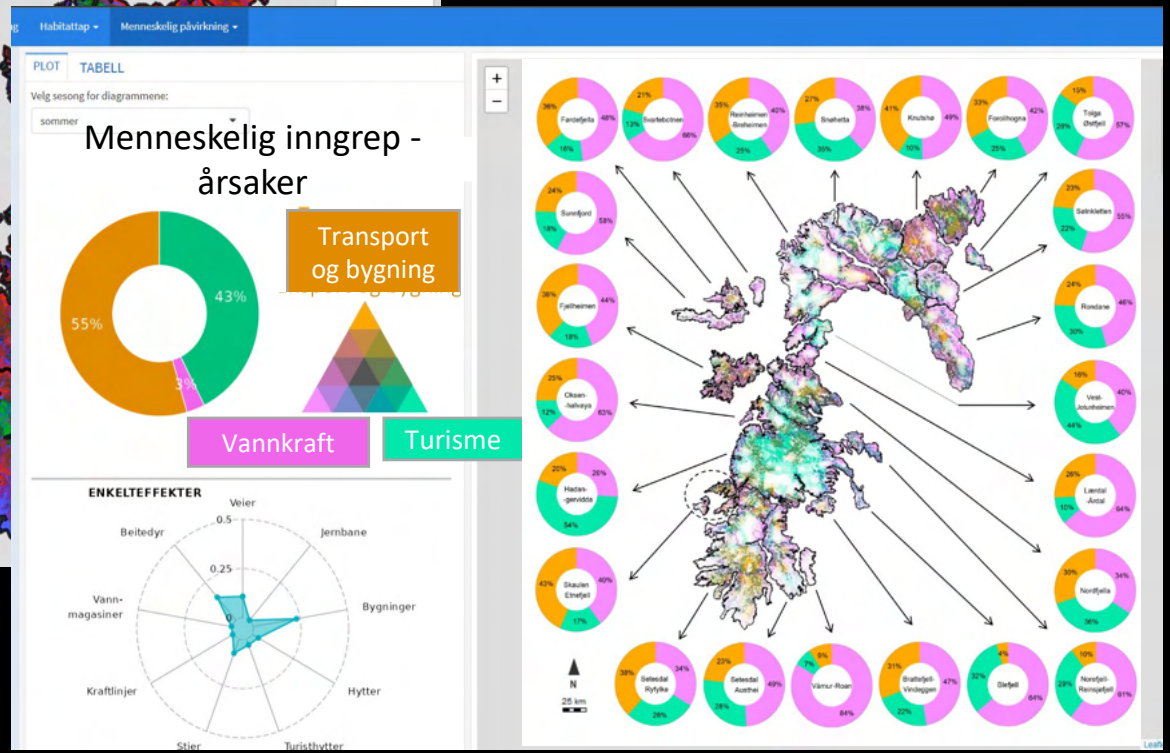
FRA SAMLET BELASTNING *TIL* HELHETLIGE LØSNINGER

1. NETTBASERT KARTVERKTØY: FRA HUNDREVIS AV KART TIL OPPSUMMERT KUNNSKAP

Kart og statistikk over inngrep, tap av leveområder og årsakene til tapet

Prototype utviklet for Miljødirektoratet – kan tilpasses ulike behov i (lokal)forvaltningen





- Kvalitetsnorm – Delnorm 3
- Kvantifisering av samlet belastning i områder av interesse
- Fordeling av ansvar / kostnader på tvers av sektorer
- Arealplanlegging / tiltaksplaner / KU
- Naturregnskap for villrein

https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap

Van Moorter et al (2023); Lelotte (2022).. Oppdrag fra Miljødirektoratet for å støtte Kvalitetsnormen- Delnorm 3

MODELLER FOR TAMREIN I NORGE OG SVERIGE

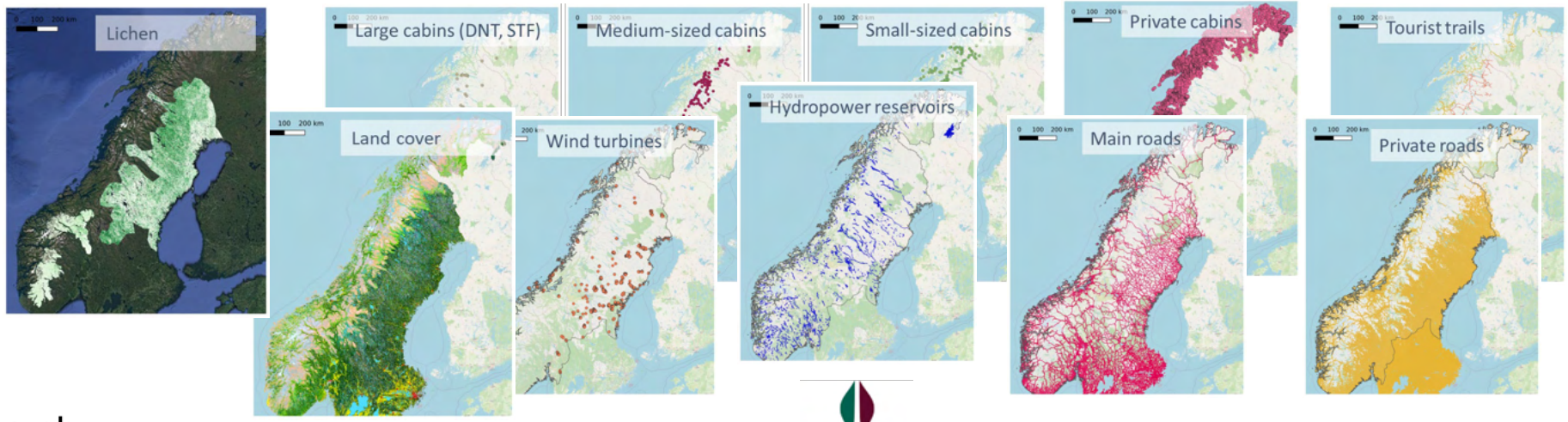
Kartene er klare og skal diskuteres med reindriften før publisering





GPS data:

- 3239 simler (2002-23)
- Norge: 19 områder
- Sverige: 10 områder



The Research Council of Norway

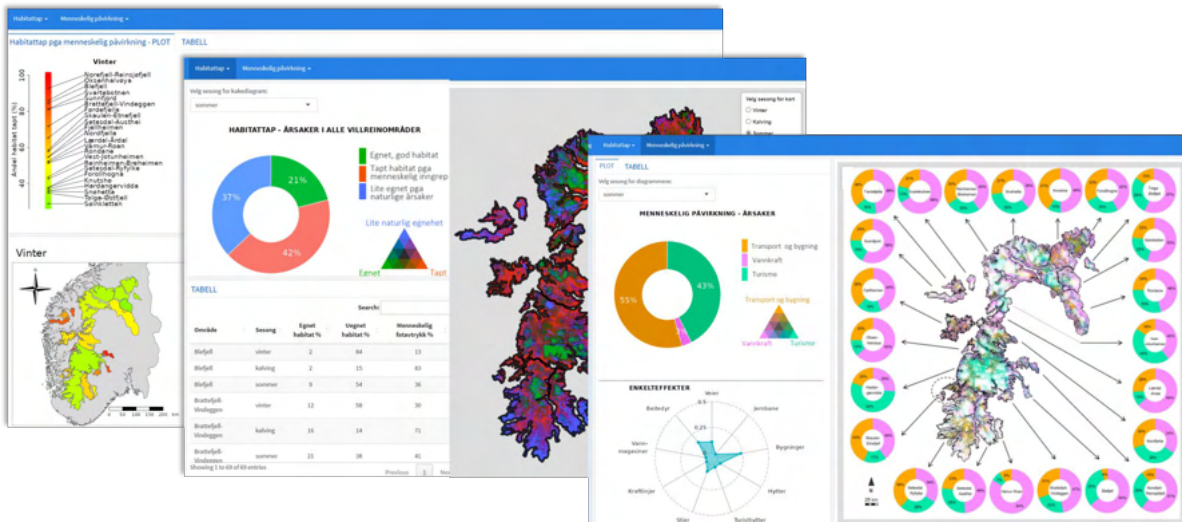
SLU

NINA
Norsk institutt for naturforskning

VI UTVIKLER ET NETTBASERT KARTVERKTØY FOR TAMREIN I NORGE

prosjekt finansiert av Landbruksdirektoratet (med utgangspunkt i dashboardet for villrein)





➔ Mye parallelt arbeid for villrein og tamrein

➔ Lignende behov for modeller og kartverktøy

➔ Muligheter for å samordne strategier for villrein- og tamreinforvaltning?

Landbruksdirektoratet
Eanandoallodirektoráhtta

NINA
Norsk institutt for naturforskning

2. SIMULERINGSVERKTØY:
STØTTE TIL AREALPLANLEGGING, PRIORITERING AV TILTAK, KU

Sammen med lokalforvaltning kan vi simulere samlede konsekvenser av:

- ***EKSISTERENDE INFRASTRUKTUR*** – f.eks. vannkraft vannkraftmagasiner + anleggsveier + kraftlinjer
- ***BYGGE NY INFRASTRUKTUR*** (f.eks. utvide vannkraftanlegg, gjennomføre hele arealplaner, bygge ut tomtereserver…)
- ***AVBØTENDE TILTAK:*** f.eks. veitunneler, stenging eller omlegging av veier og stier, flytting av hytter, tiltak knyttet til vannkraft… - hver for seg eller i kombinasjon
- ***RESTAURERING***

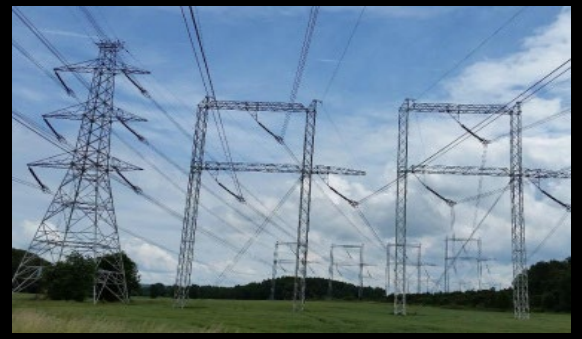












https://reindeermaps.nina.no/Scenario-Analyses

2. SIMULERINGSVERKTØY:

100 scenarier testet så langt - noen i tett samarbeid med lokalforvaltningen



HARDANGERVIDDA

FØR – Habitat

ETTER

SNØHETTA

SN-6. Aursjøe
Fjern hytta, veg

NORDFJELLA

NF-10. Kvevatnet:

SETESDAL RYFYLKE

SR-2. Blåsjø:

SR-1. Brokke-S
Fjern hytte, stier (f

RONDANE - BEST SCENARIO: REMOVE BJØRNHOLLIA, TRAILS & ROAD

estimated gain: + 19.4 Km²

REINHEIMEN -BREHEIMEN

MIGRASJONSKORRIDORER

Korridor eller flaskehals

Lite forflytning

SETESADL RYFYLKE

OVERLIGGENDE VEI

- Dagens situasjon
- Trafikken reduseres
- Fjernes (trafikk → null)
- Omgjøres til «privatvei» (lett trafikk + friluftsliv)
- Omgjøres til turvei

Dagens situasjon: ingen tunnel, *ca.*1300 biler/dag

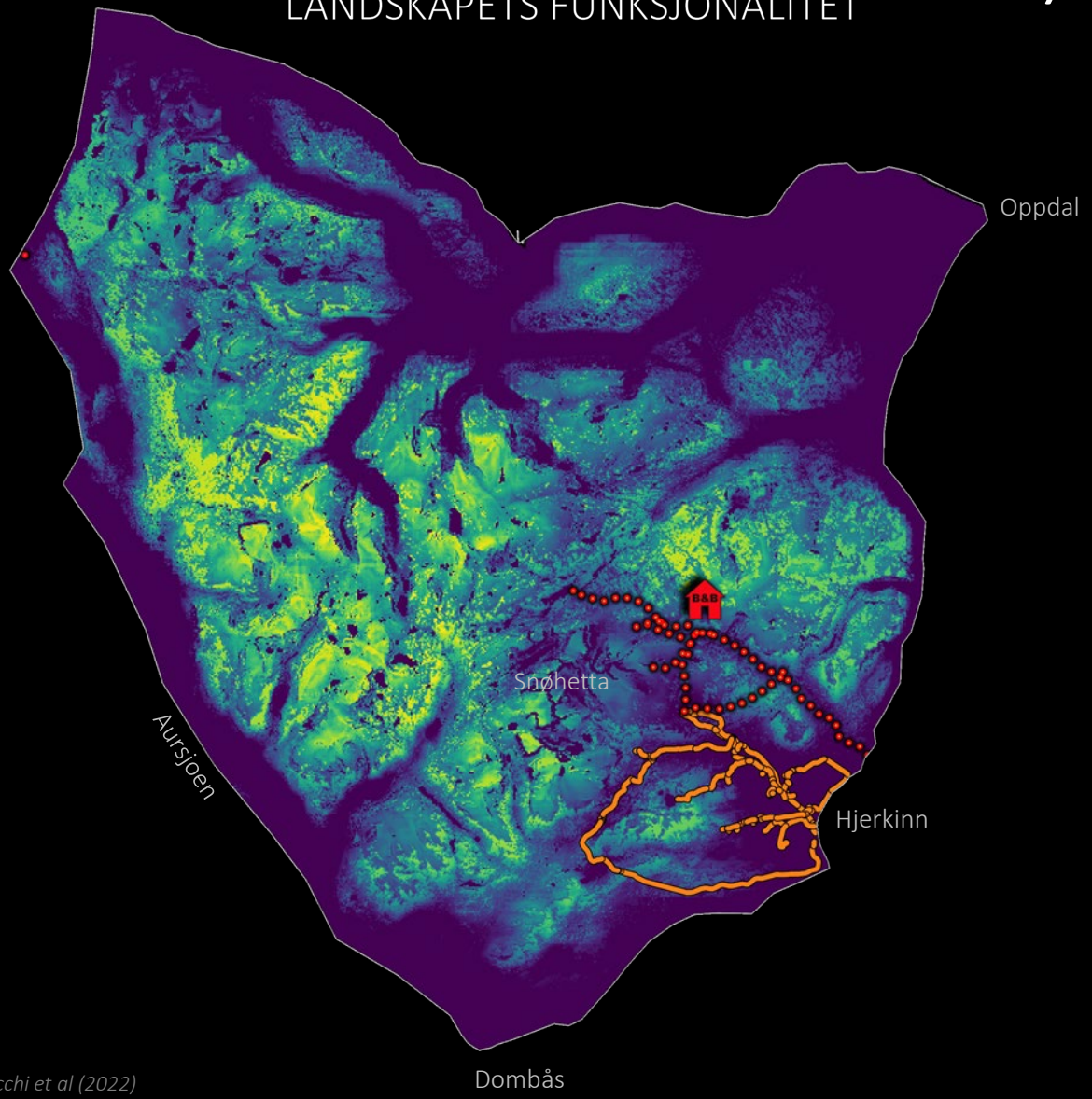
17 km tunnel	11 km tunnel	3 tunneler, 9 km
a	d	g
b	e	h
c	f	i
		j

RESTAUREREINGSSCENARIO: fjerne stier, hytta, veier ved Hjerkinn skytefelt

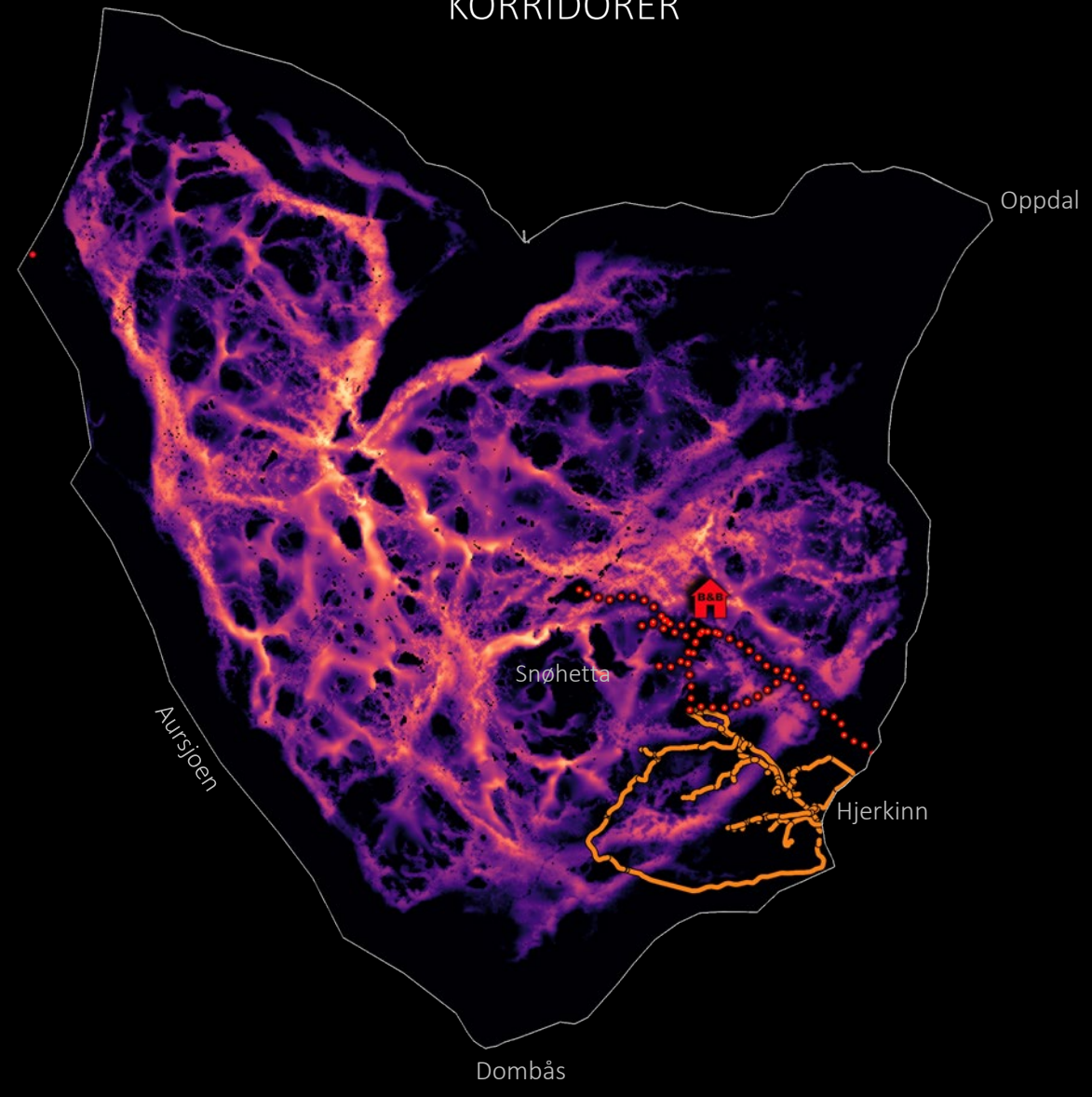


FØR

LANDSKAPETS FUNKSJONALITET



KORRIDORER



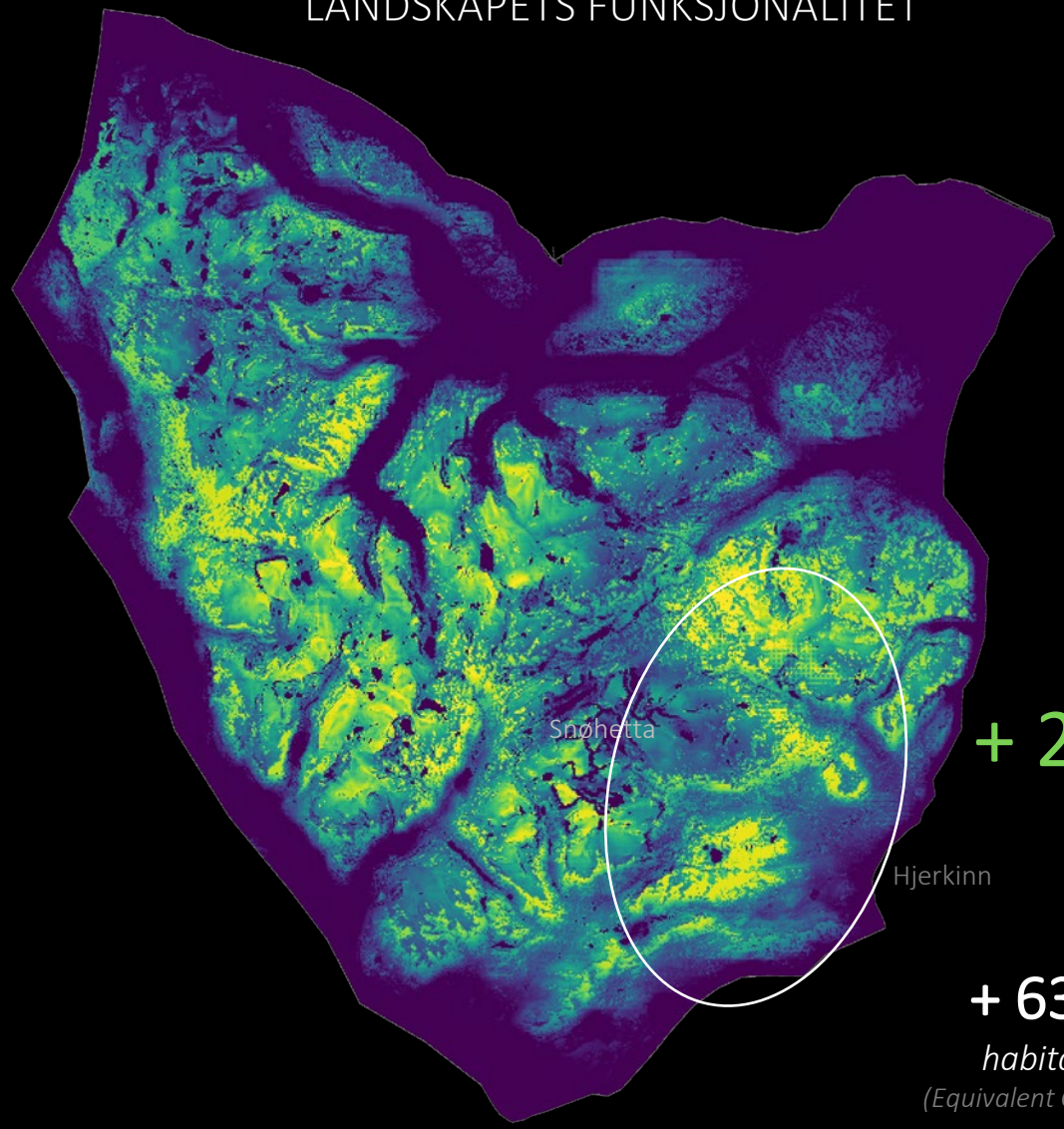
Panzacchi et al (2022)

RESTAUREREINGSSCENARIO: fjerne stier, hytta, veier ved Hjerkinn skytefelt



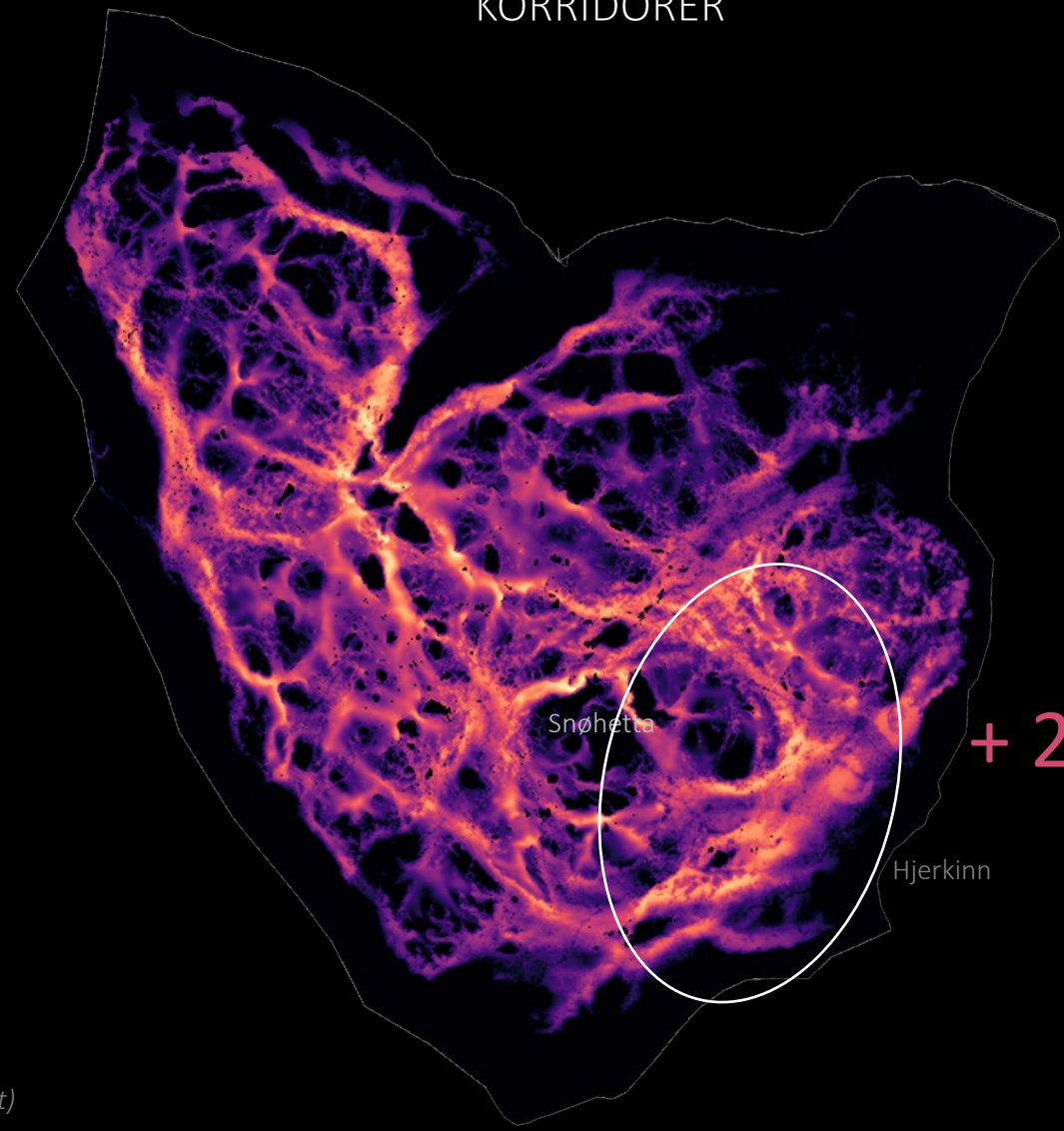
ETTER

LANDSKAPETS FUNKSJONALITET



+ 21 %

KORRIDORER



+ 26 %

+ 63.6 Km²

habitat oppnådd

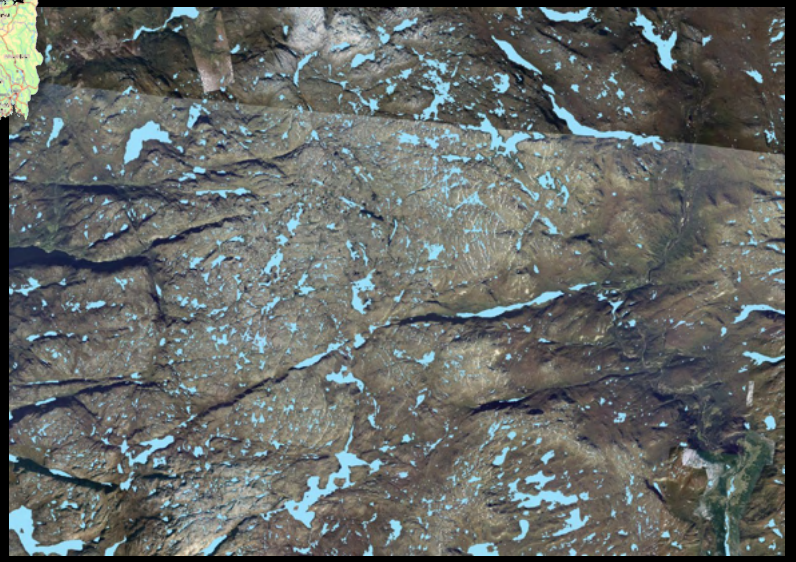
(Equivalent Connected Habitat)

Panzacchi et al (2022)

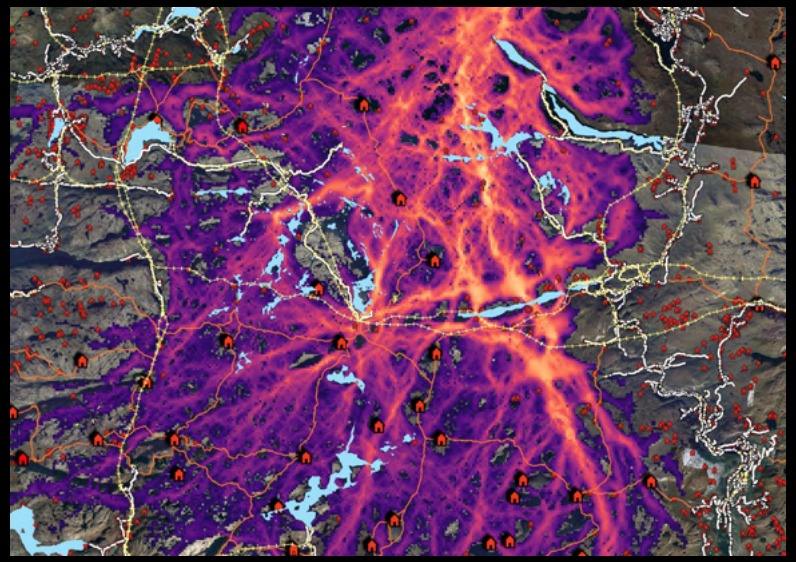
HISTORISK SCENARIO: BEREGNE EFFEKTENE AV VANNKRAFTUTBYGGING I SRV



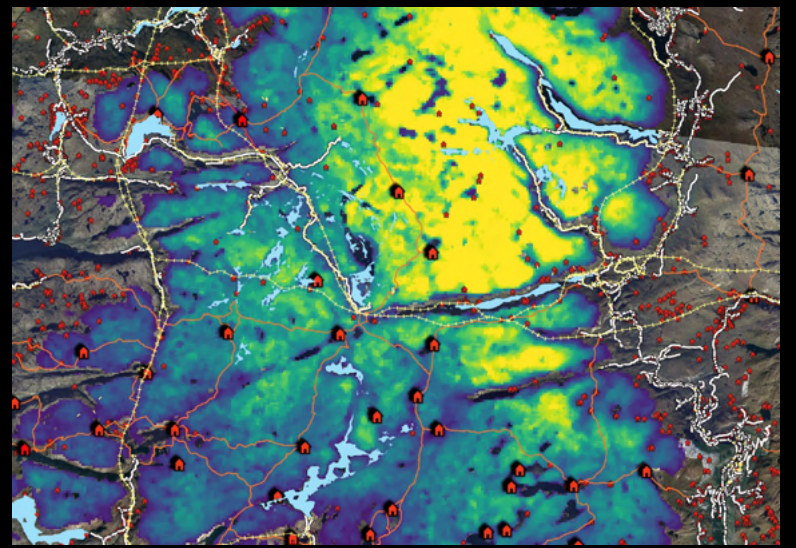
FØR 1973



LAND



KORRIDORER



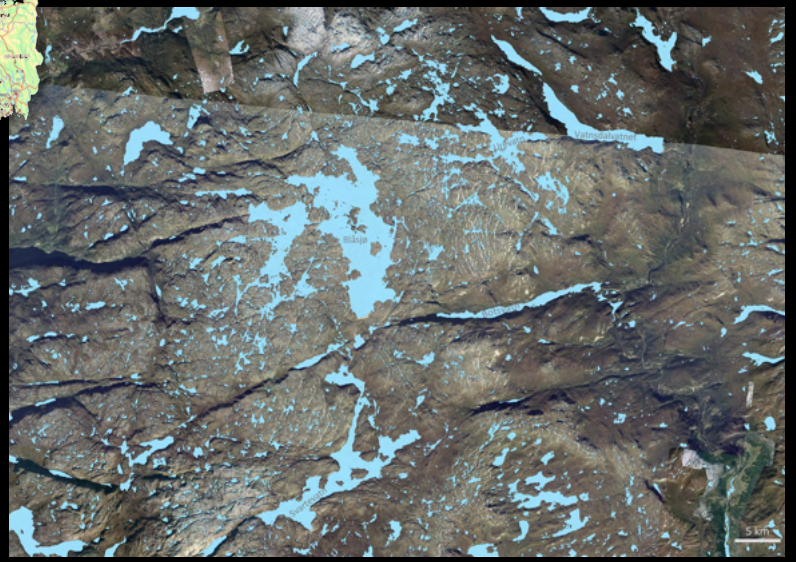
FUNCTIONELT HABITAT

Dorber et al 2018, 2023

HISTORISK SCENARIO: BEREGNE EFFEKTENE AV VANNKRAFTUTBYGGING I SRV

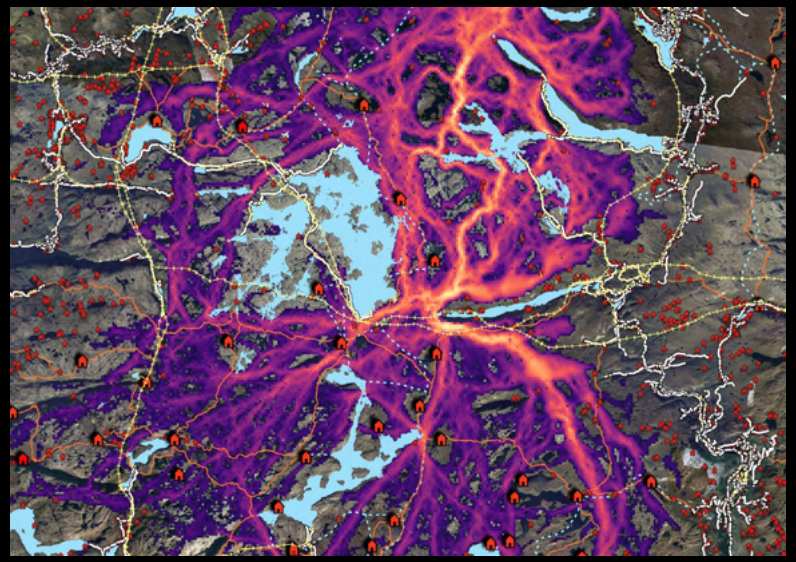


I DAG



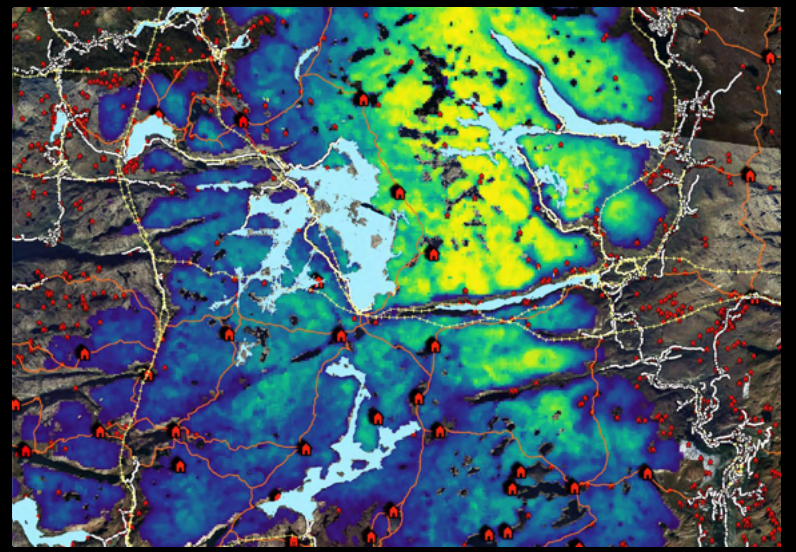
LAND

Oversvømt: 110 Km²



KORRIDORER

- 44 %



FUNCTIONELT HABITAT

Lost : 222 Km²

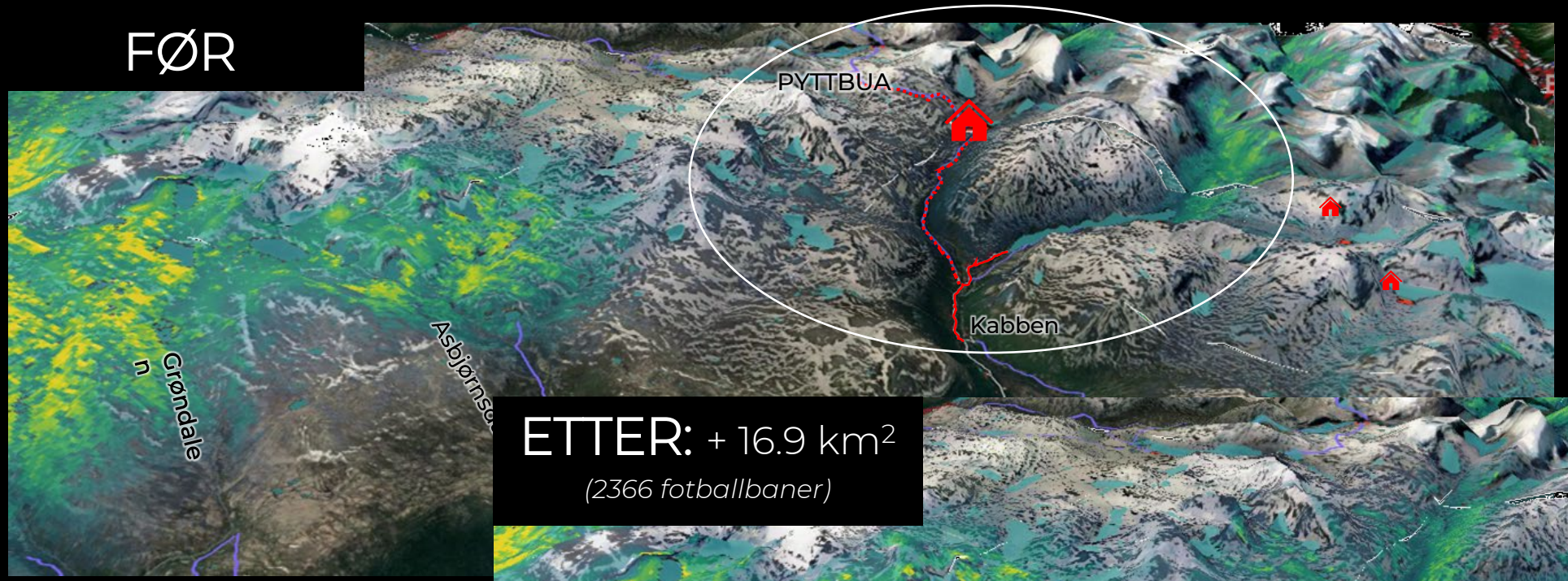
- 47 % (31 092 footballbaner)

Dorber et al 2018, 2023

SCENARIO: Hvordan kan tapte kalvingsområder gjenopprettes?

Er det nok å fjerne turisthytta, eller må også veien og stiene stenges?

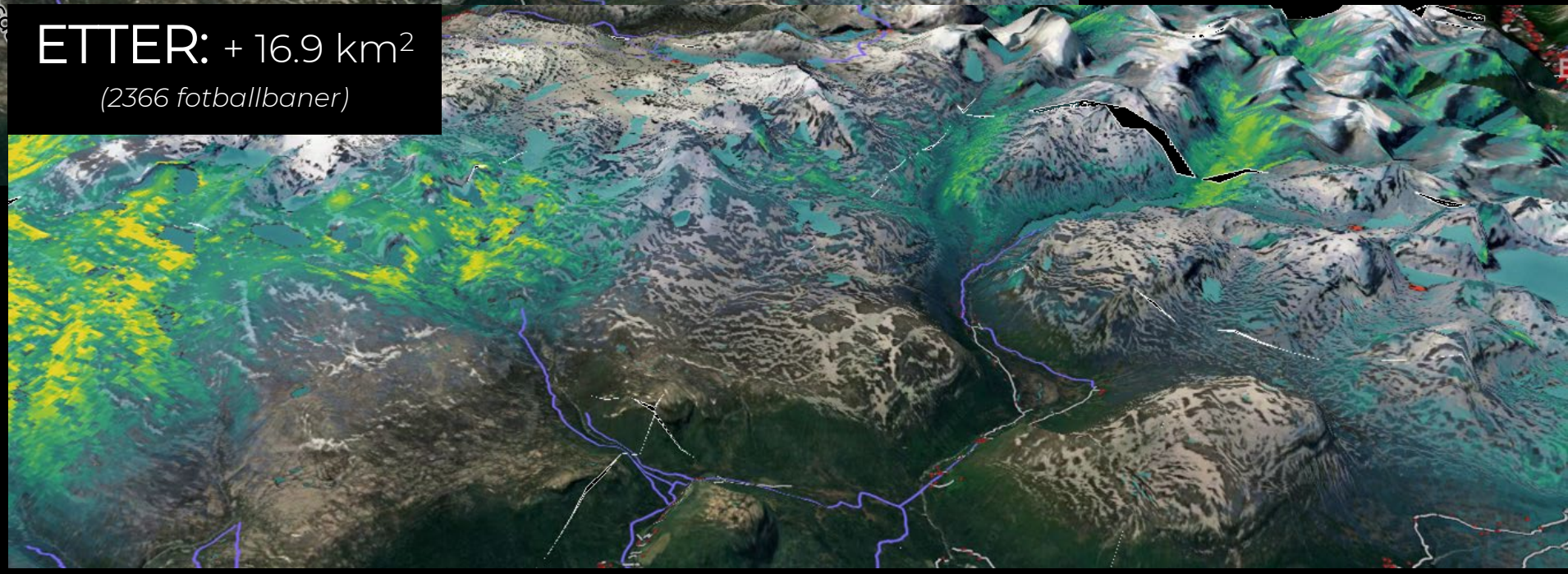
FØR



Reinheimen-Breheimen

ETTER: + 16.9 km^2

(2366 fotballbaner)



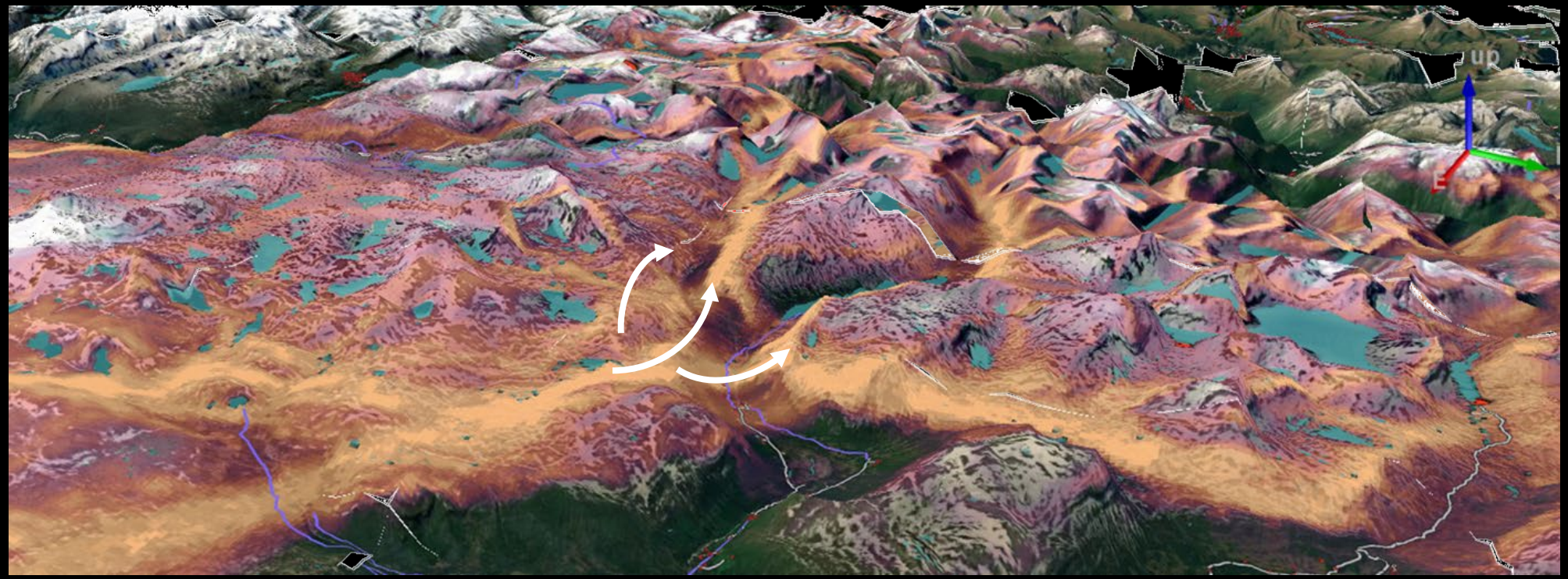
; Panzacchi et al 2024

SCENARIO: Hvordan kan tapte kalvingsområder gjenopprettes?

Er det nok å fjerne turisthytta, eller må også veien og stiene stenges?

ETTER

+ 4.13%



Reinheimen-Breheimen; Panzacchi et al 2024

SCENARIO: KAN EN TUNNEL HJELPE VILLREIN?

Tre ulike alternativer:

17 km tunnel



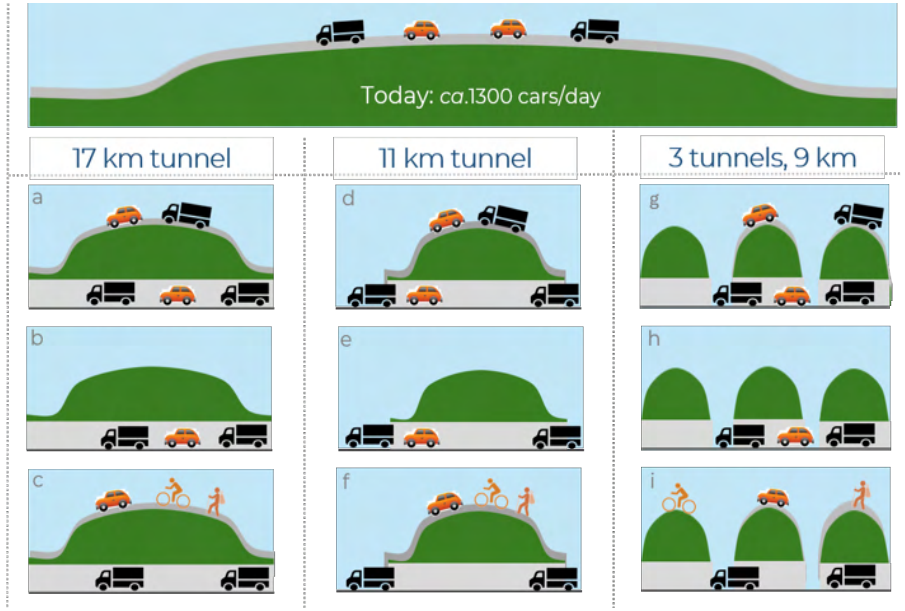
11 km tunnel, 2 segments



9 km tunnel, 3 segments



… DET AVHENGER AV hvordan den eksisterende veien over tunnelen skal brukes:



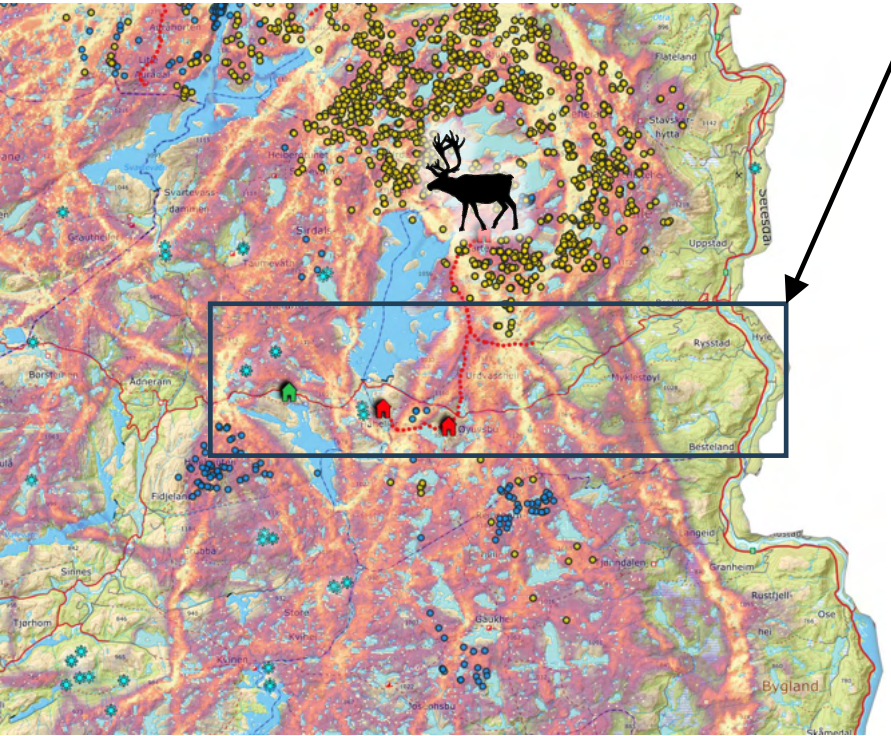
TVERRSEKTORIELL UTFORDRING PÅ LOKALT NIVÅ

Panzacchi et al (2025)

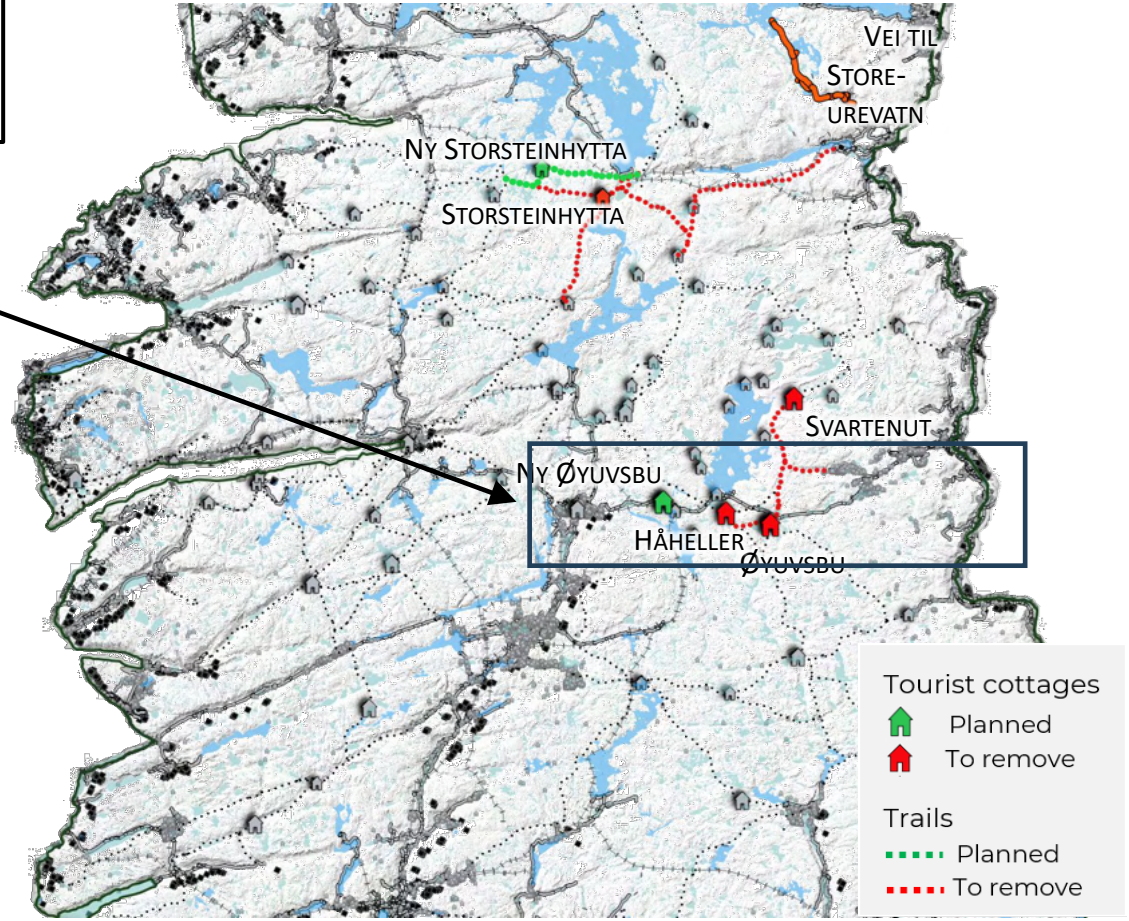
SCENARIO: KAN EN TUNNEL HJELPE VILLREIN?

ENDA STØRRE TVERRSEKTORIELL UTFORDRING PÅ REGIONALT NIVÅ:



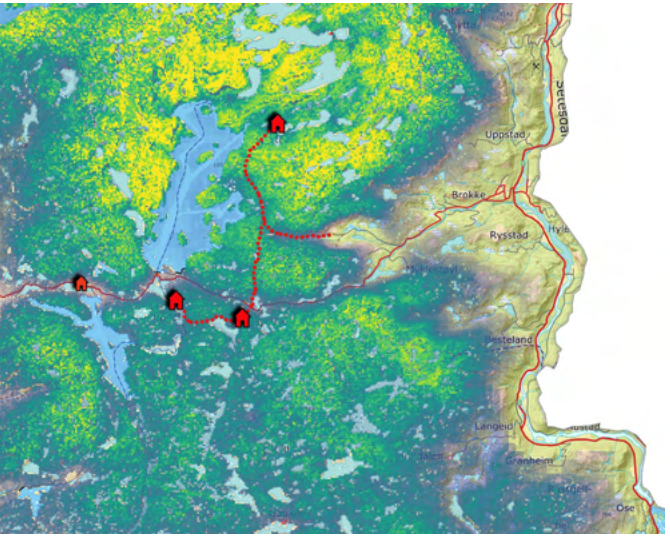


Avhenger av om flere tiltak gjennomføres i et større geografisk område:



SCENARIO: KAN EN TUNNEL HJELPE VILLREIN?

DAGENS SITUASJON - SOMMER

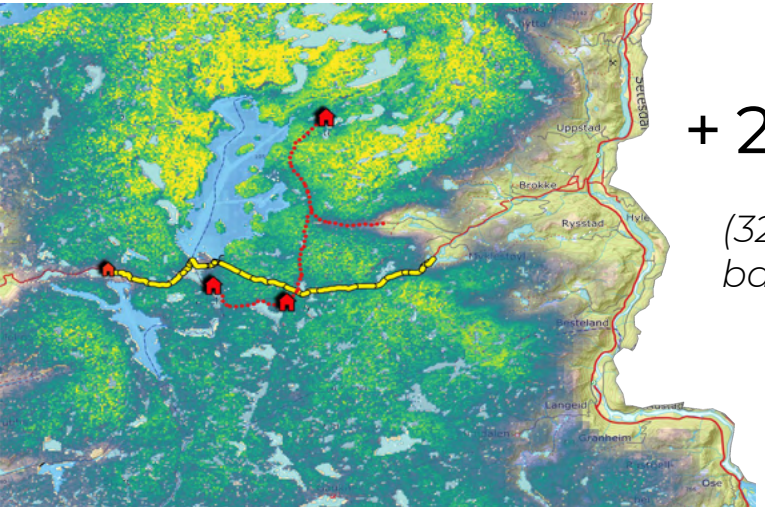


FUNKSJONELLE OMRÅDER

Mer funksjonell (god kvalitet og lett tilgjengelig)

Mindre funksjonell

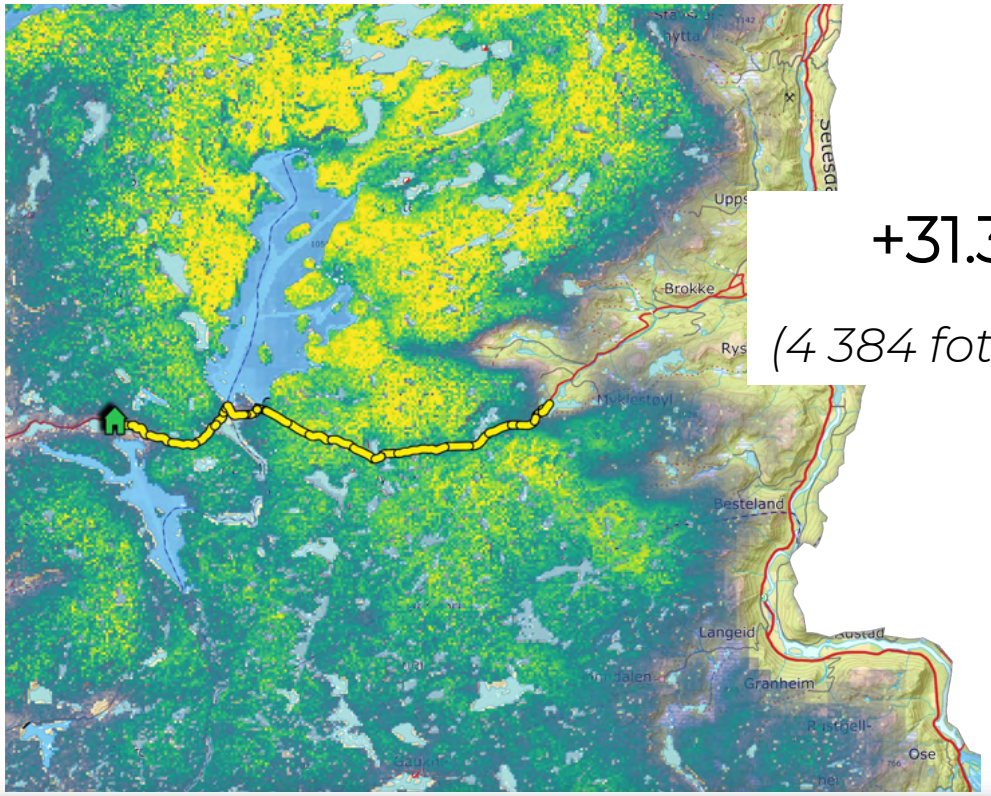
SCENARIE: 17 KM TUNNEL



+ 2.3 km²

(322 fotball baner, nær veien)

SCENARIE: 17 KM TUNNEL KOMBINERT MED «TILTAKSPAKKE 1+2» *(Øyulvsbu + Storsteinhytta)*



+31.3 km²

(4 384 fotball baner)

➔ TILTAK MÅ SES I SAMMENHENG

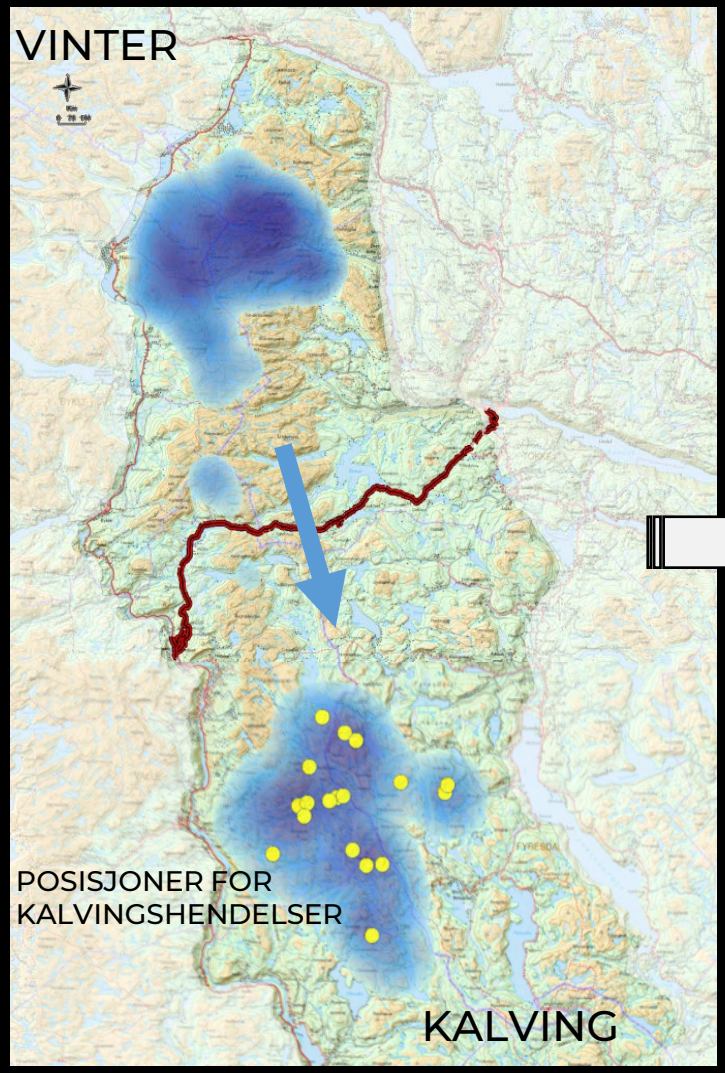
de må samordnes og prioriteres på tvers av aktører for å nå bevaringsmålene

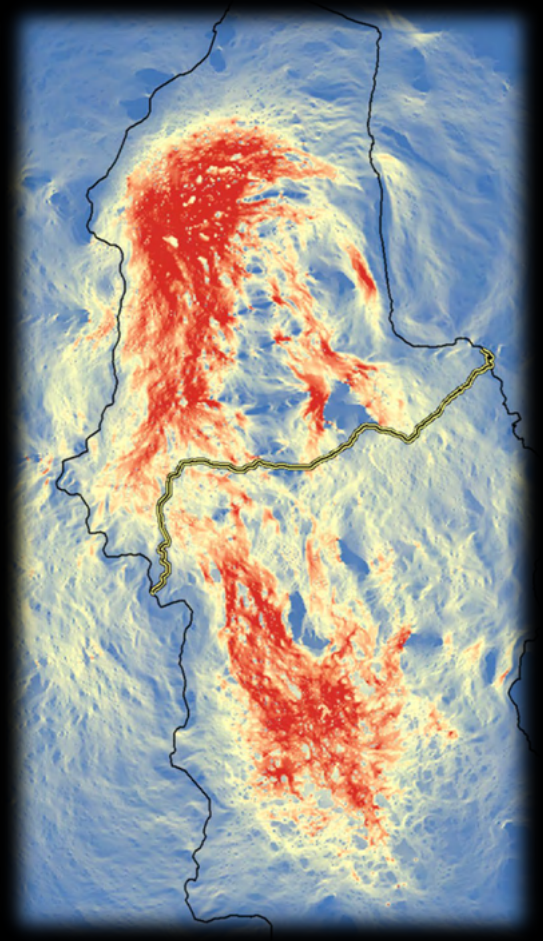
3. SONERINGSVERKTØY - AREALPRIORITERINGSVERKTØY

AUSTHEI – PILOTSTUDIE FOR METODEUTVIKLING

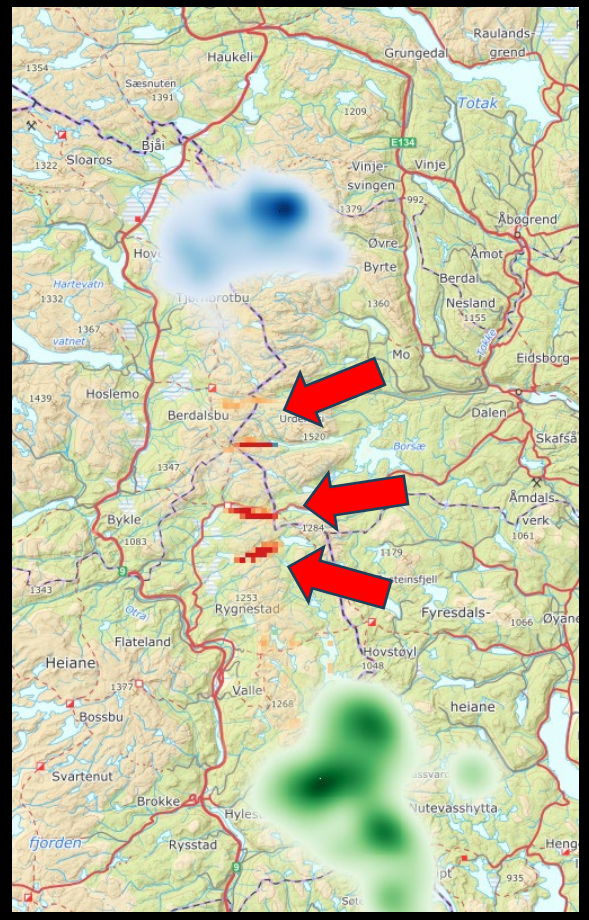
(Modellene kan/skal forbedres med lokal kunnskap og data







TREKKORRIDORENE



OMRÅDER SOM BØR PRIORITERES FOR BEVARING / RESTAURERING

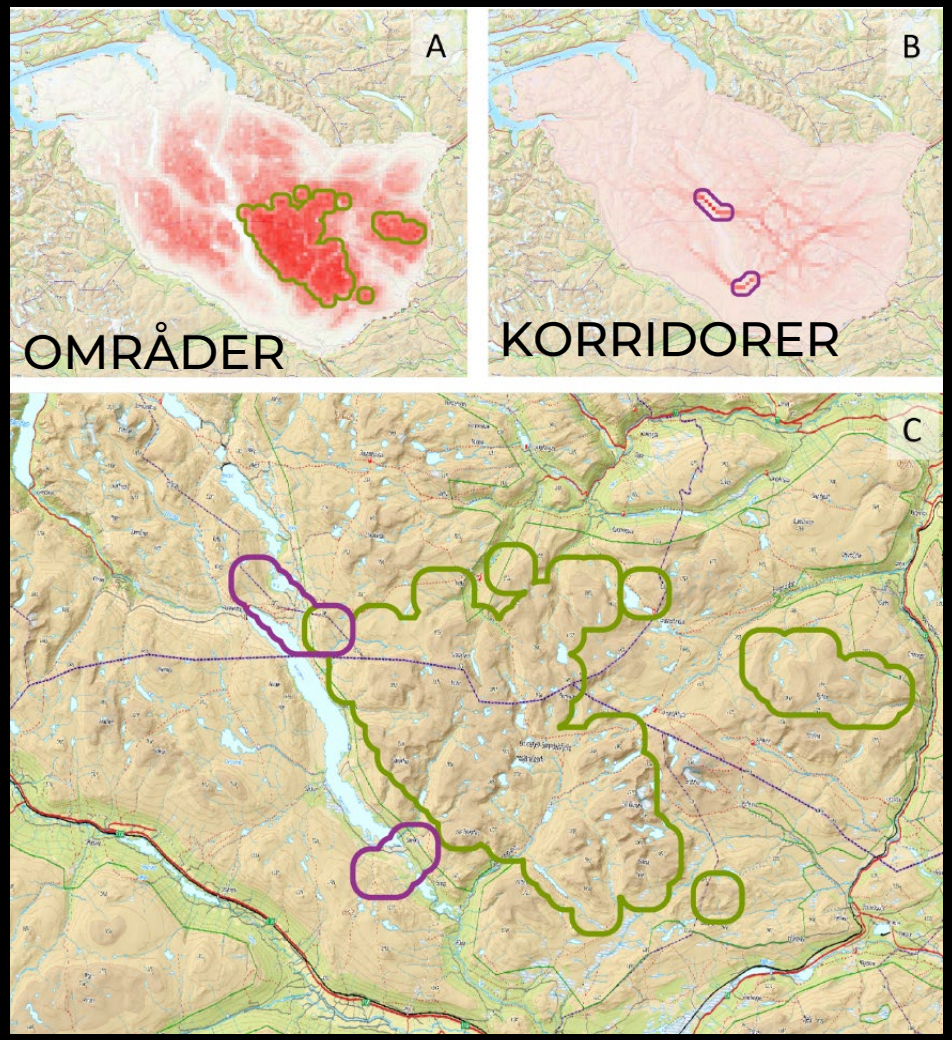
De mest sårbare områdene, avgjørende for villreinens trekk

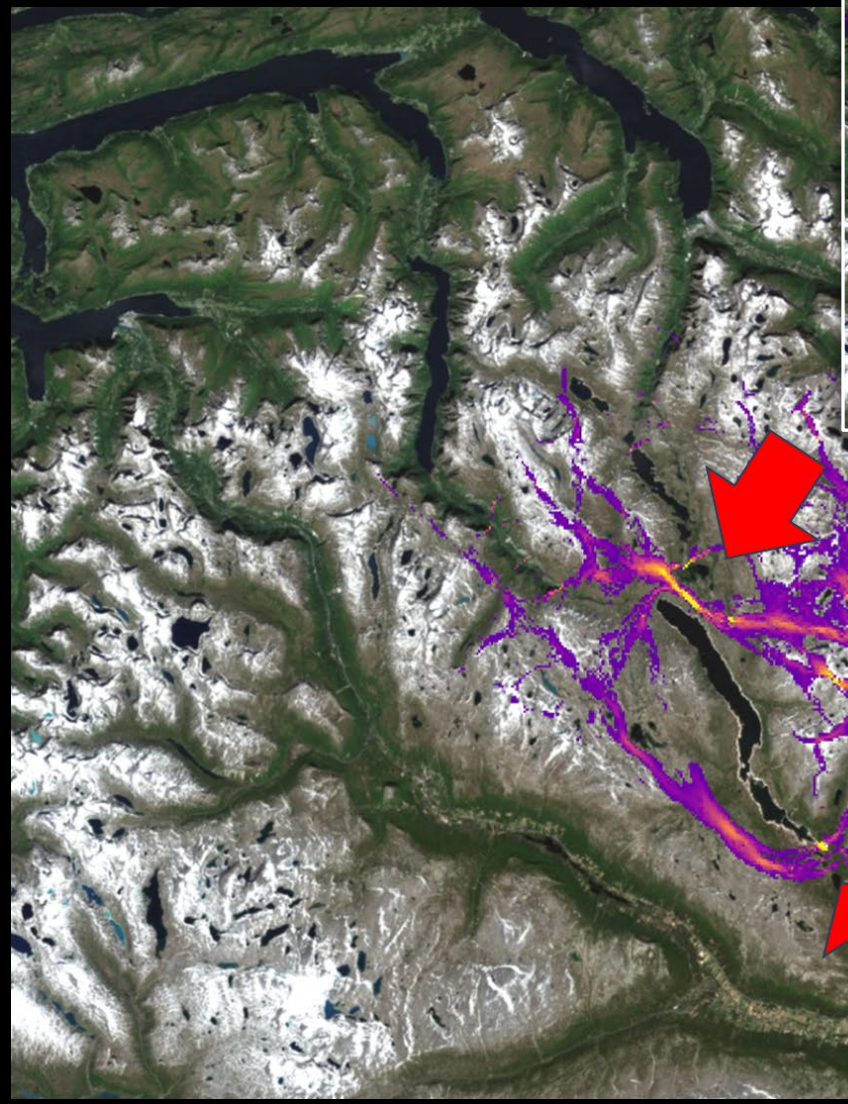
Van Moorter et al 2024, 2026

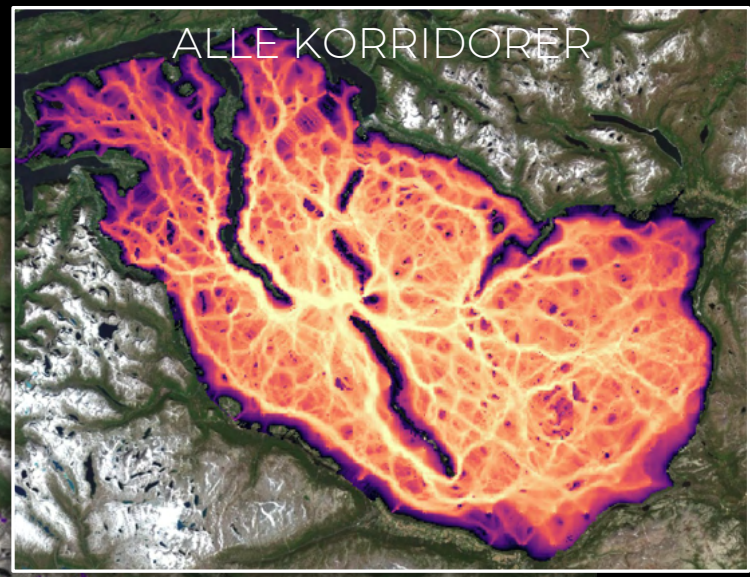
IDENTIFISERE OMRÅDER OG TREKKORRIDORER SOM BØR PRIORITERES FOR BEVARING

SNØHETTA – PILOTSTUDIE FOR METODEUTVIKLING

Modellene kan/skal forbedres med lokal kunnskap og data







Van Moorter et al 2024, 2026

ET BLIKK INN I FREMTIDEN:
DIGITALE TVILLINGER FOR BÆREKRAFTIG NATURFORVALTNING



DIGITAL TVILLING

DEN FYSISKE VERDEN

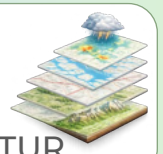
DIGITAL TVILLING

DATA

ARTSDATA



MILJØ,
KLIMA
INFRASTRUKTUR

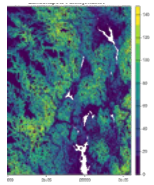


LOKAL
KUNNSKAP

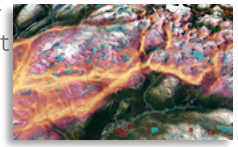


MODELLER

MODULER
- Habitat
- Konnektivitet
- Bestand



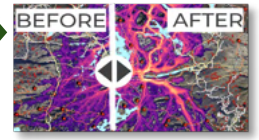
KART
- Korridorer, barrierer
- Funksjonelle habitat
- Samlet belastning
- Sårbarhet
- Inngrepskart



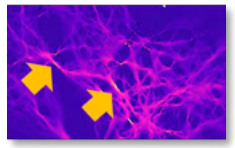
VERKTØY



DASHBOARD
Kart, statistikk,
indikatorer



SCENARIO



SONERING
AREALPRIORITERING
for bevaring /restaurering

DIGITAL TVILLING

DEN FYSISKE VERDEN

MÅL

FELLES INNSIKT



INKLUDERENDE
KUNNSKAPSBASERTE
PROSESSER



BÆREKRAFTIG
AREAL-
FORVALTNING



Governance & practices

Vitenskapelig basert PLATFORM FOR DIALOG mellom ulike aktører

... FØLG PENGENE:

30 : 1

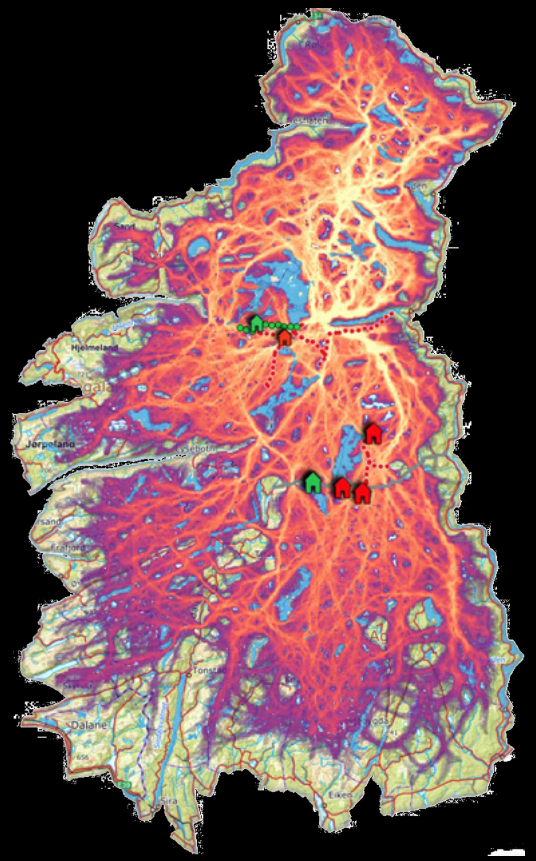
UTVIKLING **NATURBASERTE LØSNINGER**

UNEP, State of Finance for Nature 2026

UN environment programme


NATUR
... FØLG PENGENE:
99.5 : 0.5
PROSJEKTKOSTNAD
KUNSEKVENSUTREDNING
European Commission

Modeller gir villreinen en stemme



- ➔ Synliggjør samlet belastning – med statistikk og kart
- ➔ Plattform for å samle ulike sektorer i arealforvaltning
- ➔ Dynamisk samspill mellom forskning, lokalkunnskap og beslutningstakere
- ➔ Peker på bærekraftige løsninger
- ➔ Kan tilpasses / integreres i nasjonale / lokale nettverktøy for å støtte forvaltning, tiltaksplaner, kvalitetsnormene,

The Research Council of Norway

NINA
Norwegian Institute for Nature Research

MODELLER GIR VILLREINEN EN STEMME

TAKKET VÆRE

en lang rekke bidragsytere

@ WEB

- MAP PORTAL: https://connectivitymaps.nina.no/MapPortal
- WEB APP - *CONNECTING NATURE WITH LAND PLANNING* https://konnektivitetskart.nina.no/Green-Infrastructure-App/
- WEB APP: WILD REINDEER MAPS: https://reindeermaps.nina.no/
- DASHBOARD *HABITAT LOSS* https://www.nina.no/apps/villrein.habitattap
- *R LIBRARY: ONEIMPACT* https://ninanor.github.io/oneimpact/
- SOFTWARE: *CONSCAPE – CONNECTED LANDSCAPES* https://conscape.org/

MAIN PROJECTS

GreenPlan – NFR. OneImpact – NFR. ProdChange – NFR. RenewableReindeer – NFR. ConFooBio - EU H2020Many GPS-marking projects for reindeer, moose, red deer etc. Many monitoring projects on pollinators, forest, and other species. Many projects by Miljødirektoratetto test, adjust, disseminate. Many projects on torusim, vegetation

MAIN PARTNERS

Norway: NFR -Norwegian Research Council, Miljødirektoratet, Statens Vegvesen SVV, NVE - Norges vassdrags- og energidirektorat, UiT The Arctic University of Norway, Tromsø; Norwegian University of Science and Technology NTNU, Inland Norway University of Applied Sciences; Oslo University, Norges miljø-og biovitenskapelige universitet NMBU, Sintef, Sira Kvina Kraftselskap, Norsk Villreinsenter, Villreinrådet, Siri Bøthun Naturforvaltning, Villreinprosjektet i Setesdalsheiene, Regional and local administrations (Stavanger kommune, Ålesund kommune, Bodø kommune, More og Romsdal Fylkekommune, Rogaland fylkekommune, Statsforvaltnere i Adger, Statsforvaltnere i Innlandet, Statsforvaltnere i More og Romsdal…), Nasjonalparkstyre, Den Norske Turistforening and more..

International partners Belgium - Université Catholique Louvain; Sweden – Sveriges lanbruksuniversitet SLU; Julia Computing Inc; Canada - University of Guelp; Canada - University of Alberta; USA - The Nature Conservancy; Spain - Universidad Politecnica de Madrid; Scotland - University of Glasgow; Scotland - University of Stirling, and more..

Funded by The Research Council of Norway

Norwegian Institute for Nature Research