

Rv7-tunneler på Hardangervidda

Effekter for villrein

Kjetil Bevanger, Tobias Falldorf & Olav Strand



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs 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 annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. 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 vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Norsk institutt for naturforskning

Rv7-tunneler på Hardangervidda

Effekter for villrein

Kjetil Bevanger, Tobias Falldorf & Olav Strand

Bevanger, K., Falldorf, T. & Strand, O. 2005. Rv7-tunneler på Hardangervidda. Effekter for villrein. - NINA Rapport 106. 40 s.

Trondheim, desember 2005

ISSN: 1504-3312
ISBN 82-426-1653-1

RETTIGHETSHAVER
© Norsk institutt for naturforskning
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET
Åpen

PUBLISERINGSTYPE
Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV
Eldar Gaare, Per Jordhøy

ANSVARLIG SIGNATUR
Inga E. Bruteig (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)
Statens vegvesen, Vegdirektoratet

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER
Bjørn Iuell

FORSIDEBILDE
Statens vegvesen, Hordaland/Fylkesmannen i Hordaland, Miljøvern-avdelinga

NØKKELOORD
Villrein, barriere, tunnel, viltovergang, korridor

KEY WORDS
Reindeer, barrier, tunnel, wildlife crossing, corridor

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA Trondheim
NO-7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo
Postboks 736 Sentrum
NO-0105 Oslo
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 22 33 11 01

NINA Tromsø
Polarmiljøsenteret
NO-9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00
Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer
Fakkeltgården
NO-2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 61 22 22 15

<http://www.nina.no>

Sammendrag

Bevanger, K., Falldorf, T. & Strand, O. 2005. Rv7-tunneler på Hardangervidda. Effekter for villrein. - NINA Rapport 106. 40 s.

På oppdrag fra Statens vegvesen har NINA laget en utredning for å belyse hvilken betydning en eventuell bygging av miljøtunneler langs deler Rv7 over Hardangervidda vil få for villreinen. En kunnskapsstatus om rein og effekter av menneskeskapte forstyrrelser og inngrep, barriereeffekter og tilrettelagte kryssingsmuligheter (korridorer) av vei er gitt på bakgrunn av tilgjengelig litteratur. Villreinens bruk av Hardangervidda generelt og nærområdene til Rv7 spesielt er diskutert, og det er redegjort for historisk, så vel som nåtidig kunnskap om hvordan reinen har krysset fra de sørlige områdene på vidda til Nordfjella, og *vice versa*. Effekten av miljøtunneler og deres plasseringer er vurdert i forhold til omfang og type av menneskelig ferdsel og andre faktorer som antas å virke inn på villreinens bruk av områdene, så som brøytekarakteristikk av ulike veistrekninger, forstyrrelsesgrad langs ulike deler av veien gjennom året, samt historisk og nåtidig kunnskap (inklusive kunnskap fra radioinstrumenterte rein i det såkalte "GPS-prosjektet" som NINA utfører på oppdrag fra Vegdirektoratet) om reinens bruk av områdene. En hovedkonklusjon er at den potensielle barrierereduserende effekten av miljøtunneler for villrein er usikker, og avhengig av annen aktivitet i området. Hvis det etableres tunneler av tilstrekkelig lengde langs optimale terrengavsnitt for reinen, samtidig som det tas i bruk andre reguleringsverktøy som kontrollerer øvrige aktiviteter som kan skape unnvikelseeffekter, antas miljøtunneler å kunne gi en ønsket barrierereduserende effekt.

Kjetil Bevanger, Tobias Falldorf, Olav Strand, NINA

kjetil.bevanger@nina.no

olav.strand@nina.no

tobias.falldorf@nina.no

Abstract

Bevanger, K., Falldorf, T. & Strand, O. 2005. Highway 7 tunnels on Hardangervidda. Effects on wild reindeer - NINA Rapport 106. 40 pp.

In response to plans to establish environmental tunnels along parts of Rv7 across Hardangervidda, NINA has, on contract from the National Road Authority, prepared an appraisal to consider the consequences tunnel building will have for wild reindeer. Following a comprehensive literature review we have prepared a state-of-knowledge analysis on the effects of human disturbance and interventions, barrier effects and guided road crossing points (corridors). Further, the wild reindeer's use of Hardangervidda is reviewed in general, and that of areas near Rv7 in particular. Historical as well as current data on how reindeer have crossed from the southern areas of the Hardangervidda to Nordfjella, and vice versa, are reviewed. The scale and type of human traffic in the area is discussed in the light of plans for environmental tunnels aimed at reducing barrier effects for reindeer. The positioning of tunnels is considered in relation to other factors which are considered to affect the wild reindeer's use of these areas. This is in the first instance the background of snow clearing activity levels required on the various road sections, and the degree of disturbance on different parts of the road through the year, together with historical and modern knowledge (including knowledge from an ongoing GPS telemetry project) of the reindeers' use of the terrain. A main conclusion is that the potential barrier-reducing effect of environmental tunnels is uncertain, and will be dependent on other activity in the area. However, if tunnels of sufficient length are constructed along the most optimal sections of terrain for reindeer, together with the adoption of other tools for regulating other activities which cause avoidance activities in reindeer, it can be expected that environmental tunnels will have the desired barrier reducing effect.

Kjetil Bevanger, Tobias Falldorf, Olav Strand, NINA

kjetil.bevanger@nina.no

olav.strand@nina.no

tobias.falldorf@nina.no

Innhold

| | |
|---|-----------|
| Sammendrag | 3 |
| Abstract | 4 |
| Innhold | 5 |
| Forord | 6 |
| 1 Innledning | 7 |
| 1.1 Historikk | 7 |
| 1.2 Kunnskapsstatus om rein og effekter av menneskeskapte forstyrrelser og inngrep | 7 |
| 2 Kunnskapsstatus om rein og tilrettelagte kryssingsmuligheter (korridorer) av vei ... | 10 |
| 3 Reinens bruk av Hardangervidda | 12 |
| 3.1 Årssyklus i beitebruk | 12 |
| 3.2 Hovedtrekk i reinens bruk av nærområdene til Rv7 | 13 |
| 3.2.1 Bruk av vinterbeiter på nord- og østsiden av Rv7 | 14 |
| 3.2.2 Bukketrekk til områder rundt Hardangerjøkulen | 14 |
| 3.2.3 Bruk av nærområdene til Rv7 | 14 |
| 3.2.4 Reinens trekkveier i nærområdene til Rv7 | 15 |
| 3.3 Ny kunnskap om områdebruk fra GPS-prosjektet | 17 |
| 4 Økt ferdsel og villrein | 21 |
| 4.1 Generelt | 21 |
| 4.2 Snøscooterløyper og vinterturisme | 22 |
| 4.3 DNT sitt turstinett og sommerturisme | 22 |
| 5 Effektvurdering av miljøtunneler langs Rv7 | 24 |
| 5.1 Generelt | 24 |
| 5.2 Lokalisering av miljøtunneler | 24 |
| 5.3 Oppsummering av trekkruiter og tunnelalternativer | 26 |
| 5.4 Tunnelenes lengde, utforming og massedeposering | 27 |
| 5.5 Vei i dagen, heving av veilegemet, brøytekanter | 28 |
| 5.6 Trafikkøkning som følge av Hardangerbrua | 28 |
| 5.7 Ferdselsrestriksjoner over og nær tunnelene | 31 |
| 5.8 Vintersesong kontra sommersesong | 31 |
| 6 Oppsummering og konklusjon | 32 |
| 7 Referanser | 34 |

Forord

Stortinget har bedt Statens vegvesen (SVV) om å utarbeide et grunnlag for eventuell oppstart av planlegging av miljøtunneler på en strekning av Rv7 over Hardangervidda for bl.a. å ivareta trafikkens regularitet og sikkerhet, samt av hensyn til villrein. En arbeidsgruppe for tunnelutredningene på Rv7 tok i juni 2005 kontakt med NINA og ba om at det ble foretatt en vurdering av foreslåtte tunnelalternativer mellom Maurset og Haugastøl. Mandatet som ble gitt ba bl.a. om vurdering av hvordan plassering, utforming og tunnellengder vil påvirke reinens mulighet til å passere og bruke beitearealer langs Rv7. Arbeidet skulle ikke være på nivå med en KU, men trekke opp muligheter, problemer/konsekvenser det vil bli viktig å ta tak i ved en eventuell videre planlegging, med spesiell vekt på effekter av tiltak. Behov for ferdselsrestriksjoner over og i nærheten av tunnelene, og eventuelle behov for tiltak på de deler av veien som fremdeles vil ligge i dagen skulle også vurderes, i tillegg til viktigheten av tunnelene i vintersesong kontra sommersesong. En takk til arbeidsgruppa for tunnelutredningene på Rv7 - Bjørn Iuell, Kjell Kvåle, Kurt Skagen, Gunnar Søderholm og Hanne Zapffe for godt samarbeid. Arbeidet er finansiert av SVV.

Trondheim, desember 2005

Kjetil Bevanger, Tobias Falldorf & Olav Strand

1 Innledning

1.1 Historikk

Av de 23 forvaltningsenhetene det pr. i dag opereres med for norsk villrein representerer Hardangervidda det største området med et areal på 8136 km² (Bevanger & Jordhøy 2004). Dette høyfjellsområdet var tidligere en del av et større, sammenhengende sørnorsk villreinområde som i løpet av de siste 100 år har blitt oppdelt i flere atskilte enheter på grunn av ulike naturinngrep.

Kunnskapsgrunnlaget vedrørende reinens bruk av disse fjellområdene er dels basert på funn av fortidsminner (dyregraver og lignende) (for eksempel Wildhagen 1954, Blehr 1973, Blehr m.fl. 1973, Jordhøy & Strand 1999a, b, Vaa 2002), men i særlig grad på forskningsaktivitet i regi av Viltforskningen ved Direktoratet for naturforvaltning på 1970- og 1980-tallet, og senere NINA (for eksempel Gaare 1971, 1976, 1985, 1986, Gaare m.fl. 1975, Østby m.fl. 1975, Gaare & Hansson 1989, 1990, Gaare og Skogland 1975, Skogland 1983a,b, 1984a,b, 1985a,b,c, 1986a,b, 1988a,b, 1989a,b,c,d, 1990a,b, 1993, 1994). Det er også samlet mye kunnskap i tilknytning til overvåkningsprogrammet for hjortevilt og i forbindelse med ulike typer konsekvensutredninger (for eksempel Jordhøy 1987, Jordhøy m.fl. 1996, 2002a,b,c, Strand & Jordhøy 1995, Jordhøy & Strand 1999a, b, 2004, Asplan Viak & NINA 2000, Strand m.fl. 2001, 2003, 2004, Luell m.fl. 2005).

Deler av Hardangervidda og omkringliggende fjellstrøk har tidligere vært benyttet som beite-land for tamrein. I følge historiske kilder ble 100 tamrein for første gang hentet hit fra Røros-traktene i 1783, mens det siste tamreinselskapet ble avviklet i 1957 (f. eks. Landbruksdepartementet 1911, Blehr m.fl. 1973, Bjerketvedt 2000, Bjørkheim 2004, Helland & Stokstad 2005).

Mange skriftlige kilder viser at tamreindriften genererte betydelig debatt og dannet grunnlag for konflikter. Ikke minst hadde dette bakgrunn i at det arealmessig er et stort fjellområde, med lange tradisjoner i forhold til ressursutnyttelse og en kompleks eiendomsstruktur med både private og offentlige rettighetshavere. Dette er også en vesentlig årsak til de dagsaktuelle interessekonfliktene knyttet til villrein på Hardangervidda. Villrein, som en betydelig økonomisk ressurs og norsk ansvarsart, har stilt alle forvaltningsnivå, så vel som norsk viltforskning, overfor store utfordringer i mange år.

At leveområdene for rein i de sørnorske fjellområdene har blitt delt opp slik at det er etablert flere atskilte bestander illustrerer godt hva som kan skje i et stadig mer kompleks samfunn med et økende antall sektorinteresser. Både konflikter og utfordringer for forvaltning og forskning har bakgrunn i dette, og er særlig knyttet opp mot arealforvaltning og konsekvenser av tekniske inngrep og forstyrrelser som følge av menneskelig aktivitet (Bevanger & Jordhøy 2004).

1.2 Kunnskapsstatus om rein og effekter av menneskeskapte forstyrrelser og inngrep

I et internasjonalt perspektiv er menneskelige forstyrrelser ansett å være en betydelig trussel for det biologiske mangfoldet (for eksempel Cughley & Gunn 1996, Gill m.fl. 1996, Gosling & Sutherland 2000, Gill & Sutherland 2000). Faunistiske effekter av forstyrrelser og inngrep som får barriereeffekt har vært viet betydelig oppmerksomhet i mange land, inklusive Norge (se f. eks. oppsummering i Bevanger & Henriksen (1996) og bibliografi om menneskelige aktiviteters innvirkning på klauvvilt og rovdyr i Aanes m.fl. (1996)).

Det er godt kjent at rein er sårbar for tekniske inngrep i naturen og forstyrrelser forårsaket av menneskelig ferdsel. I løpet av de siste 20-30 årene har ulike aspekter knyttet til forstyrrelser blitt systematisk undersøkt, og de siste 15-20 årene er det publisert en rekke vitenskapelige

arbeider som har kastet nytt lys over hvilke biologiske og økologiske mekanismer og prosesser forstyrrelser berører og må knyttes opp mot.

De nordamerikanske forskningsmiljøene var tidlig ute (Klein 1971, 1980, Thompson 1972, Bergerud 1974), og utgangspunktet for mye av deres forskning ble lagt gjennom de omfattende konsekvensutredningene som ble foretatt i tilknytning til byggingen av oljerørledningen gjennom Alaska og annen industriell relatert virksomhet i Nord-Amerika (Child 1974, Jakimchuk 1975, Hanson 1981, Whitten & Cameron 1985, Martell & Russell 1985, Curatolo & Murphy 1986, Schideler 1986, Carruthers & Jakimchuk 1987, Cameron m.fl. 1992, 1995, Nellesmann & Cameron 1996, 1998, Pollard m.fl. 1996, Bradshaw m.fl. 1997, 1998, Corey m.fl. 1998, Cronin m.fl. 1998, Dyer 1999, Dyer m.fl. 2001).

Blant forstyrrelsesfaktorer som har vært spesielt fokusert er støy, bl.a. fra fly (Klein 1973, Dufor 1980, Gunn & Miller 1980, Valkenburg & Davis 1985, Gladwin m.fl. 1988, Mancini m.fl. 1988, Harrington & Veitch 1991, 1992, Langvatn & Andersen 1991, Larkin 1994, Berntsen m.fl. 1996, Maier m.fl. 1998, Flydal m.fl. 2001) og effekten av kraftledninger (NFR 2002).

I løpet av de siste 25 årene er også effekten av økotourisme som forstyrrende element stadig mer fokusert (f. eks. Boyle & Samson 1985), og det er registrert antatt, negative atferdsrespons i form av at dyrene har endret atferdsmønster relatert til hvile, årvåkenhet og næringsinntak (se f. eks. Lott & McCoy 1995, Stockwell m.fl. 1991). Duchesne m.fl. (2000) fant at økotourisme virket forstyrrende inn på næringsatferden hos caribou i Canada om vinteren, og tiden dyrene brukte til å spise, hvile og drøvtygge gikk ned i nærvær av turister. Undersøkelsen viste også at effekten av turister syntes å avta utover vinteren, noe som kunne tyde på en habituering til mennesker. Undersøkelser har vist at caribou under gitte betingelser kan habituere til stor biltrafikk (Johnsen & Todd 1977), men klauvdyr er imidlertid generelt ikke antatt å ha lett for å venne seg til visse forstyrrelser (Bleich m.fl. 1990, Côté 1996). Pruitt (1979) fant at caribou forlot vinterområdene når omtrent 70 % av snøoverflaten var berørt av spor fra mennesker, noe som vil være et argument for å kanalisere ferdselen langs bestemte traseer. I Nord-Amerika er det for øvrig registrert at spor etter ski og snøscooter gjorde det lettere for ulv å predatere caribou (Bergerud 1988).

I løpet av de siste 5-10 årene, har den økende "forstyrrelses-litteraturen" også økt forståelsen for den evolusjonære bakgrunn og de bakenforliggende mekanismene til hvordan rein og andre arter responderer på ulike stimuli. Enkelte mener at en sånn sett står foran et paradigmeskifte (f. eks. Gill m.fl. 2001a,b, Frid & Dill 2002). Et viktig prinsipp som har fått stadig større tilslutning er at ikke-dødelige forstyrrelsesstimuli forårsaket av mennesker er analogt med predasjonsrisiko. Bakgrunnen for dette er at responser både i forhold til forstyrrelsesstimuli og predasjonsrisiko stjeler tid fra andre fitness-økende aktiviteter som næringsinntak, omsorg for avkom og reproduksjonsatferd (Frid & Dill 2002). I forhold til rein har mennesket for øvrig vært en av de viktigste predatorer i mange tusen år.

Konsekvenser av forstyrrelser kan derfor betraktes som avveiiinger ("trade-offs") i forhold til ressursbruk på samme måte som predasjonsrisiko har vist seg å endre enkeltindividers valg av leveområde (habitatseleksjon) og områdebruk. En slik tilnærmingssmåte kan benyttes både til å finne ut om forstyrrelse virker begrensende på antall individer som benytter et område, og til å forutsi lokal endring i antall individer som en forandring i forstyrrelse kan føre til (Gill & Sutherland 2000). Det er derfor etter hvert utbredt enighet om at forstyrrelsesreaksjoner hos dyr er dynamiske prosesser som er avveiiinger mellom konsekvenser av forstyrrelser og kostnader knyttet opp mot økt bestandstetthet og konkurranse om ressurser i uforstyrrede områder (Gill m.fl. 2001a,b, Frid & Dill 2002).

Flere forskere har de senere år systematisert og kategorisert ulike forstyrrelses- og inngrepsfaktorer for å gi en bedre oversikt av kort- og langsiktige effekter av hver enkelt av dem og/eller samlet (kumulative effekter) (Vistnes & Nellesmann 2001a,b, Vistnes m.fl. 2001, 2004, Nellesmann m.fl. 2003). Det er, ikke minst fra norsk side, gjort en betydelig innsats for å øke kunn-

skapen om effekter av så vel permanente installasjoner og inngrep, som temporære forstyrrelseseffekter (Skogland & Grøvan 1988, Colman m.fl. 2001, Strand m.fl. 1997, Jordhøy m.fl. 2000, Wolfe m.fl. 2000, Nellemann m.fl. 2000, 2001a,b, Reimers 2001, Vistnes & Nellemann 2001a, Hagen 2002, Mahoney & Schaefer 2002, NFR 2002, Vistnes m.fl. 2004). Det er også gjort flere studier for å registrere frykt- og fluktavstander hos rein (Reimers m.fl. 1994, 2000a,b, Jacobsen m.fl. 1995).

NINA Oppdragsmelding 666 (Strand m.fl. 2001) gir en kunnskapsstatus omkring menneskelige forstyrrelser og rein generelt, og i forhold til Rv7 spesielt. Nedenfor nevnes kort noen viktige momenter fra denne, samt noe ny kunnskap.

Det er dokumentert at bestandstettheten av ulike organismer kan reduseres i områder med forstyrrelser fra mennesker som følge av infrastrukturelle forhold (UNEP 2001). I mange tilfeller skyldes det at forstyrrelsene reduserer enkeltindividers tilgang til livsviktige ressurser som mat og funksjonsområder (kalvingsplass, hekkeplass o.l.) (Gill m.fl. 1996). En forutsetning for å forstå betydningen av forstyrrelser hos dyr, er en forståelse av beslutningsprosessene hos det enkelte individ fordi forflytning av dyr fra forstyrrede områder får konsekvenser for de tetthetsavhengige prosessene som bestemmer individuell suksess. Fordelingsmønsteret hos individer som er forstyrret vil avhenge både av risikoen knyttet til forstyrrelsen, og de tetthetsavhengige konsekvensene av å dra til et alternativt oppholdssted (Gill & Sutherland 2000). Stor individtetthet vil med andre ord gi det enkelte individ liten mulighet til å skifte beite, mens en lav tetthet gjør det lettere for enkeltindivider å skifte beite.

Tre spesielt viktige faktorer for reinens sårbarhet i forhold til tekniske inngrep og forstyrrelser er knyttet til 1) mattilgang, 2) effekter av rovdyr og jakt og 3) lavmattas produksjonsegenskaper. For videre utdyping av dette vises til Strand m.fl. (2001).

På bakgrunn av villreinens økologi og biologi kan det generelt sies at å forutsi effekter av tekniske inngrep og forstyrrelser er vanskelig. Rein har både en kompleks, nomadisk levemåte som varierer i tid og rom, og som er nært knyttet opp mot bestandsstørrelser så vel som det beitegrunnlag som til enhver tid er tilgjengelig. I tillegg lever rein i en sosial struktur som gjør at dyr av ulik alder og kjønn har ulik sårbarhet overfor inngrep og forstyrrelser gjennom året. Det er disse økologiske og biologiske faktorene som danner et avgjørende grunnlag for hvorvidt det vi foretar oss i reinens leveområder vil oppleves som en barriere av dyrene. Barriereeffekten er m.a.o. en variabel størrelse der barriereterskelens høyde hos en bestemt art eller individ på et gitt tidspunkt er relatert til den "livssituasjon" dyrene befinner seg i.

Foreliggende utredning fokuserer på hvilken barrierereduserende effekt det vil få for reinen hvis deler av Rv7 over Hardangervidda legges i tunneler. Gjennom det mangfold av elementer som kan bidra til å påvirke reinens atferd, er det i den sammenheng viktig å se på en del av de andre forstyrrelsesfaktorene som finnes i tilknytning til de planlagte tunnelene, og hvilke av disse som kan virke regulerende på dyrenes atferd i det aktuelle området. På bakgrunn av den kunnskap som etter hvert er ervervet gjennom bl.a. GPS-prosjektet diskuteres effekter av eventuelle tunneler i lys av tilgjengelige beiter og villreinens bruk av Hardangervidda i tid og rom.

2 Kunnskapsstatus om rein og tilrettelagte kryssingsmuligheter (korridorer) av vei

Bakgrunnen for at eventuelle barrierer for reinens trekkmuligheter ønskes fjernet, er at miljøforvaltningen har uttrykt ønske om å åpne for utveksling av dyr mellom Hardangervidda og Nordfjella. Dette vil øke bærekraften i systemet (dvs. gi rom for flere dyr), men kan komplisere forvaltningen av stammen ved at dyrene får større område å bevege seg på, og derved øke uforutsigbarheten i tilknytning til fellingsprosenten under jakta (Smukkestad 2000). Det er tidligere laget estimer som peker på at optimal bestandsstørrelse på Hardangervidda må nedjusteres fra ca. 12000 til 9500 dyr hvis beiteområdene på de østlige tangene og arealene nord for Rv7 sammen med beitearealer i tilknytning til en del fritidsbebyggelse og vinterløypenettet, ikke gjøres tilgjengelig (Skogland 1993). En annen, mer kompleks modell med utgangspunkt i lavproduksjonen gir et lavere estimat for optimal bestandsstørrelse (Gaare & Skogland 1980, Gaare & Hansson 1989). For en nærmere vurdering av dette vises til Strand m.fl. (2004).

Forstyrrelse kan defineres som noe som medfører et avvik i dyrs atferd i forhold til atferden uten menneskelig innflytelse (Frid & Dill 2002). Som tidligere nevnt støtter mange undersøkelser hypotesen om at atferd induisert av menneskelige forstyrrelser (atipredatoratferd) medfører en kostnad som går på bekostning av andre aktiviteter, og at den avveilingen som må gjøres av det enkelte individ optimaliseres når investering i antipredatoratferd er en følge av kortvarige endringer i predasjonsrisikoen.

Forstyrrelseseffekter av veier har fått økende oppmerksomhet i løpet av de siste 15-20-årene, og effektene for vilt kan grovt sett deles inn i fem hovedtema eller kategorier (Seiler 2001, Forman m.fl. 2003):

1. tap av leveområder (f. eks. netto habitattap pga. veiens arealbehov)
2. forstyrrelser (f. eks. støy, forurensing, bevegelser)
3. korridoreffekter (f. eks. nye leveområder og refugier for vilt å bevege seg i langs veier)
4. dødelighet (f. eks. påkjørsler ved kryssing)
5. barriereeffekter (veien fremstår som en ikke gjennomtrengbar/delvis gjennomtrengbar struktur i dyrenes leveområder)

I tilknytning til Rv7 er det primært kategori 2 og 5 som er av interesse. Strand m.fl. (2001) oppsummerer antatte effekter av Rv7 på villrein, og gir samtidig en generell oversikt over effekter av tekniske inngrep og forstyrrelser hos rein, og kategoriserer disse effektene som

1. arealtap som direkte følge av tekniske inngrep
2. kortvarige fysiologiske og atferdsmessige responser hos individer som forstyrres
3. barriereeffekter
4. kumulative effekter av forskjellige forstyrrelser og inngrep

Kunnskap om hvordan veier i arktiske områder (og fjelloverganger) påvirker de økologiske forholdene er lite fokusert (Forman m.fl. 2003), men det finnes en del undersøkelser som spesifikt går på forstyrrelser av caribou og villrein. Som nevnt innledningsvis har dette spesielt bakgrunn i de undersøkelsene som er gjort i Nord-Amerika i tilknytning til olje- og gassutvinning. Det finnes imidlertid ikke undersøkelser fra Nord-Amerika eller andre steder som har studert effekter for villrein av å legge veier i tunnel, men tunneltak er i prinsippet ikke å betrakte på annen måte enn som store viltverganger.

I og med at det er de lokale forhold i tilknytning til dyrenes leveområder, trekkveier, beiteforhold, menneskeinduserte forstyrrelsesfaktorer m.m. som er avgjørende for hvordan effektene av å fjerne et veilegeme/og eller trafikken på deler av en veitrasé blir, vil det uansett være nødvendig å reflektere omkring dette på bakgrunn av den til enhver tid eksisterende lokalkunnskap.

Tidligere undersøkelser har i stor grad fokusert på enkeltarters bruk av kulverter og andre former for kunstig, tilrettelagte korridorer mellom mer eller mindre isolerte habitater (Holschuh & Otter 2000, Yanes m.fl. 1995, Clevenger m.fl. 2001, Cain m.fl. 2003, Ng m.fl. 2004), men i de senere år er det publisert en del undersøkelser som bl.a. ser mer generelt på hvilke økologiske, strukturelle og landskapsmessige faktorer som virker inn på om dyr tar i bruk kryssingskonstruksjoner (McDonald & Clair 2004, Clevenger & Walto 2005, Mata m.fl. 2005). Konklusjonene går bl.a. på at arter og dyregrupper responderer ulikt på forskjellige typer kryssingskonstruksjoner, at strukturelle egenskaper ved korridorene er viktige (bl.a. for hjortevilt), og at størrelse, antall og avstand mellom kryssingsmulighetene må stå i forhold til de enkelte arters økologi og behov for leveområder (McDonald & Clair 2004, Clevenger & Waltho 2005, Mata m.fl. 2005).

3 Reinens bruk av Hardangervidda

Funn av kulturminner viser at mennesket har utnyttet ressursene på Hardangervidda i flere tusen år. I nærområdene til Rv7 er de mest betydningsfulle funnene boplasser og fangssystemer ved Finsbergvatnet, Krækkja og Ørteren. Dette er massefangstanlegg lokalisert til områder hvor reinen hadde sine naturlige trekk. Flere av anleggene var basert på bruk av ledegjerder og fangst av rein når dyrene svømte over mindre innsjøer og vann. Det er også funnet konsentrasjoner av drivfangstanlegg og dyregraver rundt Langevatnet vest for Kjeldenutan og dyregravsystemer i området nord- og nordvest for nordenden av Halnefjorden. Dette indikerer at det i perioder har vært betydelige trekk av villrein. Med utgangspunkt i alle fangstrelaterte kulturminner som er registrert i området, kan det se ut som områdene mellom Ustevatn og Hardangerjøkulen har vært en flaskehals i villreintrekket mellom Hardangervidda og fjellområdene lengre nord. Dette samsvarer også med naturlige barrierer og kjent kunnskap om villreinens terrengtilpasning og vandringsdynamikk.

Selv om enkelte områder har vært mer trafikkert av rein enn andre, er det liten tvil om at utveksling av dyr mellom Nordfjella og Hardangervidda fra gammelt av har funnet sted på hele strekningen fra Ustevatn i øst til Sysenvatnet i vest. Det betyr at de fleste nærområdene til dagens Rv7 over Hardangervidda har vært viktige for reinen. I dag synes de østlige trekkveiene, dvs. rundt Ustevatnet og Sløddfjorden, nærmest å ha gått ut av bruk. Årsakene til det må ses i sammenheng med den generelle utbyggingen som har funnet sted i området, og innsnevring av potensielle trekkpassasjer. I perioder av vinteren har det stått mange dyr i fjellterrenget sør for Ustevatnet og det har da unntaksvis skjedd at dyr har krysset dalføret. Mellom Ørteren og Sløddfjorden har vintertrekkaktiviteten vært større, særlig på 1970- og først på 1980-tallet (jfr. 3.2). Trekkene vest for Halne har hovedsakelig vært barmarkstrekk eller vårtrekk i de perioder dyra hadde vinterbeiter nord for Bergensbanen. De mest trafikkerte traséene synes å ha vært nordvest for Skiftessjøen og ved Dyranut. Det vestligste trekket går sørøst for Sysenvatnet.

Som beskrevet innledningsvis er det flere faktorer som kan virke forstyrrende inn på reinens atferd slik at den unngår eller reduserer bruken av bestemte arealer innen det naturlige leveområdet (barriere- og/eller unnvikelseeffekter). I det følgende gis en kort oversikt over Hardangerviddareinens arealbruk, og hvordan ulike faktorer kan være med å påvirke områdebruken.

3.1 Årssyklus i beitebruk

Reinens bruk av Hardangervidda er nært knyttet til områdets fordeling av beiteressurser og villreinens nomadiske livsførsel (Skogland 1984a, Skogland 1993, Pedersen 2001). Hardangervidda avspeiler topografiske gradienter hvor både de viktigste vinter- og sommerbeitene er representert (Tveitnes 1980, Gaare & Hansson 1989). Beitetakseringer gjennomført på 1980-tallet beskrev den relative fordelingen av sommer- og vinterbeiter i 8 delområder (tabell 1). Frekvensen av vinterbeiter avtar fra lavdominerte områder i øst til gradvis mindre lavinnslag mot vest. Dette gjenspeiles i reinens bruk av områdene ved at hovedtyngden av dyrene står i de østligste delene av vidda i vinterhalvåret (jfr. figur 7,1D). Sommerbeitene er jevnere fordelt, mens de tradisjonelle kalvingsområdene finnes i vest. Dette er høyereliggende terreng med korte avstander til gode vårbeiter. Det er generelt antatt at områdene nord for Rv7 representerer marginale vinterbeiter, men at arealene kan være viktige som sommer- og høstbeite.

Beitene på Hardangervidda ble visuelt taksert fra fly sommeren 2004 (Gaare m.fl. 2004). En tilsvarende taksering ble foretatt sommeren 1988. Undersøkelsen bekreftet at det er store områder i sør og særlig vest som er snø- og nedbørrike. Takseringen viste økt andel i uproduktivt areal fra 28 % til 31 % i perioden 1988-2004. Det er mye barmarksbeite, som representerer et beiteoverskudd sammenlignet med vinterbeitearealet. Vinterbeitearealet ble funnet å ha økt fra 15 til 18 % fra 1988 til 2004, men dette kan imidlertid skyldes klassifiseringsfeil. En større andel

av lavmattene ble i 2004 klassifisert som middels eller uslitte sammenlignet med 1988. Det har følgelig skjedd en økning av lavressursene. Forekomsten av lav har økt for alle deler av vidda, særlig i sentrale og østlige deler hvor hovedtyngden av vinterbeitene ligger. Det framgår at de østligste tangene brukes lite. På Dagalifjellet har det knapt vært rein øst for riksvei 40 de siste 20 årene. Beitespor øst for veien over Imingfjell-Småroi finnes, men det kan antas at også Lufsjåtangen kan utgå som vinterbeite for reinen om hyttebyggingen fortsetter. Dagali og Lufsjåtangen utgjør hver ca. 4-5 % av det totale areal av rabber med lavbeiter på vidda. Vinterbeitet er minimumsfaktoren for viddas bæreevne, og det kan antas en bortimot 10 % svikt i denne som følge av bortfall av randsonebeiter (Gaare m.fl. 2004).

Tabell 1. Fordeling (%) av sesongbeiter i 8 delområder av Hardangervidda (data fra bakke- og flytakseringer (fotos) av transekter med representativt utvalg fra hvert delområde (etter Jordhøy m.fl. 1997)).

| Delområde | Vinter | Vår-sommer | Sommer | Høst | Areal |
|-------------------------|--------|------------|--------|------|----------------------|
| Møsvatn-Halne | 22 | 36 | 11 | 10 | 2119 km ² |
| Lufsjå øst | 25 | 51 | 6 | 0 | 238 km ² |
| Dagali | 45 | 13 | 14 | 7 | 133 km ² |
| Songa-Møsvatn | 17 | 28 | 13 | 9 | 707 km ² |
| Veig-Halne | 12 | 26 | 13 | 27 | 1766 km ² |
| Songa-Bjornes | 13 | 24 | 7 | 15 | 1100 km ² |
| Valldal-Veig | 4 | 25 | 6 | 22 | 1660 km ² |
| Hardangerjøkulen | 1 | 15 | 1 | 19 | 359 km ² |

3.2 Hovedtrekk i reinens bruk av nærområdene til Rv7

Dokumentasjon av trekk over Rv7 har vært fragmentarisk, men hovedtrekkene i hvordan bruksmønsteret har utviklet seg over tid er kjent (figur 1). Reinens bruk av Hardangervidda antas særlig å ha endret seg over tid som følge av etablering av barrierer og store fluktuasjoner i antall rein.

Statens vegvesen, Vegdirektoratet etablerte i 2002 et 5-års forskningsprosjekt for å studere villreinens bruk av områdene langs Rv7 på Hardangervidda, basert på GPS-teknologi og feltundersøkelser av villreinens beitebruk ("GPS-prosjektet"). Det faglige ansvar for prosjektet ble delegert til NINA, og gjennom prosjektet er det nå samlet data som gir grunnlag for en mer detaljert analyse av reinens områdebruk (luell m.fl. 2005, luell & Strand 2005)

I tidligere utredninger (Strand m.fl. 2001) er det konkludert med at trekk over veien kan deles i tre ulike funksjonsgrupper:

- trekk til vinterbeiter nord- og øst for nærområdene til Rv7
- begrenset bukketrekk til sommerbeiter rundt Hardangerjøkulen
- "tilfeldig" bruk av nærområdene til Rv7 og kryssing av denne i forbindelse med normalt beitesøk i dette området og at dyra tidligere i større grad brukte nordområdene på Hardangervidda

3.2.1 Bruk av vinterbeiter på nord- og østsiden av Rv7

Det er spesielt i tilknytning til overbeitingen først på 1980-tallet at det ble registrert bruk av nærområdene til Rv7, dog uten dokumentasjon gjennom systematiske undersøkelser. Vinterbeitene var på dette tidspunkt sterkt nedbeitet etter en periode med betydelig vekst i villreinbestanden. Fra begynnelsen på 1980-tallet og de neste fem–seks årene var det et økende antall rein som fra tidlig på vinteren krysset Rv7 og brukte områdene på nordsida av veien og Nordfjella som vinterbeite. Dyr på slikt "gjestebeite" vandret i løpet av våren tilbake til Hardangervidda og tradisjonelle kalvingsområder på Vestvidda. Dette trekket kulminerte rundt 1985-86 da beitene i Nordfjella også ble sterkt nedbeitet som følge av det harde beitetrykket denne "gjestebeitingen" medførte.

De mest fremtredende trekkveiene dyra brukte på vei nordover var områdene mellom Halne og Ørteren. Fra de observasjonene som foreligger synes det som reinens bruk av disse områdene også var betydelig større i perioden fra 1970 og fram til 1985 enn den har vært de siste 10-15 åra. Dyra som seinhøstes og om førjulsvinteren beitet i nærområdene til Rv7 kom den gang nordover tidligere på vinteren enn i dag.

3.2.2 Bukketrekk til områder rundt Hardangerjøkulen

Dette området er fattig på vinterbeiter, spesielt i vest, hvor beitegrunnlaget i all hovedsak består av sommer- og høstbeiter. De østligste delene (øst for Krækkja-Midtnuten) er rikere på seinhøst- og vinterbeiter. Bruken av de vestligste delene har derfor primært vært knyttet til sommerbeiting, og har hatt en viktig funksjon som beiteområde for bukk. Trekket av bukk økte i følge lokale kilder framover på 1960- og tidlig 1970-tallet. Dette var bukker som trolig hadde vinterbeite i sentrale deler av Hardangervidda og som trakk opp i de nordlige områdene i løpet av våren. Om høsten vandret dyra sørover igjen og ble da jaktet på. Dette trekket har avtatt i løpet av de seinere åra, og data fra overvåkingsprosjektet av villrein viser at bukkene de siste 10-15 åra vesentlig har hatt sine sommerbeiter i områdene sør for Kvenna. Det er spekulert mye i hvorfor dette bukketrekket har opphørt, og blant de teorier som har vært lansert er at "tradisjonsbærerne" i forhold til dette vandringsmønsteret har blitt skutt under jakta.

3.2.3 Bruk av nærområdene til Rv7

Siste observasjon av en stor fostringsflokk som brukte områdene nord for Rv7 er fra begynnelsen av 1990-tallet, da ca. 2000 dyr beitet på nordsida. Fra 1985 og utover på 1990-tallet har bruken avtatt, og det har vært mindre dyr her både under jakta (på begge sider av Rv7) og på vinterbeite nord for Rv7. Når det gjelder større trekk over veien til beiteområder nord for Rv7, og i perioder også nord for Bergensbanen, så var dette spesielt utbredt tidlig på åttitallet da bestanden var stor og påvirket av matmangel vinterstid (Strand & Jordhøy 2001). Store deler av Hardangerviddastammen brukte da områder nord for Bergensbanen og Rv7 som vinterbeiter og trakk årlig tilbake til de sentrale delene av Hardangervidda for kalving. Slik trekkaktivitet over Rv7 er også observert i seinere år, men da i langt mer beskjedent omfang. Dyr som har krysset Rv7 i løpet av de siste åra har bare i korte perioder brukt områder nord for veien og har trolig vært på mer normalt beitesøk framfor forsøk på masseforflytninger til andre vinterbeiteområder slik tilfellet var på åttitallet. Dette bygger på generelle observasjoner og ikke kvantitative data. Så langt synes data fra GPS-prosjektet å forsterke dette inntrykket.

I tillegg til disse observasjonene viser jaktstatistikk for de enkelte kommunene at det har vært bruksendringer av de nordlige delene. Dette er spesielt tydelig på bakgrunn av data fra Eidfjord og Ulvik. Eidfjord sto for opptil 20 % av dyra som ble felt på Hardangervidda i perioden 1978-82. Etter dette har andel årlig, felte dyr sunket betraktelig og variert rundt 5 % av det totale fellingstallet for Hardangervidda (Strand m.fl. 2001). Om dette har bakgrunn i ytre årsaksfaktorer (f.eks. klimaendringer) eller populasjonsdynamiske forhold (f. eks. tetthet av individer) er ikke kjent.

I løpet av de siste 5-10 årene er det gjennomført flere undersøkelser på Hardangervidda med fokus på endringer av og effekter på reinens arealbruk i lys av variasjoner i individtetthet og beitetrykk, og som følge av flere og samvirkende forstyrrelseseffekter (se oppsummering i Strand m.fl. 2004). Beiteundersøkelser knyttet opp mot effekter av forstyrrelser i nærområdene til Rv7 er gjort gjennom taksering av lavmatta og måling av mengden beitelav i transekter ut fra Rv7. Hypotesen er at lavmatta blir tykkere og får større volum og biomasse i områder der reinen forstyrres ofte og beiteintensiteten reduseres. Tilsvarende antas beitetrykket å øke i områder der dyrene får ro og tid til å beite slik at lavvolum og biomasse av lav reduseres.

3.2.4 Reinens trekkveier i nærområdene til Rv7

Reinens trekkveier og kryssingspunkter langs Rv7 har vært forsøkt sammenfattet i flere utredninger (Jordhøy & Strand 1999a b, Strand m.fl. 2001). Disse vurderingene av reinens trekkveier over Rv7-traséen bygger både på arkeologisk materiale og opplysninger fra jegere og kjentfolk i området. I tillegg er det i enkelte områder også mulig å se trekkveiene i form av vegetasjonsslitasje og dyretråkk. Lokalkunnskapen som finnes om reinens trekkveier i området er også betydelig gjennom erfaringer som er gjort blant annet under jakt. I en framtidig og mer fullstendig kartlegging av villreins trekkruiter bør disse informasjonskildene utnyttes bedre. I denne omgang har vi sammenfattet reinens trekkruiter i 14 ulike strekninger langs Rv7 (tabell 2), og gir nedenfor en kort beskrivelse av hver trekkpassasje.

1. *Våkavaet*. Dette kryssingspunktet er regnet for å være mest brukt i forbindelse med vår- eller vintertrekk. Dokumentasjonen av denne trekkveien stammer i hovedsak fra observasjoner av dyr som har vært på vinterbeite i områder nord for Rv7 på trekk sørover for kalving. Sporing av flokker kan indikere at dyra som krysset her hadde forsøkt å krysse veien lenger øst, men at de først lyktes etter å ha fulgt veien vestover til dette punktet.

2. *Krossdalen*. Denne passasjen dekker en strekning på 500-600 meter i østlig retning fra bunnen av Krossdalen. Tilgjengelige observasjoner indikerer at dette i all hovedsak har vært et nordgående trekk. Under siste overbeittingsperiode (på slutten av 1970-tallet og tidlig 1980-tall) brukte dyra nordvidda vesentlig mer på nordlig trekk og under jakta. Funn av dyregraver i nutene øst for stølen i Krossdalen og lenger nord i området mellom Svartetjønnuten og Fisketjønnuten gir også sikre holdepunkter for at dette har vært et mye brukt trekkområde i historisk tid.

3. *Gjerebotn*. Dokumentasjonen på denne trekkruta viser i hovedsak et nordlig trekk i retning Gjerebotn på vestsida av Dyranut.

4. *Høgdestein*. Også dette er en passasje som strekker seg over noen hundre meter i området mellom Høgdesteinen og vestsida av Skiftessjøen. Trekkveien er dokumentert brukt gjennom hele året, både i nordlig og sørlig retning, og er regnet for å være en av de viktigste trekkkorridorene over Rv7-traséen. Gjennom GPS-prosjektet er det så langt dokumentert at 11 av totalt 21 forsøk (48 %) på å krysse Rv7 har vært ved trekkkorridorene ved Høgdestein og Skiftessjøen (tabell 2).

5. *Østsida av Skiftessjøen*. Fra lokalt hold er dette i hovedsak regnet for å være et sommer-/høsttrekk for bukk som kommer nordfra, og som krysser veien på vei sørover. Tidligere var dette mye brukt i forbindelse med jakta. Data fra GPS-prosjektet viser også at fostringsdyr har brukt denne ruta både på nordlig og sørlig trekk.

6. *Dyraheii og Lågahæ*. Dette er i følge tilgjengelige opplysninger et sørlig trekk som i all hovedsak har vært brukt av bukk om høsten og ettersommeren.

7. *Halnekollen-Halnetunga*. Denne trekkpassasjen er noe kompleks og består både av et sørgående bukketrekk om høsten og et høst-/vintertrekk i både nordlig og sørlig retning. Funn av ledegjerder nord for Halnekollen og i tilknytning til vassfangst på Krækkja, gir også klare indikasjoner på at dette var en viktig trekkkorridor tidligere. Observasjoner fra jakta kan indikere at dette trekket opprinnelig hadde en mer direkte linje fra vestsida av Halnekollen og ut på vestsida av Halnetunga. Observasjoner begrenser seg til kryssing av veien øst for Halnestølen under jakta. I tillegg er det så langt i GPS-prosjektet dokumentert at reinen på nordlig trekk om vinteren har prøvd å krysse veien 3 ganger ved dette punktet.

8. *Båstjønn*. Observasjoner av at dyra har krysset her stammer fra jakta, og en kan ikke se bort fra at aktiviteten skyldes jaktsituasjoner og jegere som har påvirket trekket lenger vest ved Halnekollen–Halnetunga.

9. *Fagerheim*. Dette er et nordgående trekk som har vært i bruk om vinteren.

10. *Lappstein*. Dette er et trekk som går både i nordlig og sørlig retning.

11. *Lægreidvatnet*. Observasjonene herfra indikerer at dette er et sørgående vintertrekk.

12. *Veahovda*. Dette er et nordgående trekk som har vært i bruk om vinteren hvor dyra også krysser over isen på Ørteren.

13. *Ørteren*. Tilgjengelig informasjonen plasserer dette som et sørgående bukketrekk om høsten.

14. *Ørterstølen*. Dette er et nordgående vintertrekk som har vært i bruk når dyra har kommet østfra langs kantene mot Ustevatn.

Tabell 2. Kryssingspunkter og trekkveier for villrein over Rv7 og sammendrag av data fra GPS-prosjektet der antall kryssingsforsøk (AF) og antall dokumenterte kryssinger (AK) av Rv7 er sammenfattet (innsamlet materiale pr. 1.8.2005).

| Kryssingspunkt | Beskrivelse | Retning | AF | AK |
|--------------------------|-----------------|----------------|-----------|----------|
| 1 Våkavaet | Vinter/vårtrekk | Sørlig | | |
| 2 Krossdalen | Høst og vinter | Nord og Sørlig | 3 | |
| 3 Gjerebotn | Vinter | Nordlig? | 2 | |
| 4 Høgdestein | Høst og vinter | Nord og Sørlig | 8 | |
| 5 Skiftessjøen | Høst | Sørlig | 1 | 2 |
| 6 Dyraheii-Skuleviki | Høst og vinter | Sørlig | 1 | |
| 7 Halnekollen-Halnetunga | Høst og vinter | Nord og Sørlig | 3 | |
| 8 Båstjønn | Høst | Sørlig | 2 | |
| 9 Fagerheim | Vinter | Nordlig | | |
| 10 Lappstein | Høst og vinter | Nord og Sørlig | 1 | |
| 11 Lægreidvatnet | Vinter | Sørlig | | |
| 12 Veahovda | Vinter | Nordlig | | |
| 13 Ørteren | Høst | Sørlig | | |
| 14 Ørterstølen | Vinter | Nordlig | | |
| Totalt | | | 21 | 2 |

Sammenfatningsvis er det fem hovedområder som framstår som aktuelle trekkpassasjer for villrein. Grovt sett ligger disse mellom Våkavaet-Dyranut i vest, Høgdestein-Skiftessjøen, Halnekollen-Båstjønn, Fagerheim-Lappsteinen og øst for Ørteren (figur 7, tabell 2). Arkeologisk materiale tyder på at det i tillegg til disse områdene også har vært betydelig trekkaktivitet i områdene rundt Haugastøl i historisk tid. Det er bl.a. gjort mange funn av gamle fangstanlegg rundt Ustevatn (Jordhøy & Strand 1999a, b). Disse områdene er i likhet med områdene rundt Sysenvatnet i sterk grad påvirket av hyttebygging og menneskelig ferdsel og har i svært liten grad vært benyttet av villrein i nyere tid. Det er derfor i første rekke områdene oppe på fjellplatået ved Våkavaet-Dyranut-Skiftessjøen og området ved Halnetunga og Lappstein som framstår som aktuelle trekkkorridorer for villrein i dag.

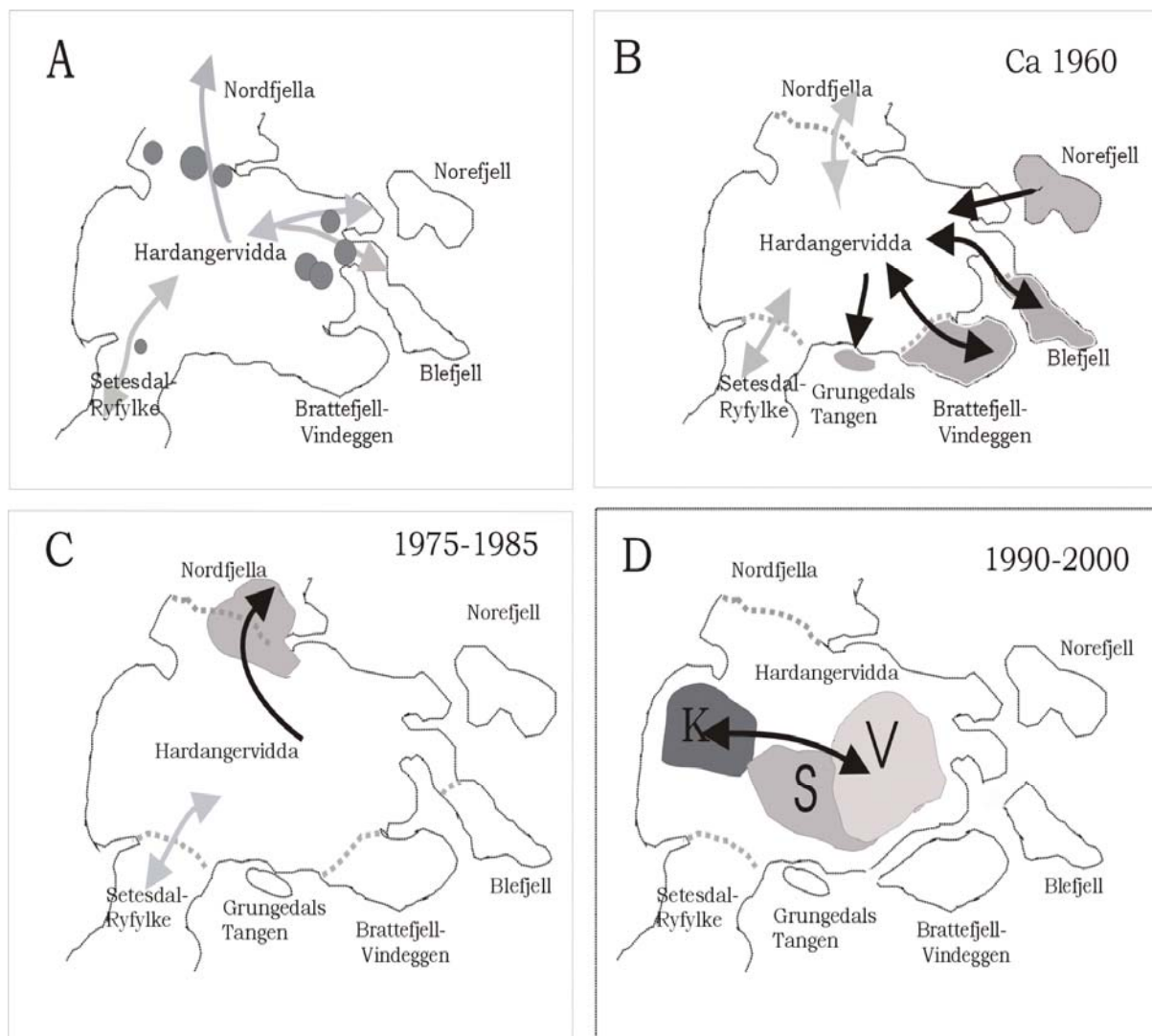
3.3 Ny kunnskap om områdebruk fra GPS-prosjektet

Foreløpige resultater fra GPS-prosjektet bidrar til å gi mer kunnskap, og trolig en mer nyansert oppfatning av hvilke faktorer som kan bidra til å påvirke reinens områdebruk. GPS-posisjonene som etter hvert er samlet inn kan bl.a. gi et visuelt bilde av hvor dyrene har befunnet seg gjennom året. Dette materialet er sammenfattet ved å beregne tettheten av GPS-punkter til ulike tider av året. Disse kartene gir trolig et nokså representativt bilde av reinens bruk av Hardangervidda den siste 4-årsperioden. En visuell framstilling av dette ved hjelp av skravur som reflekterer tettheten av plott (figur 2 og 3), viser at det er store årstidsvariasjoner i reinens arealbruk. Dyrene bruker en betydelig mindre del av Hardangervidda om sommeren sammenlignet med f.eks. vinteren, da de har en langt mer ekstensiv arealbruk.

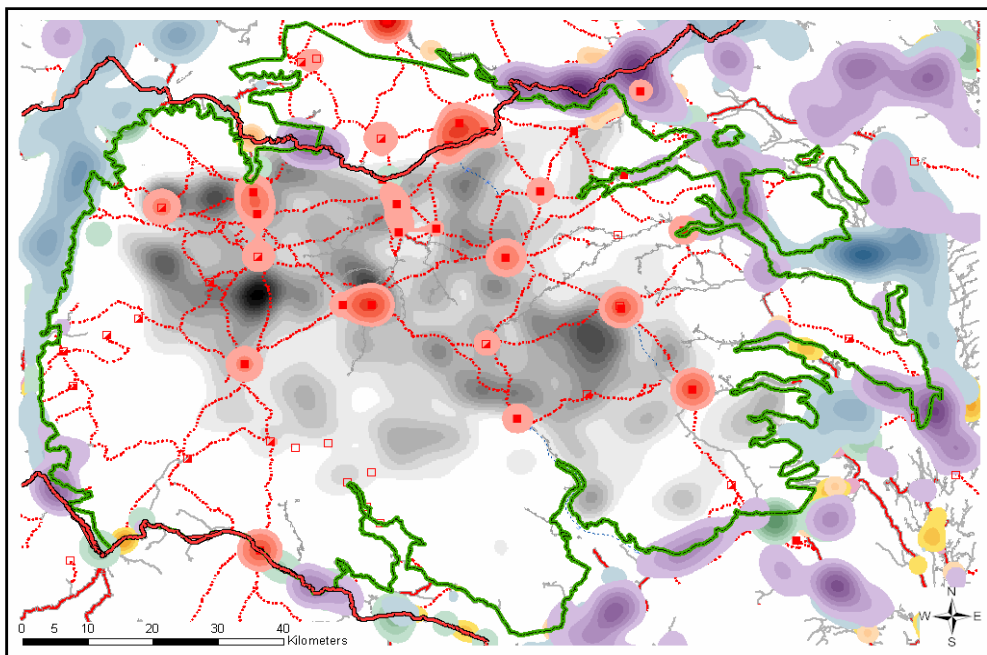
Data fra GPS-prosjektet samsvarer med det generelle inntrykket en har hatt av reinens bruk av nærområdene til Rv7, og viser at dyrene i all hovedsak benytter dette området på før- og etterjuls vinteren. Samtlige observerte kryssingsforsøk har for eksempel funnet sted mellom 22. november og 12. mars. Dette reflekteres også i reinens generelle bruksmønster av vidda som en ser i GPS-datasettet. Dette er forsøkt illustrert i figur 4. Disse figurene er å betrakte som et kompass med nordlig, østlig, sørlig og vestlig retning. Størrelsen på det skraverte arealet indikerer bevegelseshastighet. Ved å sammenligne de ulike delene av figur 4 med figur 3 ser en for eksempel at reinen om sommeren bruker et relativt lite område, men at den beveger seg relativt mye uten at det er i noen spesiell retning. Dette i motsetning til om vinteren, da reinen gjennom sitt beitesøk også bruker et større område (figur 2). Figur 2 viser at reinen vinterstid beveger seg relativt lite, men at bevegelsene er mer retningsbestemt. Dette illustrerer at dyrene har et nordlig trekk mot nærområdene til Rv7 seinhøstes og tidlig vinter. Dette avløses av et relativt klart østlig trekk noe seinere på vinteren, som igjen avløses av et tydelig trekk mot vest og kalvingsområdene om våren.

Noen av de mest interessante problemstillingene som GPS-prosjektet kan belyse er hvilke faktorer, menneskeskapte eller naturlige, som påvirker reinens arealbruk og trekkmønster. Det relativt tydelige, nordlige trekket en ser tidlig på vinteren, med endringer både i trekkretning og bevegelseshastighet, lar seg trolig forklare med at reinen på denne årstida skifter beite. Om ettersommeren og høsten er det for eksempel kjent at reinen er på aktivt søk etter sopp som utgjør en viktig del av beitet på denne tida av året. Etter hvert som vegetasjonen visner ned om høsten blir også deler av beiten utilgjengelige på grunn av snø. Reinen skifter da beitepreferanse og beiter mer på rabber som er vindeksponerte og har nå lav som en viktig del av dietten. Tilsvarende endringer skjer vår og sommer. Rett etter kalving prefereres relativt sett lavtliggende områder og terreng som er sørvendt. Ut over sommeren endrer dette seg, og i slutten av juli og august står dyra høgt i terrenget og prefererer terreng som er nordvendt.

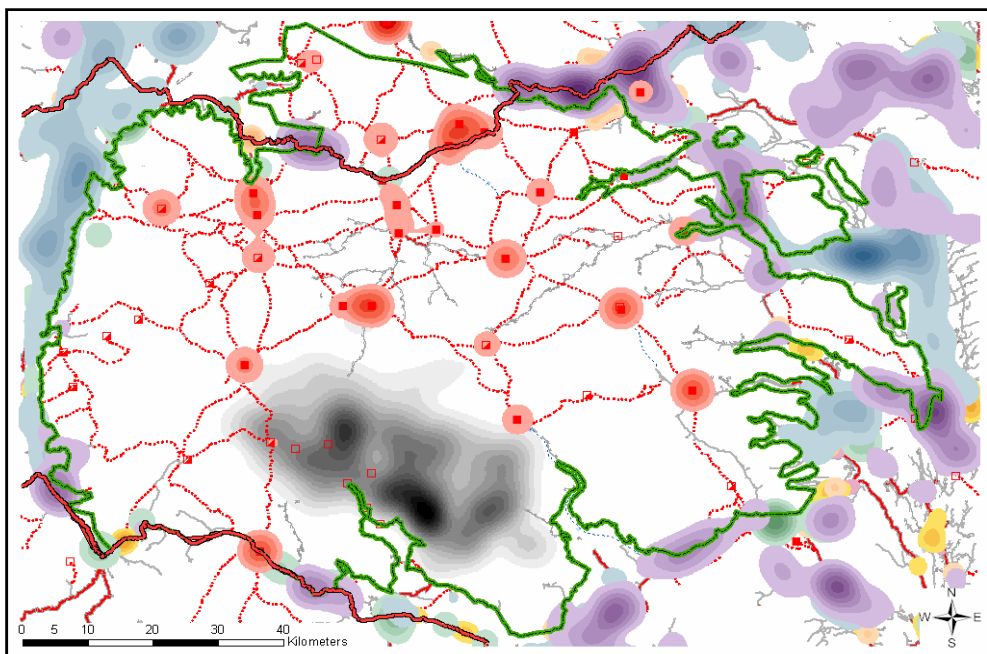
Data fra GPS-prosjektet kan også brukes sammen med lokal og historisk kunnskap om reinens trekkvaner, og gir et visst innblikk i de viktigste trekkrutene i nærområdet til Rv7. Av i alt 21 registrerte forsøk på å krysse veien er det dokumentert at GPS-merka simler har krysset veien to ganger. I begge tilfeller var det én og samme flokk som krysset veien øst for Skiftessjøen (5 i tabell 2), først på trekk nordover den 2. januar 2001, og deretter tilbake sørover på samme sted den 6. januar. Oversikten over de ulike kryssingsforsøkene (tabell 2) viser også relativt store forskjeller på hvor mange ganger reinen har forsøkt å krysse veien ved de ulike kryssingspunktene. I de tilgjengelige dataene er det i passasjene ved Skiftessjøen og Høgdesteinen at reinen oftest har forsøkt å krysse veien (tabell 2). Hele 11 av totalt 21 kryssingsforsøk har vært her. Til sammenligning har 23 % av kryssingsforsøkene vært på Halnetunga og ved Båttstjønn (7 og 8 i tabell 2).



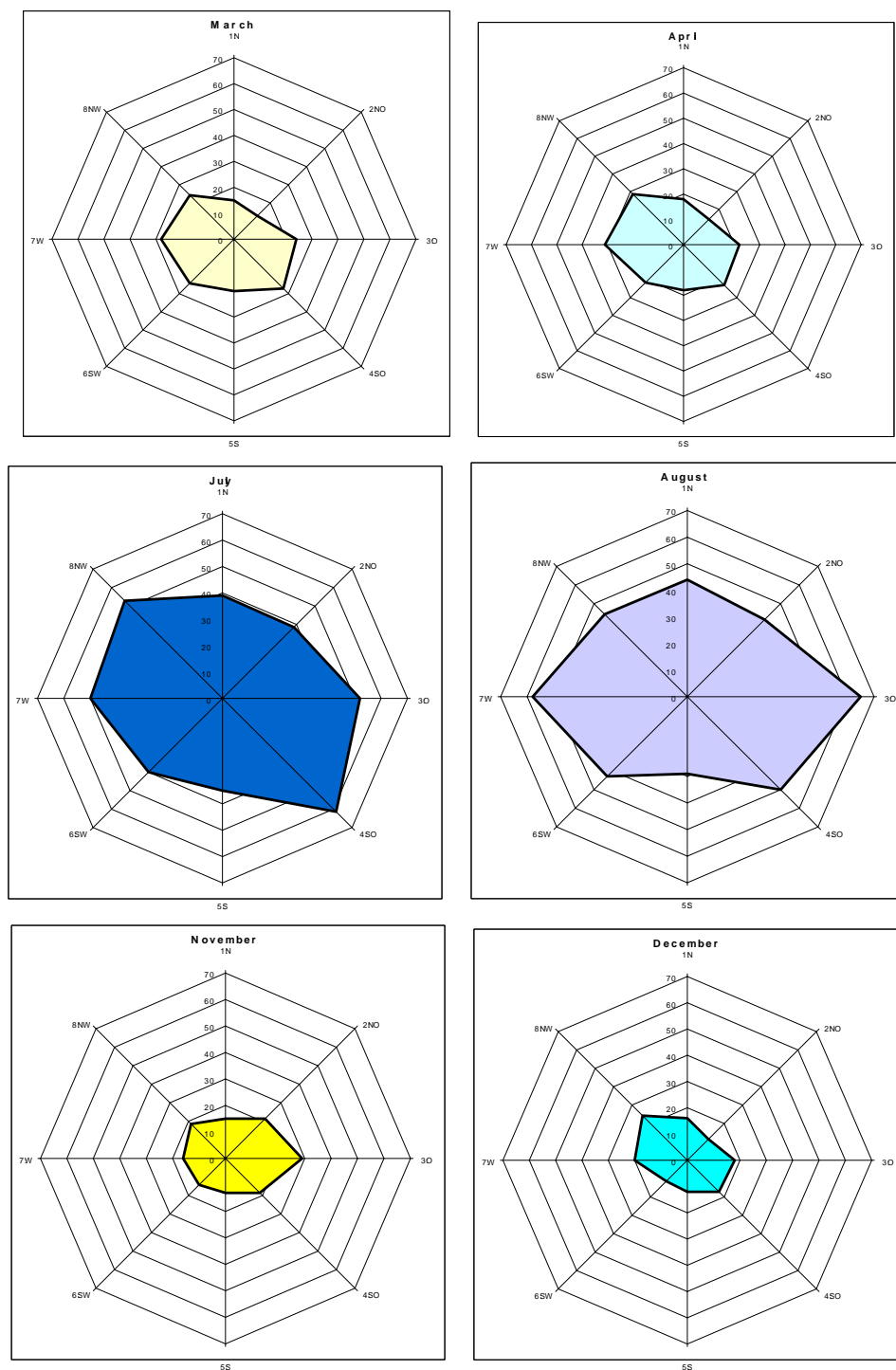
Figur 1. Endringer i reinens bruk av Hardangervidda (etter Strand m.fl. 2001). **A)** Dyrenes trekkmuligheter før betydelige tekniske inngrep var foretatt. Hardangervidda var sannsynligvis et sentralt område for utveksling av rein til sørnorske fjellområder, noe bl.a. funn av massefangstanlegg indikerer (kjente fangstanlegg angitt som sirkler; antatte, viktige utvekslingsveier antydnet med piler). **B og C)** Endringer i arealbruk er nært knyttet til perioder med bestandsvekst og mange dyr. På sekstitallet skjedde en betydelig overbeiting, og reinen søkte til nye beiteområder og la grunnlag for dagens villreinstammer i Brattefjell-Vindeggen og Blefjell. I samme periode innvandret rein til Hardangervidda fra Norefjell. Det etablerte seg også dyr på Grungedalstangen (administreres under Hardangervidda). Fra midten av syttitallet økte bestanden på nytt og nye vinterbeiter ble tatt i bruk i grenseområdene mot Nordfjella og på Nord-siden av Bergensbanen. **D)** I løpet av siste tiårsperiode har reinen i all hovedsak benyttet vinterbeiter sentralt og øst på vidda, med sommerbeiter i sentrale og sørlige deler. Kalvingsområder har tradisjonelt vært i vest, men også her med betydelige variasjoner fra år til år.



Figur 2. Reinens arealbruk om vinteren (november t.o.m. april) på Hardangervidda illustrert ved tetthet av GPS-posisjoner (grå skravur - økt tetthet gir mørkere farge). Tetthet av hytter og annen bebyggelse er vist med lilla og grønn skravur. Belegg på turisthytter er indikert gjennom rød skravur (de med størst bruksintensitet har størst sirkel med mørk rødfarge), og løypenett er vist i rødt.



Figur 3. Reinens arealbruk om sommeren (juni t.o.m. august) på Hardangervidda illustrert ved tettheten av GPS-posisjoner (grå skravur - økt tetthet gir mørkere farge). Tetthet av hytter og annen bebyggelse er vist med lilla og grønn skravur. Belegg på turisthytter er indikert gjennom rød skravur (de med størst bruksintensitet har størst sirkel med mørk rødfarge), og løypenett er vist i rødt.



Figur 4. Grafisk framstilling av reinens trekkretninger og trekkhastigheter i ulike årstider på Hardangervidda. Tallmaterialet bak bygger på GPS-data fra i alt 11 radiomerka simler der trekkretning og trekkhastighet er beregnet med tre-timersintervaller. Størrelsen på de skraverte områdene angir dyrenes trekkhastighet i ulike måneder. De store skraverte arealene i juli og august viser at reinsdyra beveger seg mye på denne årstida. De respektive figurene angir også dyras trekkretning, og viser en tydelig tendens til et nordvestlig trekk i mars og april ved at de skraverte områdene er størst i nordvestlig retning. Tilsvarende ser en at reinen har et tydelig østlig trekk i november og desember.

4 Økt ferdsel og villrein

4.1 Generelt

I løpet av de siste 20-30 årene, med store endringer i villreinbestanden, har det også skjedd betydelige endringer i menneskelig påvirkning av nærområdene til Rv7. Årsakene til at reinen har redusert bruken av områdene mellom Rv7 og Bergensbanen kan derfor tilskrives flere, og mulig samvirkende faktorer. Fra et økologisk synspunkt reflekterer reinens bruksmønster av dette fjellplatået i første rekke fordelingen av sesongbeiter (tabell 1). Det må også påpekes at Hardangerviddareinen lever i fravær av predasjonsfare fra rovpattedyr. Hvorvidt nåværende rovdyrpolitikk vil bidra til etablering av rovdyrbestander i området vil bare framtida vise. At eventuelt økt predasjonstrykk fra rovpattedyr vil bidra til å endre dagens bilde er sannsynlig.

Som tidligere nevnt kan forstyrrelser fra menneskelig aktivitet fra et økologisk synspunkt sammenlignes med det som skjer når dyr utsettes for predasjon. Noe forenklet kan en med andre ord si at desto flere turister, desto større predasjonstrykk. Hardangervidda har opp gjennom tidene vært et ettertraktet utfartsterreng så vel for mennesker i omkringliggende bygder som bystrøk. Friluftslivsaktivitetene er mangfoldige både sommer og vinter og har særlig utgangspunkt i DNT sitt nettverk av merkede turstier og de overnattingsmulighetene som DNT-hyttene representerer. I tillegg til DNT-hytter finnes flere private fritidsboliger, og langs Rv7 en del fjellstuer (hoteller) som er åpne for turister store deler av året (figur 5).

De tradisjonelle friluftslivsaktivitetene har stort sett vært knyttet til fot- og skiturisme (opplevelsesturer), jakt og fiske. De senere år har det også kommet en del nye aktiviteter i kjølvannet av de mer tradisjonelle (terrengsykling, kjøring med hundespann, skisurfing m.m.). Hovedpoenget er imidlertid at det i store perioder av året er mye mennesker i fjellet som representerer en potensiell forstyrrelse for reinen. Når effektene av Rv7 i forhold til rein skal evalueres, er det derfor feil å gjøre det uten samtidig å se på effektene av andre forstyrrende elementer. Disse "andre forstyrrende elementene" kan ha avgjørende betydning for hvilken barrierereduserende effekt det eventuelt kan være å legge deler av Rv7 i tunnel.

Det er utført få, spesifikke undersøkelser av hvordan friluftslivsaktiviteter kan påvirke reinen på Hardangervidda, men en hovedfagsoppgave ved NTNU har sett på effekter av vinterturisme (Hagen 2002). Ved hjelp av GIS ble det laget en synlighetsmodell rundt merkede skiløyper, og det viste seg at lavmattene (*Cetraria nivalis* og *Cladonia* spp.) som ikke var synlige fra skiløypene hadde henholdsvis 45 % og 30 % mindre lavvolum sammenlignet med områder som var synlige fra løyper. Dette kan m.a.o. tolkes dit hen at reinen foretrekker å beite i de deler av terrenget hvor mennesker ikke kan se den, eller den mennesker.

Det er betydelige variasjoner over året mht. bruken av Hardangervidda i friluftssammenheng (tabell 3). Av spesiell betydning er det å merke seg at seinvinter og vår (mars-juni) har stor belastning. Dette er en spesiell sårbar periode for reinen i og med at forflytting til kalvingsplasser og kalving finner sted.

Tabell 3. Sesongvariasjoner i bruk av Hardangervidda (basert på åpningstider for DNT-hyttene, fjellstuene og kunnskap om jakt- og fiskeperioder samt klimatiske forhold). Etter Asplan Viak & NINA (2000).

| Måned | Periode | Ferdsselsnivå |
|-----------------|---|---------------------------|
| oktober-februar | etter reinsjakta, før påskeferien | liten eller ingen ferdsel |
| mars-mai | Vintersesong | høyt |
| juni | slutten av snøsmeltinga med dårlig skiføre og lav fremkommelighet for fotturister | lavt |
| juli-september | Sommersesong | høyt |

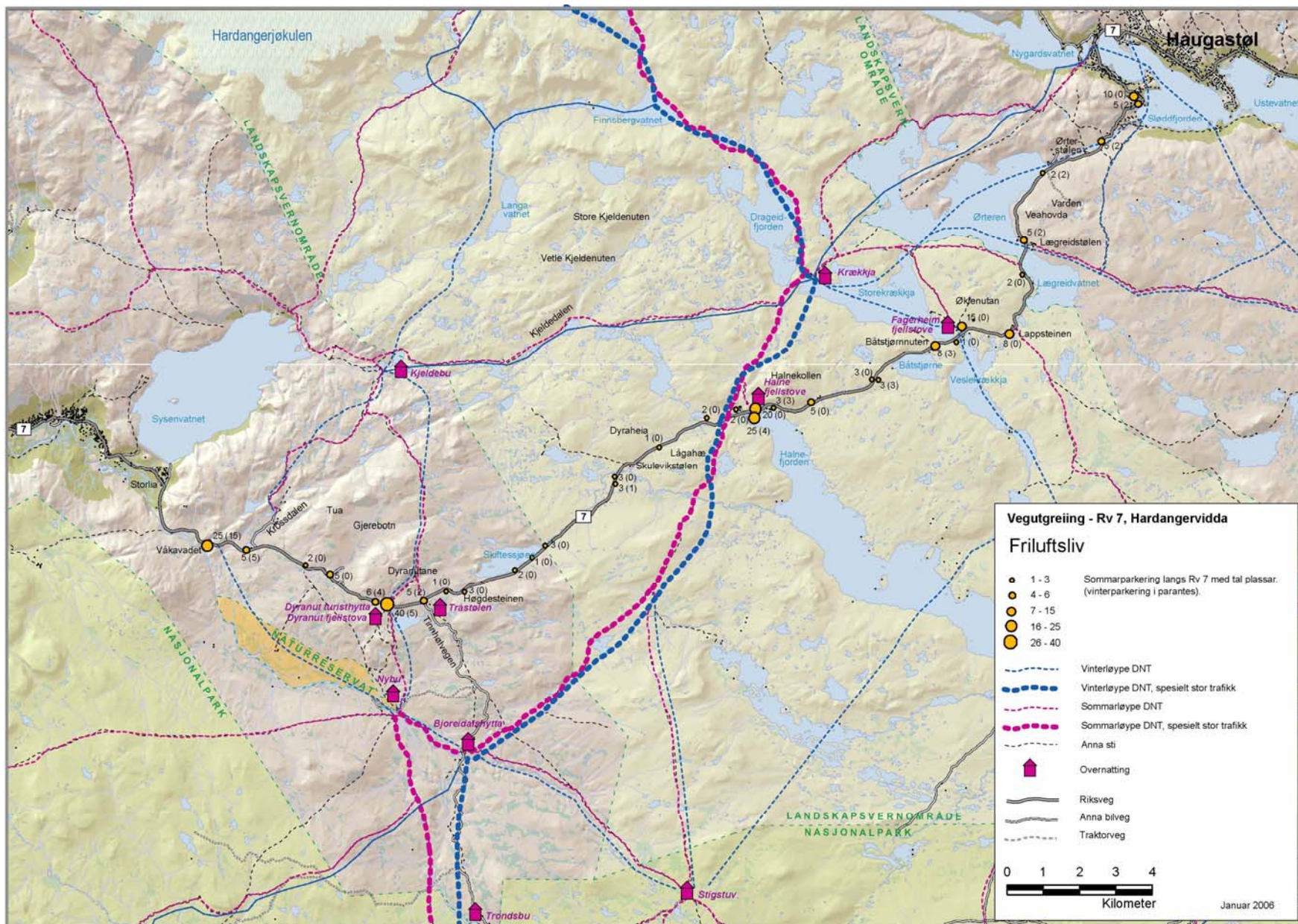
4.2 Snøscooterløyper og vinterturisme

Merka skiløyper og snøscooter-traséer fra Rv7 og inn på Hardangervidda, samt aktiviteter i forbindelse med de store turisthyttene i området, kan innvirke på villreinens bevegelsesmønstre. For eksempel vil ferdselsåren mellom Krækkja og Finse kunne ha betydning.

4.3 DNT sitt turstinett og sommerturisme

DNT har 7 større hytter på Hardangervidda (Finsehytta, Krækkja, Sandhaug, Litlos, Rauhellere, Kjeldebu og Rembesdalsseter). De største private hyttene i området er Dyranut turisthytte, Dyranut fjellstove, Halne fjellstove, Fagerheim fjellstugu, Finse, Liset pensjonat, Haugastøl, Tuva, Bjoreidal, Heinseter, Stigstuv turisthytte, Trondbu fjellstove og Hedlo turisthytte. I tillegg til Rv7 er det et omfattende nett av turstier som binder disse hyttene sammen. DNT sin hyttestatistikk indikerer størst trafikk i nord-sør-retning, dvs. mellom hyttene Finse-Krækkja-Halne-Bjoreidal-Trondbu-Sandhaug-Litlos, med en sentral avstikker fra Bjoreidal mot Stigstuv-Rauhelleren. Øst-vest-trafikken går spesielt langs aksene Haugastøl-Krækkja-Kjeldsbu. Statistikken viser at trafikken fra fotturisme tradisjonelt er størst på de sentrale delene av vidda. Spesielt er det stor trafikk mellom Finse-Krækkja-Sandhaug-Litlos, samt mellom Kalhovd-Rauhelleren-Bjoreidalshytta, Finse-Sysendalen og Mogen-Sandhaug (Asplan Viak & NINA 2000) (figur 5).

Foreløpige resultater fra GPS-prosjektet indikerer en relativt tydelig sammenheng mellom reinens bruk av Hardangervidda og lokaliseringen av turstier og hytter (figur 2 og 3). Figur 3 viser sommersituasjonen hvor dyrene står sentralt på vidda og i områder hvor det ferdes få mennesker. Figur 2 viser vintersituasjonen, og reinen står da i områder lenger nord som kan ha sammenheng med at hytter og stier i liten grad er i bruk på denne årstiden.



Figur 5. Nærområdene til Rv7 preges av friluftslivsaktiviteter. DNT har et utstrakt nett av sommer- og vinterturløyper ved siden av at det langs veien finnes en del turisthytter/hoteller og private hytter (etter Asplan Viak & NINA 2000, modifisert av Statens vegvesen, Region Vest 2006).

5 Effektvurdering av miljøtunneler langs Rv7

5.1 Generelt

For å øke driftssikkerheten på Rv7 om vinteren ble det på begynnelsen av 1990-tallet fremmet forslag om å etablere tunneler på strekningen Våkavaet-Ørteren (NGI 1991). Hovedelementene i dette forslaget var fire tunneler som til sammen var ment både å øke driftssikkerheten på veien samtidig som en kunne oppnå en miljøgevinst i forhold til villreinens trekkmuligheter over tunnelene. Tunnelene var tenkt plassert i tilknytning til Dyranut, Skuleviki, Halnekollen og Fagerheim-Ørteren, dvs. områder som tradisjonelt har vært viktige trekkområder for rein.

På bakgrunn av svært sparsomme erfaringer med effekter av tunneler på reinens trekkvaner fra andre steder, vil mange av de vurderinger som legges til grunn være basert på generell kunnskap. Det finnes imidlertid to eksempler på tunneler som kan ha relevans for Hardangervidda; Haukelitunnelen og Finsetunnelen på Bergensbanen. Begge ble dels etablert i forhold til at de også kunne ha en barrierereduserende effekt for villrein. Prosjektene ble ikke fulgt opp med etterundersøkelser slik at effektene av tiltakene er lite kjent.

I løpet av GPS-prosjektet er det registrert at dyr som ble merka på Hardangervidda ($n = 4$) har krysset Haukeliveien og over i Setesdal-Ryfylke. Disse dyra ble senere observert i Setesdal Austhei. Ingen av disse dyra har blitt re-observert på Hardangervidda, men har holdt seg i områdene lengst nord i Setesdal-Ryfylke. Trolig hadde disse dyra naturlig tilhørighet i Setesdal-Ryfylke, og var på "gjestebeiting" på Hardangervidda. Fra lokalt hold er det kjent at det årlig er enkelte dyr som krysser over Haukeli og inn på Hardangervidda. I hvilken grad dette bidrar til en reell utveksling av dyr, og om dette vil ha betydning for bestandsforvaltningen, er så langt ikke kjent.

At utvekslingen mellom Hardangervidda og Nordfjella har vært liten kan tilskrives flere forhold, f.eks. "Rallarveien" og annen skiaktivitet på Finse, samt generelle forstyrrelser og større reguleringsmagasiner. Med en målsetting om å reetablere reintrekkene over Rv7 er det viktig å være klar over hvilke andre aktiviteter som kan virke i motsatt retning (jfr. f. eks. utviklingen på Finse og Rallarveien i forhold til barrierereduserende effekter av Finsetunnelen).

5.2 Lokalisering av miljøtunneler

Det er tidligere (kap. 3), på bakgrunn av historisk og nåtidig kunnskap, gjort rede for hvordan reinen benytter Hardangervidda i tid og rom. I tillegg til bestandsstørrelse og tilgjengelige beitearealer gjennom året, er terrengets beskaffenhet viktig for å forstå reinens bevegelser. Det vil i første rekke si fordelingen av flatt og åpent lende, rygger, forsenkninger og innsjøer. Terrenget Rv7 passerer gjennom er relativt variert og områdene østover fra Halnefjorden er i stor grad preget av større innsjøer. Mellom innsjøene er det fjellrygger og høyereliggende områder som er naturlig for dyrene å følge; om sommeren på grunn barriereeffekten av åpent vann, om vinteren på grunn av at de høyereliggende områdene gir lett tilgang til beite sammenlignet med forsenkningene som er fylt med snø. Både gamle fangstanlegg og kjente trekkruiter bekrefter at terrenget dirigerer reinens bevegelser ut fra disse forholdene. De planlagte miljøtunnelene vil her krysse under fjellryggene og reinens trekkruiter, og dermed *isolert sett* kunne bidra til å fjerne veiens barriereeffekt.

De veilinjene som er foreslått består av 5 hovedalternativer med ulike forslag til tunnelløsninger. De respektive alternativene har også ulike kostnader, både økonomiske og i forhold til annen aktivitet som løypenett, hytter osv. Denne rapporten vurderer utelukkende betydningen som de ulike alternativene måtte ha for villrein. De ulike forslagene konsentrerer seg om 5 delstrekninger av Rv7 - 1) områdene rundt Dyranut og Skiftessjøen, 2) Skulevikstølen, 3) Halne og Halnetunga og 4) Øklenutan. I tillegg til dette er det beskrevet et femte alternativ som

innebærer en lang tunnel under hele fjellovergangen (alternativ 5A), eller en som i kombinasjon med 1E danner sammenhengende tunnel fra innslag i Dyranut til Læg Reidvatnet (5B, figur 7). Tabell 4 gir en oversikt over hvilke trekkveier for villreinen som berøres av de ulike tunnelalternativene.

Dyranut-Skiftessjøen. I dette området tenker en seg i alt 6 ulike tunnelalternativer (Alt 1A-1F i figur 7), hvorav flere berører kjente trekkkorridorer over Rv7. De enkelte alternativene innebærer forskjellige innslagspunkt og varierer i lengde fra ca. 1-7 km. Alternativ 1A innebærer en kort tunnel ved Dyranut. 1A vil i liten grad gi avlastning på kjente trekkveier for villrein.

1B og 1C innebærer tunnelinnslag i Dyranut og øst for Skiftessjøen. Denne løsningen har potensial for å gi en avlastning av trekkveien ved Høgdesteinen (4 i tabell 2), men det er mer usikkert hvilken effekt løsningen vil kunne ha med hensyn til bukketrekket som er påvist på østsida av Skiftessjøen (5 i tabell 2) i og med at innslaget her ligger relativt høgt oppe i lia og mer eller mindre i selve trekkruta. Trekkruta som er beskrevet øst for Skiftessjøen er klassifisert som et sommer-/høsttrekk for bukk som kommer nordfra. Lokal erfaring og kunnskap om reinens arealbruk og bukketrekket i området tilsier at bukkene er relativt tolerante og mer fleksible enn fostringsdyra. Det kan derfor være at bukkene vil komme til å utnytte denne passasjen på tross av at tunnelporten ligger svært nært det kartlagte kryssingspunktet.

1E innebærer at også områdene ved Skuleviki legges i tunnel med et innslag i Dyranut og øst for Dyræheii vest for Halne. Dette alternativet berører således kryssingspunktene ved Dyræheii, Skuleviki, øst for Skiftessjøen og Høgdestein (6, 5 og 4 i tabell 2).

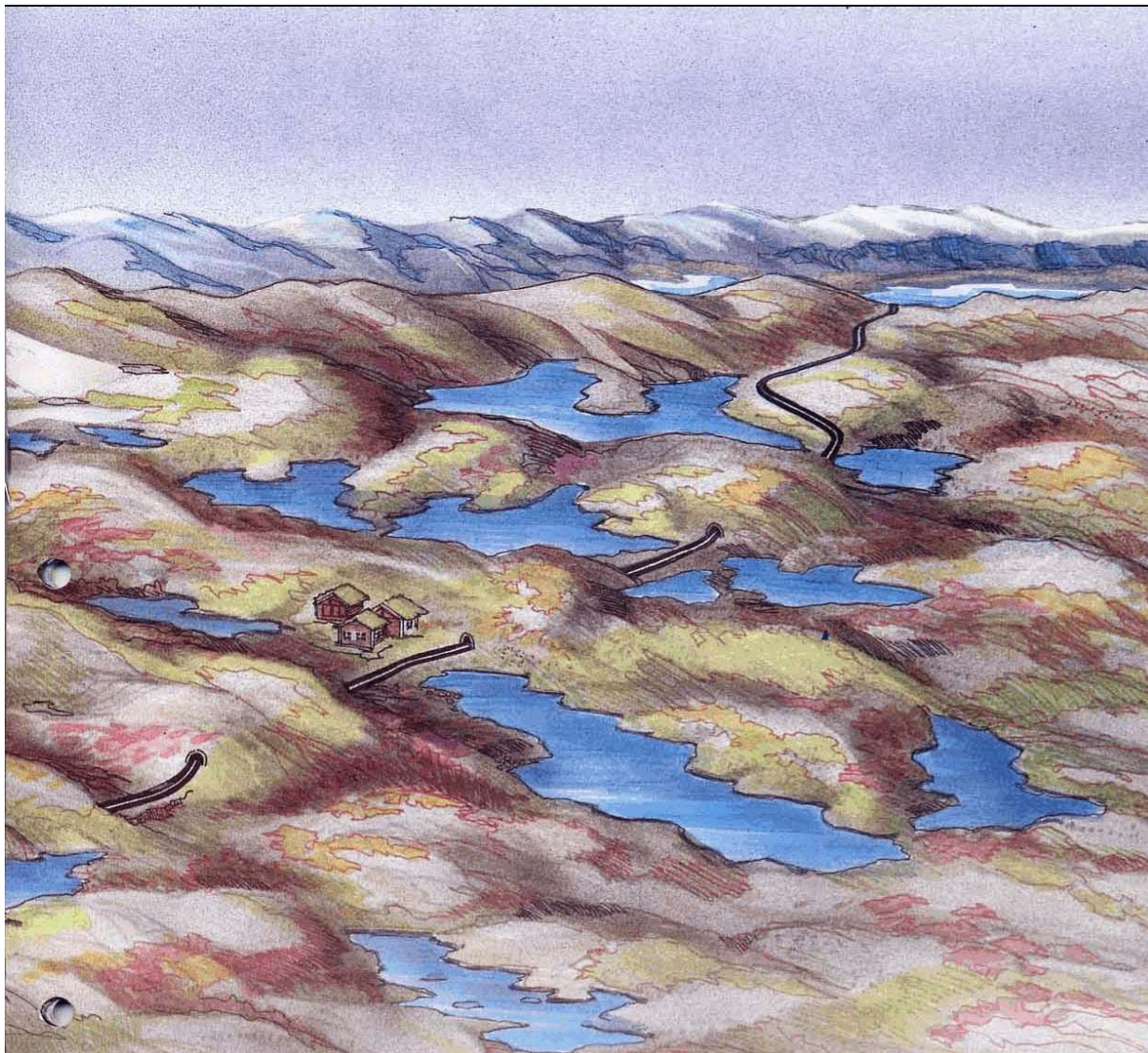
1F har innslag noe lengre vest, og gir i tillegg muligheter for åpning av kryssingspunktet i Gje-rebotn (3 i tabell 2). Lengden på 1E og 1F gjør at en nærmest automatisk vil regne dem som et bedre utgangspunkt for at reinen skal benytte de berørte trekkkorridorene. Totaleffekten som tunnelene har for reinen vil imidlertid kunne bero på ønske om å holde deler av, eller hele, den gamle veistrekningen åpen sommerstid. Dersom en ser det som viktig at deler av strekningen skal være åpen om sommeren, kan det være viktig å utrede en kombinasjon av de ulike alternativene. Et interessant spørsmål er for eksempel om tunnelen gjennom Dyræheii er nok til å ivareta bukketrekket i dette området dersom veien utenom denne tunnelen holdes stengt om sommeren, mens den opprinnelige veien forbi Skiftessjøen og Dyranut holdes åpen om sommeren, i og med at de foreslåtte tunnelstrekningen her (1A, 1B, 1C) berører trekkruoter som i hovedsak brukes om vinteren. Slike avveininger bør gis større oppmerksomhet i en framtidig konsekvensutredning.

Skulevikstølen. Denne veistrekningen (tunnelalternativ 2, figur 7) regnes i all hovedsak å være et trekkområde som brukes av bukker om sommeren og høsten. Dette kan derfor være eksempel på en del av strekningen hvor det vil være av positiv betydning for reinen at veien utenom tunnelen holdes stengt om sommeren.

Halne-Halnetunga. Denne strekningen har to ulike alternativer (3A og 3B). 3A er en meget kort strekning rett øst for Halne og berører i liten grad områder som er av interesse for villrein. 3B er noe lengre og gir dermed muligheter for avlastning av trekkrutene som er kjent på Halnetunga og er dermed relativt viktig med tanke på villrein.

Øklenutan. Denne løsningen (tunnelalternativ 4, figur 7) gir muligheter for avlastning av trekk-rutene ved Lappstein og kan derfor vurderes som relativt viktig.

Alternativ 5. Denne løsningen består av to alternativ; 5A - én sammenhengende tunnel fra Storlia ved Sysenvatnet i vest til Sløddfjorden i øst, og 5B, som er en erstatning av 1E slik at det blir sammenhengende tunnel fra Dyranut i vest til Ørteren/Læg Reidvatnet i øst. 5A innebærer at hele fjellstrekningen legges i tunnel og vil således berøre samtlige kryssingspunkter. 5B vil også fange opp de fleste kryssingspunktene bortsett fra de lengst vest og øst (1, 2, 3, 12, 13 og 14 i tabell 2).



Figur 6. Visualisering av prinsipper for veitunneler på Hardangervidda. Tegningen illustrer at lavereliggende områder gjerne får beholde veien i dagen og at tunneler enklest legges gjennom høydedrag (fra brosjyren "RV7 Hardangervidda" utgitt av Statens vegvesen, Hordaland og Fylkesmannen i Hordaland, Miljøvernavdelinga).

5.3 Oppsummering av trekkruiter og tunnelalternativer

De trekkrutene som på bakgrunn av eksisterende informasjon i dag synes å være spesielt viktige er de som er knyttet til Skiftessjøen, Halnetunga og Krossdalen. Det er imidlertid viktig å være klar over at en reinsflokk i terrenget ofte beveger seg på relativt bred front, og følger slik sett ikke nødvendigvis i egne fotspor neste gang den kommer til området. Markeringene på figur 7 blir derfor noe unøyaktige til å kunne gi presise utsagn om selve kryssingspunktene i forhold til lokalisering av f.eks. tunnelporter, da trekket like gjerne kan gå noe lenger vest eller øst enn markeringene. En reinsflokk går heller ikke nødvendigvis over veien i rett vinkel, og når dyrene i tillegg (avhengig av størrelsen på flokken og hastigheten på forflytningen) kan spre

seg utover et nokså bredt areal, vil de aktuelle "korridorene" derfor være atskillig bredere enn markeringene på kartet.

Alternativ 5A, med én lang tunnel mellom Haugastøl og Sysendammen, vil ta vare på de fleste kryssingspunktene. Det samme gjør 5B, bortsett fra de tre vestligste og tre østligste trekkene. Ved en slik løsning vil det imidlertid sannsynligvis bli vanskeligere å holde eksisterende vei lukket i barmarksesongen. Ut fra en vurdering av hvilke alternativ som tar vare på flest kryssingspunkt (tabell 4) er det en kombinasjon av 1F+2+3B+4 som peker seg ut som det mest gunstige.

På bakgrunn av eksisterende kunnskap om villreinens følsomhet i forhold til vei og veitrafikk, med bl.a. avvisningssoner på opp til 5 - 7 km, kan det ikke forventes at dyrene vil krysse tunneltaket kloss opptil den østre portalen til tunnel 1C. Om dette vil føre til at dyrene vil legge trekket lenger vest er svært usikkert, og helt avhengig av topografien i nærområdene til veien. Slik kartet indikerer, ligger trekkroute 5 i en østvendt helling med en høyde i vest på begge sider av veien. Det er derfor antagelig ikke tilfeldig at trekket går akkurat her. Tunnel 1C er følgelig ikke noen god løsning med hensyn på å ivareta trekkroute 5.

I tillegg til 1F, fanger 1D og 1E opp tre eller flere trekkruiter. 1E er litt kortere enn 1F, men fanger ikke opp trekkroute 3 Gjerebotn. Denne kan ha betydning for et trekk nordover om vinteren. 1D har samme vestlige innslagspunkt som 1F, men har østlig innslag rett øst for Skiftessjøen. Tunnelen fanger dermed ikke opp trekkroute 6 Dyråheii – Skuleviki, og portalen kommer også svært nær trekkroute 5 Skiftessjøen. Begge trekkrutene kan ha betydning for særlig trekk høst/vinter. I tillegg vil det trolig fremdeles være turisttrafikk nord-sør fra/til hyttene ved Dyranut selv om tunnelene bygges, noe som vil virke negativt inn på bruken av trekkrutene. Tunnelalternativ 1D og 1C vil være mer sårbar for denne type forstyrrelse enn f.eks. 1E.

Tunnelalternativ 1A har ikke betydning for noen av trekkrutene.

Alternativ 3A fanger i motsetning til 3B ikke opp trekkrutene 7 Halnekollen-Halnetunga og 8 Båstjønn. Spesielt trekkroute 7 er antatt å ha betydning for både nordlig og sørlig trekk.

5.4 Tunnelenes lengde, utforming og massedeposering

På bakgrunn av det som etter hvert kan anses som generell kunnskap om dyrs atferdsreaksjoner på barrierer, er det liten tvil om at tunnelenes lengde vil være av stor betydning. Kryssingsmuligheten og kryssingsvilligheten av en barriere hos en dyreart er analogt med i hvilken grad det er mulig å eliminere unnvikelsesresponsen hos arten. Dette er naturlig nok nært knyttet opp mot den enkelte arts økologi og behov for leveområder. Med reinens behov for store arealer og roterende beitebruk, synes det innlysende at tunnelenes lengde vil være av spesiell betydning, og en kan på generelt grunnlag si at jo lengre tunneler desto bedre. Antall kryssingspunkter tunnelene gir rom for sett i forhold til kjente trekkveier og kryssingspunkter, samt lengden av veistrekninger i dagen mellom tunnelene, vil imidlertid også være av vesentlig betydning.

Det er viktig at deponering av tunnelmasser skjer på en måte som ikke skaper ytterligere barriereeffekt. I tilknytning til tunneler i relativt slakt terreng vil tunnelmunninger og tunnelportaler kunne bli nokså lange og fremtredende. For å minske konturene av disse, og derved redusere barriereeffekten, kan masser benyttes til å jevne ut terrenget på sidene av portalene. Fyllmasser kan også legges slik at eksisterende ledelinjer for reinen i terrenget forsterkes. For å kunne gjøre dette på en god måte kreves en detaljert planlegging og ytterligere kunnskap om reinens bruk av områdene.

5.5 Vei i dagen, heving av veilegemet, brøytekanter

På de delene av veien som fremdeles blir liggende i dagen kan deler av veien bli hevet for å redusere snøproblemene, etter som høgfjellsveier er lettest å holde snøfrie om vinteren når de legges høyt i terrenget slik at snøen blåser vekk. Her vil veilegemet kunne fremstå som en lineær struktur, og oppfattes som en form for barriere av reinen. Trolig vil denne barriereeffekten kunne reduseres gjennom langstrakte massefyllinger på begge sider av veien, slik at konturen av veien reduseres. Det vil sannsynligvis også være mulig å bruke andre virkemidler (eksempelvis steinblokker) som bidrar til å bryte den lineære horisontkonturen av veien uten at snø akkumuleres på veilegemet. En nærmere analyse av dette vil være naturlig å ta med i en fremtidig KU.

Brøytekanterne langs veien vil kunne fungere som en fysisk sperre for reinen. Det synes å være få, om noen, undersøkelser som har forsøkt å teste hva som fungerer som en fysisk sperre for rein. Men i praksis synes det som rein nødvendig hopper over høye gjerder eller andre hindringer. Denne egenskapen ble også utnyttet i tilknytning til den gamle reinfangsten. Massefangstanleggene kunne ha flere kilometer lange ledegjerder. Disse gjerdene var av flere typer – for eksempel blokkeringsgjerder eller skremmegjerder. Den siste typen besto av to meter høye påler med et neverstykke eller en annen form for bevegelig gjenstand i toppen slik at dyrene ble skremt til å gå i en bestemt retning (Bevanger & Jordhøy 2004). På bakgrunn av dette må det kunne antas at selv lave brøytekanter kan virke som fysiske sperrer for villrein. Barrierereduserende tiltak for de deler av veien som fremdeles ligger i dagen vil derfor også være knyttet til redusering av høyden på eventuelle brøytekanter.

Det finnes ingen detaljert informasjon som angir brøytekanthøyder langs Rv7, men hele veistrekningen er karakterisert i forhold til om snøforholdene skaper "ingen, små, store eller svært store problemer" (intern info fra Statens vegvesen, Region Vest). En kan eventuelt anta at de strekninger som har "store" og "svært store" snøbrøytingsproblemer også har de høyeste brøytekanterne slik at de i deler av vinterhalvåret representerer relativt permanente, fysiske barrierer for rein, men dette er nokså usikkert. Det vil derfor være viktig å få mer kunnskap om hvordan snøkantene langs Rv7 utvikler seg gjennom vinteren, og det anbefales at det settes i gang målinger av dette inneværende sesong for å samle data til en fremtidig KU. Slik situasjonen er i dag eksisterer det ikke grunnlag for å vurdere brøytekanternes barriereeffekt for reinen gjennom vinterhalvåret.

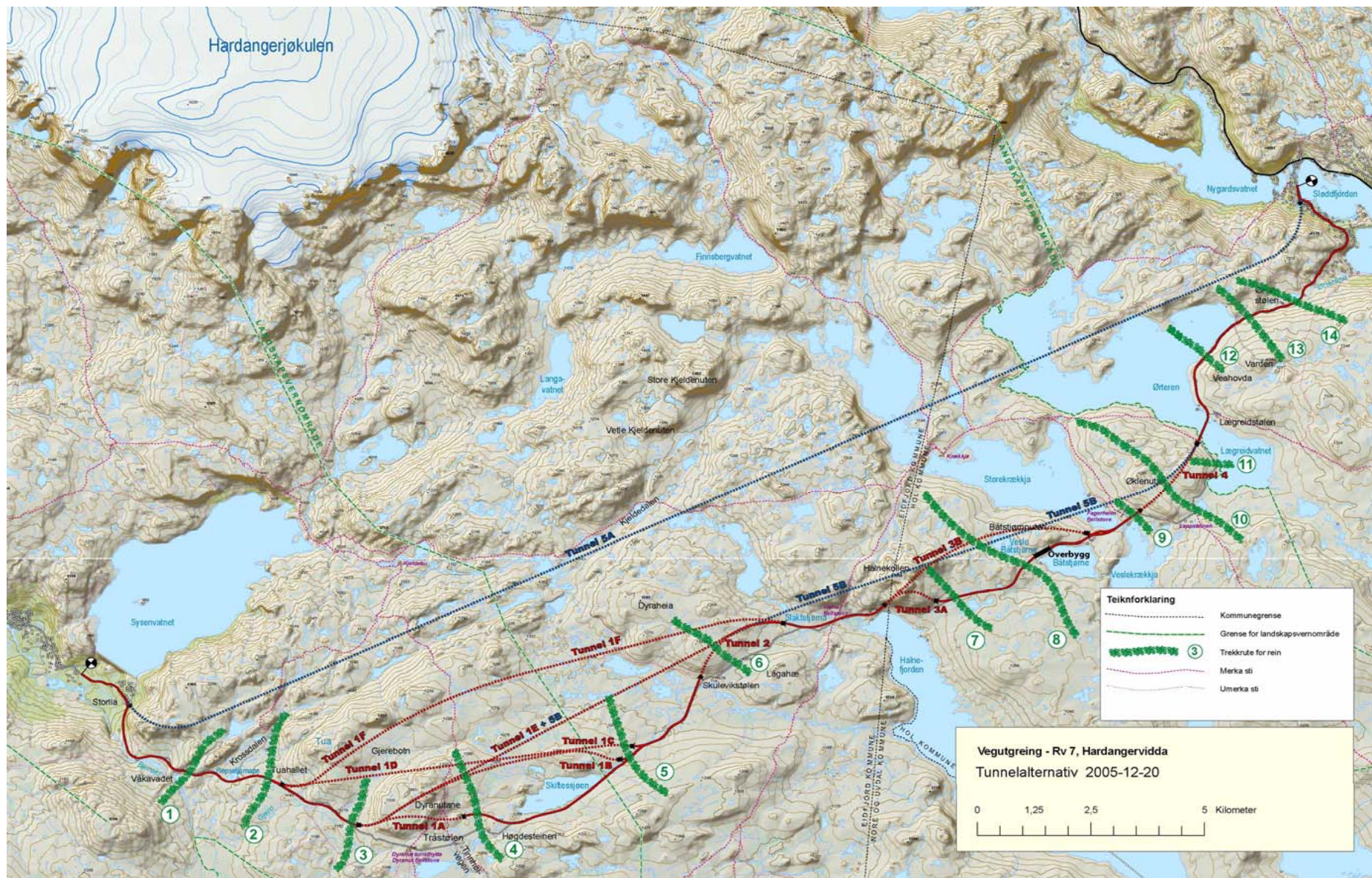
5.6 Trafikkøkning som følge av Hardangerbrua

Bygging av Hardangerbrua vil føre til en økning i trafikkmengde over Hardangervidda på ca. 45 % (Staten vegvesen, Region Vest). Antall biler som hvert døgn krysser Hardangervidda på Rv7 er i dag ca. 835. Bygging av bru over Hardangerfjorden vil bidra til økt trafikkbelastning, til henholdsvis 1400 kjøretøy per døgn i 2020 på Hardangervidda. Når bompengene forsvinner 2027 kan en forvente ca. 1700 kjøretøy per døgn (usikkert estimat). Det er imidlertid store sesongmessige variasjoner i trafikkbelastningen; juli har ca. 2400 kjøretøy i døgnet, mens vintermånedene (januar-mars) i gjennomsnitt har 260.

Generelt vil økt trafikkmengde bidra til at dagens barriereeffekt forsterkes. Undersøkelser i Alaska har gitt klare indikasjoner på at barriereeffekten av en lineær struktur, eller en kombinasjon av flere, øker når det er biler i bevegelse på veien (Smith & Cameron 1983, Curatolo 1985, Curatolo & Murphy 1986, Smith m.fl. 1994). Realisering av Hardangerbrua vil derfor styrke argumenter i retning av lengre tunneler for å kompensere for barriereeffekten av økt trafikk.

Tabell 4. TV refererer til hvilke kjente trekkveier for villrein de ulike tunnelalternativene berører (se tabell 2 og figur 7 for forklaring).

| Delområde | Alternativ | TV |
|-----------|------------|---------------------|
| 1 | <i>A</i> | <i>ingen</i> |
| | <i>B</i> | <i>4 og 5</i> |
| | <i>C</i> | <i>4 og 5</i> |
| | <i>D</i> | <i>3, 4 og 5</i> |
| | <i>E</i> | <i>4, 5 og 6</i> |
| | <i>F</i> | <i>3, 4, 5 og 6</i> |
| 2 | | <i>6</i> |
| 3 | <i>A</i> | <i>Ingen</i> |
| | <i>B</i> | <i>7</i> |
| 4 | | <i>9 og 10</i> |
| 5 | <i>A</i> | <i>alle</i> |
| | <i>B</i> | <i>4-11</i> |



Figur 7. Alternativer til miljøtunneler for Rv7 (Statens vegvesen, Region Vest).

5.7 Ferdselestriksjoner over og nær tunnelene

Den sammensatte, menneskelige aktiviteten langs Rv7 er kartlagt på ulike måter og viser en generell høy bruksfrekvens i tilknytning til veiens nærområder (Asplan Viak & NINA 2000). Det må antas at ferdselen i de områdene som brukes i dag, samt langs merkede stier og løyper, vil øke i fremtiden. På bakgrunn av dagens kunnskap synes det derfor nødvendig å etablere reguleringsverktøy for ferdselen langs Rv7 hvis miljøtunneler skal få den ønskede barrierereduserende effekt for villreinen. Reguleringstiltak kan derfor være nødvendig for å styre forstyrrende aktiviteter unna de mest aktuelle kryssingspunktene. Innfallspartiene fra sør til nord og *vice versa* bør gis spesiell oppmerksomhet, og ferdsel i trekkperioder og vinterbeitesesongen (februar-mars) bør i størst mulig grad styres vekk fra brede soner rundt kjente trekkorridorer. Det gjelder også snøscooterløyper som krysser reinens kjente trekkruiter. Avgrensing av trekkorridorens bredde avhenger av landskapskarakteren, hvor sky dyrene er og korridorenes synlighet i forhold til forstyrrelseskildene. I et åpent og flatt landskap slik som tilfellet er mange steder langs Rv7 vil det kunne være behov for en langt bredere korridor enn i et kupert landskap.

For å få full effekt av miljøtunneler for villrein, bør det vurderes å kanalisere menneskelig ferdsel til de områder veien ligger i dagen og innføre ferdslestriksjoner i den mest sårbare perioden av året, dvs. mars-mai. Erfaringer fra andre naturområder har vist at skilting og tilrettelegging kan virke kanaliserende på hvordan mennesker benytter terrenget. Foruten direkte regulering av ski- og snøscootertrafikk er holdningsskapende formidling om reinens sårbarhet overfor ferdsel og forstyrrelse viktig. Oppslag på turisthytter, parkeringsplasser og utfartssteder ellers kan derfor være hensiktsmessig. Størst effekt vil naturlig nok ferdselsfrie soner i de områdene tunnelene ligger ha.

5.8 Vintersesong kontra sommersesong

Det er viktig å legge til grunn reinens levesett og vandringsbehov når kritiske forstyrrelsesfaktorer skal vurderes. De mest kritiske periodene for reinen er når dyra trekker mot de østlige vinterbeitene, samt vinterbeiteperioden. Ferdselen tidlig om vinteren er minimal og utgjør trolig et mindre problem. Det kan tenkes at den fysiske barrieren som brøytekanterne langs Rv7 representerer bidrar til at reinsdyra ikke krysser fra sør til nord og *vice versa*. Hvis denne antagelsen er riktig vil miljøtunneler i vesentlig grad redusere den barriereskapende effekten av veien. Det er også grunn til å anta at behovet for å holde veien åpen sommerstid utenom tunnelene vil være større dersom det etableres svært lange tunnelstrekninger. Det er derfor mulig at en løsning som ivaretar både dette og hensynet til villrein er alternativer der noe kortere tunneler vektlegges, men at muligheten for å holde den gamle veien sommerstengt ved noen eller ett av disse opprettholdes. Slike avveininger bør tas opp til vurdering og gis større oppmerksomhet i en framtidig konsekvensutredning.

6 Oppsummering og konklusjon

Foreliggende utredning er laget på bakgrunn av planene om å etablere miljøtunneler langs deler av Rv7 over Hardangervidda, med fokus på hvilken betydning bygging av tunneler vil få for villreinen. Ny forskning omkring hvordan dyr reagerer på ulike former for menneskeskapte forstyrrelser og inngrep de siste årene har gitt et bedre grunnlag for både å forutsi konsekvenser av forstyrrelser, og gi råd om avbøtende tiltak.

Forståelsen for den evolusjonære bakgrunn og de bakenforliggende mekanismene til hvordan rein og andre arter responderer på ulike stimuli har økt betraktelig de siste årene. Enkelte mener at en sånn sett står foran et paradigmeskifte. Et viktig prinsipp som etter hvert har fått økende tilslutning er at ikke-dødelige forstyrrelsesstimuli forårsaket av mennesker er analogt med predasjonsrisiko. Bakgrunnen for dette er at responser både i forhold til forstyrrelsesstimuli og predasjonsrisiko stjeler tid fra andre fitness-økende aktiviteter som næringsinntak, omsorg for avkom og reproduksjonsatferd. Det er derfor etter hvert utbredt enighet om at forstyrrelsesreaksjoner hos dyr er dynamiske prosesser som er avveininger mellom effekter av forstyrrelser og kostnader knyttet opp mot økt bestandstetthet og konkurranse om ressurser i uforstyrrede områder.

Kunnskap om hvordan veier i arktiske områder (og fjelloverganger) påvirker de økologiske forholdene er lite fokusert, men det finnes en del undersøkelser som spesifikt går på forstyrrelser av caribou og villrein. Dette har spesielt bakgrunn i de undersøkelsene som er gjort i Nord-Amerika i tilknytning til olje- og gassutvinning. Det finnes imidlertid ikke undersøkelser som har studert barrierereduserende effekter av veitunneler. Flere undersøkelser har fokusert på enkeltarters bruk av kulverter og andre former for kunstig, tilrettelagte korridorer mellom mer eller mindre isolerte habitater, og i de senere år er det publisert undersøkelser som bl.a. ser mer generelt på hvilke økologiske, strukturelle og landskapsmessige faktorer som virker inn på om dyr tar i bruk kryssingskonstruksjoner. Konklusjonene går bl.a. på at arter og dyregrupper responderer ulikt på forskjellige typer kryssingskonstruksjoner, at strukturelle egenskaper ved korridorene er viktige (bl.a. for hjortevilt), og at størrelse, antall og avstand mellom kryssingsmulighetene må stå i forhold til de enkelte arters økologi og behov for leveområder.

Reinens bruk av Hardangervidda er nært knyttet til områdets fordeling av beiteressurser og villreinens nomadiske livsførsel, og området avspeiler en topografisk/klimatisk gradient hvor både de viktigste vinter- og sommerbeitene er representert. Frekvensen av vinterbeiter avtar fra lavdominerte områder i øst til gradvis mindre lavinnslag mot vest. Dette gjenspeiles i reinens bruk av områdene ved at hovedtyngden av dyrene står i de østligste delene av vidda i vinterhalvåret. Sommerbeitene er jevnere fordelt, mens de tradisjonelle kalvingsområdene finnes i vest. Dette er høyereliggende terreng med korte avstander til gode vårbeiter. Fra et økologisk synspunkt reflekterer derfor reinens bruksmønster av dette fjellplatået i første rekke fordelingen av sesongbeiter. Det har generelt vært antatt at områdene nord for Rv7 representerer marginale vinterbeiter, men at arealene kan være viktig som sommer- og høstbeite. Det er imidlertid viktig å understreke at mønstret i områdebruk har variert betydelig, avhengig av det tidsperspektiv som legges til grunn.

Dokumentasjon av trekk over Rv7 har vært fragmentarisk, men hovedtrekkene i hvordan bruksmønsteret har utviklet seg over tid synes relativt godt kjent. Bruksmønsteret antas særlig å ha endret seg som følge av etablering av barrierer og store fluktuasjoner i antall rein, men det kan også ha sammenheng med jaktmønsteret, ved at for eksempel tradisjonsbærende dyr (dvs. i forhold til trekkmonster og beiteutnyttelse) har blitt skutt ut. Nærområdene til Rv7 synes i første rekke å ha vært viktig som utvekslingsområde, og arealbruk og trekk over veien kan deles i tre ulike funksjonsgrupper, nemlig trekk til vinterbeiter nord- og øst for områdene, begrenset bukketrekk til sommerbeiter rundt Hardangerjøkulen og tilfeldig bruk av nærområdene til Rv7 og kryssing av denne i forbindelse med at dyra tidligere i større grad brukte nordområdene på Hardangervidda.

I løpet av de siste 20-30 årene, med store endringer i villreinbestanden, har det også skjedd betydelige endringer i menneskelig påvirkning av nærområdene til Rv7. Årsakene til at reinen har redusert bruken av områdene mellom Rv7 og Bergensbanen kan derfor tilskrives flere, og mulig samvirkende faktorer. I og med at forstyrrelser fra menneskelig aktivitet fra et økologisk synspunkt kan sammenlignes med det som skjer når dyr utsettes for predasjonsfare, kan en noe forenklet si at desto flere turister, desto større predasjonstrykk. Hardangervidda har opp gjennom tidene vært et ettertraktet utfartsterreng så vel for mennesker i omkringliggende bygder som bystrøk. Friluftslivsaktivitetene er mangfoldige både sommer og vinter og har særlig utgangspunkt i DNT sitt nettverk av merkede turstier og de overnattingsmulighetene som DNT-hyttene representerer. I tillegg til DNT-hytter finnes dessuten flere private fritidsboliger, og langs Rv7 en del fjellstuer (hoteller) som er åpne for turister store deler av året.

Et viktig poeng i tilknytning til effekter av miljøtunneler som barrierereduserende tiltak for villrein, er at det i store perioder av året er mange mennesker i fjellet som representerer en potensiell forstyrrelse for reinen. Når effektene av Rv7 og miljøtunneler i forhold til rein skal evalueres, er det derfor feil å gjøre det uten samtidig å se på effektene av andre forstyrrende elementer. Disse "andre forstyrrende elementene" kan ha avgjørende betydning for hvilken barrierereduserende effekt det eventuelt kan være å legge deler av Rv7 i tunnel. Det vil også være viktig å vurdere tunnelenes plassering i forhold til andre faktorer som antas å virke inn på villreinens bruk av områdene. Det vil i første rekke si på bakgrunn av brøytekarakteristikk av ulike veistrekninger, forstyrrelsesgrad langs ulike deler av veien gjennom året, samt historisk og nåtidig kunnskap (inklusive kunnskap fra GPS-prosjektet) om reinens bruk av områdene.

En hovedkonklusjon er at den potensielle barrierereduserende effekten av miljøtunneler for villrein er usikker, og at den vil være avhengig av annen aktivitet i området. Hvis det imidlertid etableres tunneler av tilstrekkelig lengde langs de mest optimale terrengavsnittene for reinen, samtidig som det tas i bruk andre reguleringsverktøy som kontrollerer øvrige aktiviteter som kan skape unnvikelseeffekter hos reinen, kan det antas at miljøtunneler vil gi en ønsket barrierereduserende effekt.

7 Referanser

- Asplan Viak & NINA 2000. Miljøkonsekvensar for Hardangervidda ved heilårsveg over vidda og bygging av Hardangerbru. – Rapport utarbeidet på oppdrag av Hordaland og Buskerud fylkeskommuner. 102 s.
- Bevanger, K. & Henriksen, G. 1996. Faunistiske effekter av gjerder og andre menneskeskapte barrierer. – NINA Oppdragsmelding 393. 26 s.
- Bevanger, K. & Jordhøy, P. 2004. Villrein – fjellets nomade. – Naturforlaget, Oslo. 168 s.
- Bergerud, A.T. 1974. The role of the environment in the aggregation, movement and disturbance behavior of caribou. - S. 552-584 i Geist, V. & Walters, F. (red.). The behavior of ungulates and its relation to management. IUCN, Morges.
- Bergerud, A.T. 1988. Caribou, wolves and man. - Trends in Ecology and Evolution 3: 68-72.
- Bergerud, A.T., Jakimchuk, R.D. & Carruthers, D.R. 1984. The buffalo of the North: caribou (*Rangifer tarandus*) and human developments. - Arctic 37 (1): 7-22.
- Berntsen, F., Langvatn, R., Liasjø, K. & Olsen, H. 1996. Reinens reaksjon på lavtflygende luftfartøy. - NINA Oppdragsmelding 390. 22 s.
- Bjerketvedt, D.K. 2000. Kort historisk innledning med fokus på forvaltning av villreinen og tilblivelsen av Hardangervidda Nasjonalpark. – Høgskolen i Telemark, Notat 3: 8-11.
- Bjørkheim, E. 2004. Brøyting av Rv7, villreinen og bygdene rundt Hardangervidda. – Finse-symposiet, 6.-7. september.
- Blehr, O. 1973. Traditional reindeer hunting and social change in local communities surrounding Hardangervidda. – Norwegian Archaeological Review 6 (2): 102-112.
- Blehr, O., Fasteland, A., Helleland, O., Indrelid, S., Johansen, A.B., Kjos-Hanssen, O., Lie, R.W., Moe, D. & Vorren, T.O. 1973. Hardangerviddas kulturhistorie. – Hardangervidda-prosjektet for tverrvitenskapelig kulturforskning (HTK). Rapport utarbeidet på oppdrag fra Utvalget for samordnet planlegging av Hardangervidda. 96 s.
- Bleich, V.C., Bowyer, R.T., Pauli, A.M., Vernoy, R.L., Anthers, R.W. 1990. Responses of mountain sheep to helicopter surveys. - California Fish and Game 76: 197-204.
- Boyle, S.A. & Samson F.B. 1985. Effects of nonconsumptive recreation on wildlife: a review. – Wildlife Society Bulletin 13: 110-116.
- Bradshaw, C.J.A., Boutin, S. & Hebert, D.M. 1997. Effects of petroleum exploration on woodland caribou in northeastern Alberta. - Journal of Wildlife Management 61: 1127-1133.
- Bradshaw, C.J.A., Boutin, S. & Hebert, D.M. 1998. Energetic implications of disturbance caused by petroleum exploration to woodland caribou. - Canadian Journal of Zoology 76: 1319-1324.
- Cain, A.T., Tuovila, V.R., Hewitt, D.G. & Tews, M.E. 2003. Effects of a highway and mitigation projects on bobcats in Southern Texas. – Biological Conservation 114: 189-197.
- Cameron, R.D., Lenart, E.A., Reed, D.J., Whitten, K.R. & Smith, W.T. 1995. Abundance and movements of caribou in the oilfield complex near Prudhoe Bay, Alaska. - Rangifer 15: 3-8.
- Cameron, R.D., Reed, D.J., Dau J.R. & Smith, W.T. 1992. Redistribution of calving caribou in response to oilfield development on the Arctic Slope of Alaska. - Arctic 45: 338-342.
- Carruthers, D.R. & Jakimchuk, R.D. 1987. Migratory movements of the Nelchina caribou herd in relation to the trans-Alaska pipeline. – Wildlife Society Bulletin 15: 414-420.
- Caughley, G. & Gunn, A. 1996 Conservation biology in theory and practice. – Blackwell Science, Oxford, MA.
- Child, K.N. 1974. Reaction of caribou to various types of simulated pipelines at Prudhoe Bay, Alaska. – S. 805-812 i Geist, V. & Walther, F. (red.). The behaviour of ungulates and its relation to management. Vol. 2. - International Union of Conservation of Nature and Natural Resources. IUCN Publ. No. 24. Morges, Switzerland.
- Clevenger, A.P. & Waltho, N. 2005. Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. – Biological Conservation 121: 453-464.
- Clevenger, A.P., Chruszcz, B. & Gunson, K. 2001. Drainage culverts as habitat linkages and factors affecting passage by mammals. – Journal of Applied Ecology 38: 1340-1349.

- Colman, J.E., Jacobsen, B.W. & Reimers, E. 2001. Summer response distances of Svalbard reindeer *Rangifer tarandus platyrhynchus* to provocation by humans on foot after disturbance by humans on foot. – *Wildlife Biology* 7: 275-283.
- Corey, J.A., Bradshaw, S.B. & Hebert, D.M. 1998. Energetic implications of disturbance caused by petroleum exploration to woodland caribou. – *Canadian Journal of Zoology* 76: 1319-1324.
- Côté, S.D. 1996. Mountain goat responses to helicopter disturbance. – *Wildlife Society Bulletin* 24: 681-685.
- Cronin, M.A., Amstrup, S.C., Durner, G.M., Noel, L.E., McDonald, T.L. & Ballard, W.B. 1998. Caribou distribution during the post-calving period in relation to infrastructure in the Prudhoe Bay Oil Field, Alaska. – *Arctic* 51: 85-93.
- Curatolo, J. 1985. Caribou response to the pipeline-road complex in Kuparuk Oilfield, Alaska. – S. 62 i Martell, A.M. & Russell, D.E. (red.). *Caribou and human activity. Proceedings of the 1st North American Caribou Workshop*. Canadian Wildlife Service, Ottawa, Canada.
- Curatolo, J.A. & Murphy, S.M. 1986. The effects of pipelines, roads, and traffic on the movements of Caribou, *Rangifer tarandus*. – *Canadian Field-Naturalist* 100: 218-224.
- Duchesne, M., Côté, S.D. & Barrette, C. 2000. Response of woodland caribou to winter eco-tourism in the Charlevoix Biosphere Reserve, Canada. – *Biological Conservation* 96: 311-317.
- Dufour, P.A. 1980. Effects of noise on wildlife and other animals: Review of research since 1971. – No. 550/9-80-100. U.S. Environ. Protec. Agency, EPA. 97 s.
- Dyer, S.J. 1999. Movement and distribution of woodland caribou (*Rangifer tarandus caribou*) in response to industrial development in northeastern Alberta. – M.Sc. Thesis, University of Alberta.
- Dyer, S.J., O'Neill, J.P., Wasel, S.M. & Boutin, S. 2001. Avoidance of industrial development by woodland caribou. – *Journal of Wildlife Management* 65 (3): 531-542.
- Flydal, K., Hermansen, A., Enger, P.S. & Reimers, E. 2001. Hearing in reindeer (*Rangifer tarandus*). – *Journal of Comparative Physiology A* 187: 265-269.
- Foreman, R.T.T., Sperling, D., Bissonette, J.A., Clevenger, A.P., Cutshall, C.D., Dale, V.H., Fahrig, L., France, R., Goldman, C.R., Heanue, K., Jones, J.A., Swanson, F.J., Turrentine, T. & Winter, T.C. 2003. *Road Ecology. Science and Solutions*. – Island Press, Washington, Covelo, London. 481 s.
- Frid, A. & Dill, L. 2002. Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. – *Conservation Ecology* 6 (1): 11.
- Gill, J.A., Norris, K. & Sutherland, W.J. 2001a. Why behavioural responses may not reflect the population consequences of human disturbance. – *Biological Conservation* 97: 265-268.
- Gill, J.A., Norris, K. & Sutherland, W.J. 2001b. The effects of disturbance on habitat use by black-tailed godwits *Limosa limosa*. – *Journal of Applied Ecology* 38: 846-856.
- Gill, J.A. & Sutherland, W.J. 2000. Predicting the consequences of human disturbance from behaviour desitions. – S. 51-64 i Gosling, M.L. & Sutherland, W.J. (red.). *Behaviour and Conservation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gill, J.A., Sutherland, W.J. & Watkinson, A.R. 1996. A method to quantify the effects of human disturbance on animal populations. – *Journal of Applied Ecology* 33: 786-792.
- Gladwin, D.N., Mancini, K.M & Vilella, R. 1988. Effects of aircraft noise and sonic booms on domestic animals and wildlife: bibliographic abstracts. – National Ecology Research Centre, Fort Collins, CO.
- Gosling, L.G. & Sutherland, W.J. (red.) 2000. *Behaviour and conservation*. – Conservation Biology Series 2. Cambridge University Press, UK.
- Gunn, A. & Miller, F.L. 1980. Responses of Peary caribou cow-calf pairs to helicopter harassment in the Canadian high arctic. – *Proceedings of the 2nd International Reindeer Caribou Symposium*.
- Gaare, E. 1971. Vinterbeiter i Setesdalsheiene villreinområde. Rapport fra flytaksering september 1970. – Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske. Trondheim. Stensilert rapport. 11 s.

- Gaare, E. 1976. Villreinen bruk av områdene rundt Heinvasdraget og Geitsjøen, Hardangervidda. - Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Viltforskningen. Trondheim. Stensilert rapport 15 s.
- Gaare, E. 1985. Setesdal-V villreinområde. Taksering av beitene og beregning av bæreevnen. - Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Viltforskningen. Trondheim. Stensilert rapport. 18 s.
- Gaare, E. 1986. Lavbeiter i Hemsedal-Hallingskarvet villreinområde, foreløpig rapport. - Direktoratet for naturforvaltning, Viltforskningen. Trondheim. Stensilert rapport. 14 s.
- Gaare, E. & Hansson, G. 1989. Takseringer av reinbeiter på Hardangervidda. - NINA Notat. 36 s.
- Gaare, E. & Hansson, G. 1990. Villreinbeiter i Brattefjell-Vindeggen, Telemark. - NINA Oppdragsmelding 27. 16 s.
- Gaare, E. & Skogland, T. 1975. Wild reindeer food habits and range use at Hardangervidda. - S. 195-205 i Wielgolaski, F.E. (red.). Fennoscandian Tundra Ecosystems. Part 2. Animals and Systems Analyses. IBP Ecological Studies 17, Springer Verlag, Berlin.
- Gaare, E. & Skogland, T. 1980. Lichen-reindeer interaction studied in a simple case model. - S. 47-56 i Reimers, E., Gaare, E. & Skjennberg, S. (red.). Proc. sec. Int. Reindeer/Caribou symp. Røros, Norway. DVF, Trondheim.
- Gaare, E., Thomson, B. & Kjos-Hanssen, O. 1975. Reindeer activity on Hardangervidda - S. 206-215 i Wielgolaski F.E. (red.). Fennoscandian Tundra Ecosystems, Part 2. Animals and Systems Analysis. IBP Ecological Studies 17, Springer Verlag, Berlin.
- Gaare, E., Tømmervik, H. & Hoem, S.A. 2004. Reinens beiter på Hardangervidda. Utviklingen fra 1988 til 2004. - NINA Rapport 53. 20 s.
- Hagen, A. 2002. Disturbance of wild reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). The effect of winter tourism. - Cand. Scient. Thesis, NTNU, Trondheim.
- Hanson, W.C. 1981. Caribou (*Rangifer tarandus*) encounters with pipelines in northern Alaska. - Canadian Field-Naturalist 95: 57-62.
- Harrington, F.H. & Veitch, A.M. 1991. Short-term impacts of low-level jet fighter training on caribou in Labrador. - Arctic 44: 318-327.
- Harrington, F.H. & Veitch, A.M. 1992. Calving success of woodland caribou exposed to low-level jet fighter overflights. - Arctic 45 (3): 213-218.
- Helland, G.E. & Stokstad, J. 2005. Tamreinlaga i Sør-Noreg: Ressursutnytting, driftsformer, rettighetsforhold og utfordringer. - S. 51-53 i Rangifer Report No. 10. NORs 13. nordiske forskningskonferanse om rein og reindrif, Røros, Norge, 23.-25. august 2004.
- Holschuh, C. & Otter, K. 2000. A review of proposed mitigation techniques to maintain wildlife corridors in field, British Columbia. - Technical Report Biological Program, University of Northern British Columbia, Canada.
- Iuell, B., Bevanger, K. & Strand, O. 2005. Vidde, vei og villrein. - Villreinen 19: 66-70.
- Jacobsen, B.W., Colman, J.E. & Reimers, E. 1995. Frykt- og fluktavstander hos svalbardrein om sommeren. - Villreinen 9: 99-101.
- Iuell, B. & Strand, O. 2005. Monitoring effects of highway traffic on wild reindeer by satellite. - Conference Proceedings ICOET San Diego California, 29.8.-2.9. 2005.
- Jakimchuk, R.D. (red.). 1975. Studies of large mammals along the proposed Mackenzie Valley gas pipeline route from Alaska to British Columbia. - Arctic Gas, Biological Report Series Vol. 32. Renewable Resources Consulting Services Ltd.
- Johnson, D.R. & Todd, M.C. 1977. Summer use of a highway crossing by mountain caribou. - Canadian Field-Naturalist 91: 312-314.
- Jordhøy, P. 1987. Konsekvensvurdering for villrein i forbindelse med planer om etablering av sommerskiser på Vargebreen, Buskerud, Hordaland og Sogn og Fjordane fylker. Hol, Aurland og Ulvik kommuner. - Rapport 12/87. Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.
- Jordhøy, P., Nellemann, C., Støen, O.G. & Strand, O. 2000. Reinen reduserer bruken av store beiteområder nær veier og hyttefelt. - Villreinen 14: 60-67. (Også publisert i Reindriftnytt nr. 1 - 2000)

- Jordhøy, P. & Strand, O. 1999a. Tunnel-legging av Bergensbanen vest for Finse. Belysning av økologiske problemstillinger knyttet til re-etablering av villreintrekk. – NINA Oppdragsmelding 618. 29 s.
- Jordhøy, P. & Strand, O. 1999b. Tunnellegging av Bergensbanen vest for Finse. Økologiske problemstillinger knyttet til reetablering av villreintrekk. – Villreinen 13: 31-45.
- Jordhøy, P. & Strand, O. 2004. Blefjell – hyttebygging og villrein. – NINA Oppdragsmelding 843. 45 s.
- Jordhøy, P., Strand, O., Nellemann, C. & Vistnes, I. 2002a. Planlagt hytteutbygging langs Rv9 mellom Sæsvatn og Haukeligrend i Vinje kommune (Bykleheia i Setesdalsheiene). – Mulige konsekvenser for villrein. – NINA Oppdragsmelding 755. 41 s.
- Jordhøy, P., Strand, O., Nellemann, C. & Vistnes, I. 2002b. Planlagt hyttefortetning i Sandsetdalen, Breisetdalen og Skinnarbu/Frøystulområdet i Tinn kommune. – Mulige konsekvenser for villrein. – NINA Oppdragsmelding 756. 42 s.
- Jordhøy, P., Strand, O., Nellemann, C. & Vistnes, I. 2002c. Planlagt turistutbygging i Bykle-Hovdenområdet. Mulige konsekvenser for villrein. – NINA Oppdragsmelding 757. 37 s.
- Jordhøy, P., Strand, O., Skogland, T., Gaare, E. & Holmstrøm, F. 1996. Oppsummeringsrapport, overvåkingsprogram for hjortevilt - villreindelen 1991-95. – NINA Fagrapport 22. 57 s.
- Klein, D.R. 1971. Reaction of reindeer to obstructions and disturbances. – Science 173: 393-398.
- Klein, D.R. 1973. The reaction of some northern mammals to aircraft disturbance. – Transactions of the International Union of Game Biologists Congress 11, Stockholm: 377-383.
- Klein, D.R. 1980. Reaction of caribou and reindeer to obstructions - a reassessment. – S. 519-527 i Reimers, E., Gaare, E. & Skjenneberg, S. (red.). Proceedings of the second international reindeer/caribou symposium. Røros, Norway, 1979.
- Landbruksdepartementet 1911. Indstilling fra fjeldbeitekomiteen om Harangviddens utnyttelse. – Kristiania, Landbruksdepartementet.
- Langvatn, R. & Andersen, R. 1991. Støy og forstyrrelser, - metodikk til registrering av hjortedyrs reaksjon på militær aktivitet. – NINA Oppdragsmelding 98. 51 s.
- Larkin, R.P. 1994. Effects of military noise on wildlife: a literature review. - Available from the author, Centre for Wildlife Ecology, Illinois Natural History Survey, 607 E. Peabody Drive, Champaign, IL, USA 61820.
- Lott, D.L. & McCoy, M. 1995. Asian rhinos *Rhinoceros unicornis* on the run? Impact of tourist visits on one population. – Biological Conservation 73: 23-26.
- Mahoney, S.P. & Schaefer, J.A. 2002. Hydroelectric development and the disruption of migration in caribou. – Biological Conservation 107: 147-153.
- Maier, J.A.K., Murphy, S.M., White, R.G. & Smith, M.D. 1998. Responses of caribou to overflights by low-altitude jet aircraft. – Journal of Wildlife Management 62: 752-766.
- Manci, K.W., Gladwin, D.N., Villella, R. & Cavendish, M.G. 1988. Effects of aircraft noise and sonic booms on domestic animals and wildlife: A literature synthesis. – No. NERC-88. U.S. Fish and Wildl. Serv. Ft. Collins, CO: National Ecology Research Center. 88 s.
- Martell, A.M. & Russell, D.E. (red.) 1985. Caribou and human activity. – Proceedings of the 1st American Caribou Workshop, Whitehorse, Yukon, 28-29 September 1983.
- Mata, C., Hervás, I., Herranz, J. Suárez, F. & Malo, J.E. 2005. Complementary use by vertebrates of crossing structures along a fenced Spanish motorway. – Biological Conservation 124: 397-405.
- McDonald, W. & Clair, C.C.S. 2004. Elements that promote highway crossing structure use by small mammals in Banff National Park. – Journal of Applied Ecology 41: 82-93.
- Nellemann, C. & Cameron, R.D. 1996. Effects of petroleum development on terrain preferences of calving caribou. – Arctic 49 (1): 23-28.
- Nellemann, C. & Cameron, R.D. 1998. Cumulative impacts of an evolving oil-field complex on the distribution of calving caribou. – Canadian Journal of Zoology 76: 1425-1430.
- Nellemann, C., Jordhøy, P., Støen, O.-G. & Strand, O. 2000. Cumulative impacts of tourist resorts on wild reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) during winter. – Arctic 53 (1): 9-17.
- Nellemann, C., Vistnes, I., Jordhøy, P., & Strand, O. 2001a. Winter distribution of wild reindeer in relation to power lines, roads and resorts. – Biological Conservation 101: 351-360.

- Nellemann, C., Vistnes, I., Jordhøy, P., & Strand, O. 2001b. De beste vinterbeitene blir først bygd ut. Kraftledninger, hyttefelt og veier i Nordfjella villreinområde. – Villreinen 15: 49-52.
- Nellemann, C., Vistnes I., Jordhøy, P., Strand, O. & Newton, A. 2003. Progressive impact of piecemeal infrastructure development on wild reindeer. - Biological Conservation 113: 307-317.
- Ng, S.J., Dole, J.W., Sauvajot, R.M., Riley, S.P.D. & Valone, T.J. 2004. Use of highway under-crossings by wildlife in southern California. – Biological Conservation 115: 499-507.
- NGI (Norges Geotekniske Institutt) 1991. Rv7 Hardangervidda. Regularitetsvurderinger av aktuelle ombyggingsalternativer. – Rapport.
- NFR (Norges forskningsråd) 2002. Rapport fra REIN-prosjektet. 45 s.
- Pedersen, O.I. 2001. Villreinens (*Rangifer tarandus tarandus*) arealbruk på Hardangervidda: GIS-basert arealbruksanalyse. – Hovedfagsoppgave i zoologi, Norges teknisk- naturvitenskapelige universitet, Trondheim.
- Pollard, R.H., Ballard, W.B., Noel, L.E. & Cronin, M.A. 1996. Summer distribution of caribou in relation to the Prudhoe Bay Oil Field, Alaska, 1990-1994. - Canadian Field-Naturalist 110: 659-674.
- Pruitt Jr., W.O. 1979. A numerical "Snow Index" for reindeer *Rangifer tarandus* winter ecology (Mammalia, Cervidae). - Annales Zoologici Fennici 16: 271-280.
- Reimers, E. 2001. Kraftlinjer og villrein i Ottadalen Nord. – Villreinen 15: 102-105.
- Reimers, E., Dervo, L., Muniz, A. & Colman, J.E. 1994. Frykt og fluktadferd hos villreinen i Sør-Norge. – Villreinen 8: 54-57.
- Reimers, E., Colman, J., Dervo, L., Eftestøl, S., Kind, J. & Muniz, A. 2000a. Frykt- og fluktavstander hos villrein. – Villreinen 14: 76-80.
- Reimers, E., Colman, J., Dervo, L., Eftestøl, S., Kind, J. & Muniz, A. 2000b. Fright response of reindeer in four geographical areas in Southern Norway after disturbance by humans on foot or skis. - Rangifer Special Issue No.12: 112.
- Seiler, A. 2001. Ecological effects of roads. A review. – Introductory Research Essay 9. Department of Conservation Biology, Sweden University of Agricultural Sciences. 40 s.
- Shideler, R.T. 1986. Impacts of human developments and land use on caribou: A literature review. Vol. II Impacts of oil and or gas developments on the central Arctic herd. - Technical Report No. 86-3, Habitat Division, Alaska Dept. of Fish and Game, Fairbanks. 128 s.
- Skogland, T. 1983a. The effects of density dependent resource limitation on size of wild reindeer. - Oecologia 60 (2): 156-168.
- Skogland, T. 1983b. Villreinen i Nordfjella. - DNT Årbok: 89-95.
- Skogland, T. 1984a. Wild reindeer foraging niche organization, part 1-4. Part 1. Diet selection: 345-354. Part 2. Habitat selection: 354-363. Part 3. Temporal organization and foraging efficiency: 363-371. Part 4. Niche overlap: 371-379. - Holarctic Ecology 7.
- Skogland, T. 1984b. Villreinstammen i Hallingskarvet: analyse av kondisjon, bestandsdynamikk og bæreevne. - Upublisert rapport, Direktoratet for naturforvaltning.
- Skogland, T. 1985a. The effects of density dependent resource limitations on the demography of wild reindeer. - Journal of Animal Ecology 54: 359-374.
- Skogland, T. 1985b. Life history characteristics of wild reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.) in relation to their food resources; ecological effects and behavioral adaptations. - Meddelelser fra norsk viltforskning 3 (14): 1-34.
- Skogland, T. 1985c. Villreinstammen på Hardangervidda. - Jakt og Fiske 83 (4): 43-46.
- Skogland, T. 1986a. Sex ratio variation in relation to maternal condition and parental investment in wild reindeer *Rangifer t. tarandus*. – Oikos 46 (3): 417-419.
- Skogland, T. 1986b. Density dependent food limitation and maximal production in wild reindeer herds. - Journal of Wildlife Management 50 (2): 314-319.
- Skogland, T. 1988a. Tooth wear by food limitation and its life history consequences in wild reindeer. - Oikos 51 (2): 238-242.
- Skogland, T. 1988b. Betydningen av tetthetsavhengig matbegrensning på kalveproduksjon og kroppsstørrelse hos villrein som grunnlag for forvaltningsmodeller. - Villreinseminar. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernadv. Rapport 7: 22-31.

- Skogland, T. 1989a. Natural selection of wild reindeer life history traits by food limitation and predation. – *Oikos* 55: 101-110.
- Skogland, T. 1989b. Comparative social organization of wild reindeer in relation to food, mates and predator avoidance. - *Advances in Ethology* 29. Suppl. to *Zeitschrift für Tierpsychologie*. Paul Parey Verlag, Berlin. 74 s.
- Skogland, T. 1989c. Reinens tilpasning til naturgrunnlaget. – S. 31-52 i *Reindrif og Naturmiljø*. Seminar, Alta, januar. Rapport Fylkesmannen i Finnmark/Reindrif-administrasjonen.
- Skogland T. 1989d. Bestandsdynamisk analyse av villreinstammen på Hardangervidda. - *Villreinen* 3: 54-61.
- Skogland, T. 1990a. Density dependence in a fluctuating wild reindeer herd; maternal vs. offspring effects. - *Oecologia* (Berlin) 84 (4): 442-450.
- Skogland, T. 1990b. Villreinens tilpasning til naturgrunnlaget. - NINA Forskningsrapport 10. 33 s.
- Skogland, T. 1993. Villreinens bruk av Hardangervidda - NINA Oppdragsmelding 245. 23 s.
- Skogland, T. 1994. Satellitt-overvåking av villreinens bruk av Setesdal-Ryfylkeheiene. Effekter av naturinngrep. - NINA Oppdragsmelding 257. 16 s.
- Skogland, T. & Grøvan, B. 1988. The effects of human disturbance on the activity of wild reindeer in different physical conditions. – *Rangifer* 8 (1): 11-19.
- Smukkestad, B. 2000. Villreinen på Hardangervidda. - S. 22-28 i *Høgskolen i Telemark* (red.). Bruken av Hardangervidda – ressurser, potensiale, konflikter. HiT Notat 3.
- Smith, W.T. & Cameron, R.D. 1983. Responses of caribou to industrial development of Alaska's Arctic Slope. - *Acta Zoologica Fennica* 175: 43-45.
- Smith, W.T., Cameron, R.D. & Reed, D.J. 1994. Distribution and movements of caribou in relation to roads, pipelines, Kuparuk Development Area, 1978-1990 (Alaska State Dep. Fish Game Wildlife Technical Bulletin No. 12). AOFG, Fairbanks.
- Stockwell, C.A., Bateman, G.C. & Berger, J. 1991. Conflicts in National Parks: a case study of helicopters and bighorn sheep time budgets at the Grand Canyon. - *Biological Conservation* 56: 317-328.
- Strand, O., Gaare, E., Solberg, E.J. & Wilmann, B. 2004. Faggrunnlag for forvaltningen av villreinstammen på Hardangervidda. – NINA Minirapport 46. 33 s.
- Strand, O. & Jordhøy, P. 1995. Overvåking av hjortevilt - villreindelen. Kondisjonsundersøkelse i Nordfjella (Hallingskarvet) 1994. - NINA Oppdragsmelding 343. 11s.
- Strand, O., Jordhøy, P., Kastdalen, L. Solberg, E.J. & Tømmervik, H. 2003. Vidda kartlegges og villreinen overvåkes fra verdensrommet. – *Villreinen* 17: 12-14.
- Strand, O., Jordhøy, P. & Solberg, E.J. 2001. Villreinen og effekter av Rv7 over Hardangervidda. - NINA Oppdragsmelding 666. 24 s.
- Strand, O., Solberg, E.J., Jordhøy, P., Nølle, C. & Mølmen, Ø. 1997. Villrein og kraftledninger. Rapport til Statnetts forprosjekt på effekter av kraftledninger. - NINA Oppdragsmelding 511. 18 s.
- Thompson, B.R. 1972. Reindeer disturbance. - *Deer*. 2 (8): 882-883.
- Tveitnes, A. 1980. Lavgransking på Hardangervidda, 1951-1979. Forskning og forsøk i landbruket. Supplementhefte nr. 5. Kontoret for informasjon og rettledning i landbruk.
- UNEP 2001. Nellesmann, C., Kullerud, L., Vistnes, I., Forbes, B.C., Foresman, T. Husby, E., Kofinas, G.P., Kaltenborn, B.P., Rouaud, J., Magomedova, M., Bobiwash, R., Lambrechts, C., Shei, P.J., Tveitdal, S., Grøn O. & Larsen, T.S. GLOBIO. Global methodology for mapping human impacts on the biosphere. - UNEP/DEWA/TR.01-3.
- Valkenburg, P. & Davis, J.L. 1985. The reaction of caribou to aircraft: a comparison of two herds. Caribou and human activity. Proceedings of the 1st North American Caribou Workshop.
- Vistnes, I. & Nellesmann, C. 2001a. Avoidance of cabins and power transmission lines by semi-domesticated reindeer during calving. - *Journal of Wildlife Management* 65 (4): 915-925.
- Vistnes, I. & Nellesmann, C. 2001b. Når mennesker forstyrrer dyr. En systematisering av forstyrrelseffekter. - *Villreinen* 15: 53-55.
- Vistnes, I., Nellesmann, C., Jordhøy, P. & Strand, O. 2001. Wild reindeer: impacts of progressive infrastructure development on distribution and range use. - *Polar Biology* 24: 531-537.

- Vistnes, I., Nellemann, C., Jordhøy, P. & Strand, O. 2004. Effects of infrastructure on migration and range use of wild reindeer. - *Journal of Wildlife Management* 68 (1): 101-108.
- Vaa, J. 2002. Dyregraver på Hardangervidda. - Telemark historielag. Årsskrift 23: 73-81.
- Whitten, K.R. & Cameron, R.D. 1985. Distribution of caribou calving in relation to the Prudhoe Bay Oil Field. – S. 35-39 i Martell, A.M. & Russell, D.E. (red.). Caribou and human activity. - *Proceedings of the 1st North American Caribou Workshop*. Canadian Wildlife Service, Ottawa, Canada.
- Wildhagen, Aa. 1954. Reinsgravene på Lagareidet på Hardangervidda. – *Norges Jeger- og Fisekerforbunds Tidsskrift*: 9-16.
- Wolfe, S.A., Griffith, B. & Wolfe, C.A.G. 2000. Response of reindeer and caribou to human activities. - *Polar research* 19 (1): 63-73.
- Yanes, M., Velaso, J.M. & Suarez, F. 1995. Permeability of roads and railways to vertebrates: The importance of culverts. – *Biological Conservation* 71: 217-222.
- Østbye, E. (red.), Berg, A., Blehr, O., Espeland, M., Gaare, E., Hagen, A., Hesjedal, O., Sandhaug, A., Skar, H.-J., Skartveit, A., Skre, O., Skogland, T., Solhøy, T., Stenseth, N.C. & Wielgolaski, F.E. 1975. Hardangervidda, Norway. – S. 225-264 i Rosswall T. & Heal, O.W. (red.). *Structure and Function of Tundra Ecosystems*. - *Ecol. Bull. (Stockholm)* 20.
- Aanes, R., Linell, J.C.D., Støen, O.G. & Andersen, R. 1996. Menneskelig aktivitets innvirkning på klauvvilt og rovvilt; en bibliografi. – NINA Oppdragsmelding 419. 28 s.

NINA Rapport 106

ISSN:1504-3312

ISBN 82-426-1653-1



Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: 9500 37 687

<http://www.nina.no>