

Vedlegg 4 Kunnskapsgrunnlag for å vurdere påvirkning

Hovedrapport: Tilleggsutredning villrein til Lyse Kraft sin konsesjonssøknad for opprusting og utvidelse av kraftverkene i Røldal-Suldal

Her går vi gjennom kjent vitenskapelig kunnskap om hvordan rein responderer på ulike former for menneskelige forstyrrelser, og gir en oppsummering av hva som har mest relevans for vurdering av påvirkning ved plan for opprusting og utvidelse av Røldal Suldal kraftverk. En del av det faglige innholdet som presenteres her er tidligere utarbeidet og presentert i tilsvarende fagutredninger fra samme forfatter.

Atferdsøkologisk bakteppe

Rangifer tarandus (rein og caribou) er en art som er mye studert når det gjelder virkninger av menneskelige forstyrrelser på atferd og arealbruk. Selv om forskjellige underarter har visse ulikheter når det gjelder økologisk tilpasning, er de kjennetegnet ved store hjemmeområder, sesongvekslinger i beitepreferanse og en antipredatoratferd der de trekker unna farer på lang avstand. Av denne grunn kan en forvente liknende responser på menneskelige forstyrrelser i alle populasjoner, selv om ulikheter i skyhetsgrad (Reimers m.fl. 2012 og 2014) og landskapets eksponering (f.eks. skog vs. fjell og tundra), kan gi ulik størrelse på negative effekter.

I dagens situasjon er villreinpopulasjonene primært regulert ved jakt, mens rovdyr har mindre betydning. Dette medvirker til å opprettholde frykten for mennesket som predator. Antipredatoratferd og beiteatferd forklarer i stor grad hvordan effekter av menneskelige inngrep og forstyrrelser oppstår (Stankowitch, 2008). For beitedyr generelt, og rein spesielt, kan atferden forstås som avveininger mellom å redusere sannsynligheten for rovdyrangrep, og å øke inntak av næringsrikt beite (Allen et al. 2014; Lone et al. 2014). Når reinen responderer på menneskelig aktivitet, skjer dette ved frykt- og flukt ved direkte eksponering, og ved å øke sin vaksomhetsadferd og unngå arealer der det er økt risiko for å påtreffe mennesker. I tillegg vil lineær infrastruktur slik som trafikkerte veger eller turiststier utgjøre barrierer i landskapet som reinen har vanskeligheter med å krysse, enten fordi de utgjør fysiske hinder, eller fordi reinen unngår dem som følge av den menneskelige aktiviteten som følger med.

Reinens vekslinger i areal- og beitebruk gjennom året, avhenger av hvordan beiteressurser varierer i tilgjengelighet og kvalitet med årstider og miljøforhold, det er derfor viktig å unngå forstyrrelser som hindrer naturlige trekk og dynamisk beiteutnyttelse gjennom året. Rein lever også i et krevende miljø der tilpasninger av beitebruk, stoffskifte og energibudsjett gjennom året optimaliserer kondisjon, overlevelse og reproduksjon. Gjentatte forstyrrelser som påvirker energibudsjettet og reduserer reinens kondisjon kan få populasjonsøkologiske konsekvenser, f.eks. ved økt kalvedødelighet.

Frykt- og fluktresponser

Frykt- og fluktresponser hos rein er studert relativt inngående, og et utvalg av publikasjoner er vist i Tabell 1. Oppsummert kan vi si at villrein responderer på forstyrrelser på lenger avstand enn tamrein, og flykter også lengre avstander. Vi kan generelt si at frykt og fluktresponser i gjennomsnitt skjer innenfor avstander fra minimum 60 m og opp mot 500 m, med største avstander for villrein. Ved direkte provokasjon kan villrein så flykte fra noen 100 m til flere km unna. Fra vitenskapelig litteratur er det funnet at mennesker som ferdes i terrenget genererer sterkere

frykt- og fluktnesponser enn kjøretøy, en naturlig konsekvens av at reinen oppfatter mennesket, og ikke nødvendigvis kjøretøyet, som en predator (Stankowitch, 2008). Generelt har reinen sterke fluktnesponser sammenlignet med andre arter av hjortevilt (Stankowitch, 2008), og større flokker eller grupper av dyr kan flykte samlet over lange avstander og derav påvirke vesentlig på energibudsjettet til en reinsflokk ved gjentatt forstyrrelse innenfor et beiteområde. Dette kan også lede til stress og nedsatt beitero som er nærmere omtalt under.

Tabell 1. Frykt- og fluktnesponser hos rein.

Type inngrep eller forstyrrelse	Reinstamme	Fryktavstand (hvor nær er trusselen før de responderer)	Fluktavstand (på hvor langt hold flykter dyrene)	Kilde
Mennesker i terrenget	Villrein Forolhogna	310 m vinter, 351 m sommer, 180 m høst	183 m vinter, 525 m sommer, 122 m høst	Reimers m.fl. 2006
Mennesker i terrenget	Villrein Norefjell	115 m vinter, 60 m barmark	210 m vinter, 400 m barmark	Reimers m.fl. 2009
Mennesker i terrenget	Villrein vs. tamrein	Villrein: 471 og 409 m Tamrein: 178 m	Villrein: 300 m, 178 m Tamrein: 106 m, 60 m	Baskin og Hjalten 2001
Mennesker i terrenget	Villrein vs. tamrein	Villrein: 192 m Tamrein: 68 m	360 m	Nieminen 2012

Stress og nedsatt beitero

Hvis reinen benytter beiter der den utsettes for stadige forstyrrelser kan dette føre til nedsatt beitero og derav virke inn på dyrenes energibalanse. Økt hjerterefrekvens (se f.eks. Berntsen, 1996. Harrington og Veitch, 1991) og økt bevegelsesrate (se f.eks. Murphy and Curatolo, 1987) er dokumentert ved direkte provokasjon, og innenfor nærområdene av infrastruktur for rein og caribou. Det er vist at økt vaktsohmetsatferd og derav nedsatt tid til beiting hos villrein med stor skyhetsgrad er en antatt medvirkende årsak til dårligere kondisjon og lavere slaktevekter i enkelte populasjoner (Reimers m.fl. 2012). I Reimers m.fl. (2014), ble bevegelsesdistanser for villrein fra Rondane og forvillet tamrein fra Norefjell beregnet ut fra GPS-posisjoner, og energiforbruk estimert. Det ble funnet at energikostnader knyttet til bevegelse i barmarkssesongen utgjorde 32–37% for Norefjellreinen og 33–48% for Rondanereinen, samt at reinen i Rondane beveget seg om lag dobbelt så langt som reinen i Norefjell. Forskjellene kan forklares ved genetiske ulikheter, der reinen i Norefjell stammer fra tamrein og er mindre sky (Reimers m.fl. 2009 og 2012). Skogland og Grøvan (1988), fant at villreinsimler på Hardangervidda hadde et vekttap der gjennomsnittlig slaktevekt gikk ned fra 29 til 26 kg (10% nedgang) i en intensiv jaktperiode på 3 uker, da medgått tid til bevegelse økte med 129%. I to andre villreinstammer var det et mindre vekttap (Knutshø) og en vektøkning (Forollhogna) under jaktperioden. Dette ble forklart ved at reinen i disse områdene var i mindre bevegelse. Tallene i studiet til Skogland og Grøvan inneholder relativt stor usikkerhet, men antyder hvordan en stor økning i forstyrrelsesnivået under villreinjekten kan gi vektnedgang. Tilsvarende vil gjelde hvis villreinen til stadighet forstyrres av andre former for turisme og friluftsliv.

Unnvikelseeffekter

Unnvikelseeffekter kan forstås som en antipredatorstrategi og er i vitenskapelig litteratur ofte beskrevet som «navigasjon i et fryktens landskap» (se f.eks. Lone et al. 2014). Spesielt de siste 20 årene er det publisert en rekke arbeider som viser at rein unnviker menneskepåvirkete områder på flere kilometers avstand (se f.eks. litteraturgjennomgang i Vistnes og Nelleman, 2008, Skarin og Åhman, 2014, og Flydal m.fl. 2019). Selv om rein unnviker områder med økt menneskelig aktivitet betyr ikke dette at områder går fullstendig ut av bruk. GPS-studier fra senere år har gjort det mulig å beregne størrelsen på unnvikelseeffekten med større presisjon, og som eksempel har en funnet at tamrein kan redusere bruken av beiter nær anleggsarbeid og vindparker med 20-50% innenfor avstander opp til om lag 3 km (Strand m.fl. 2017). Tendensen er at villrein og caribou responderer kraftigere, og derav unnviker større areal enn tamrein. Det er funnet at villrein kan vise unnvikelse på opptil 5-10 km avstand ifb. veier og turisthytter (se f.eks. Panzacchi m.fl. 2013a), og for tundralevende caribou har en funnet unnvikelse på avstander større enn 20 km rundt sterke forstyrrelseskilder (se f.eks. Plante m.fl. 2018). Imidlertid er det en svakhet i de fleste vitenskapelige studier at man ikke har data for reinens arealbruk fra før etableringen av et nytt inngrep, og ved at det er vanskelig å ta høyde for at reinen kan endre og variere sin arealbruk over lange tidsrom (Flydal m.fl. 2019). Det er derfor viktig også å vurdere alternative forklaringer i de tilfeller man registrerer sterke og storskala unnvikelseeffekter som i noen tilfeller kan være naturlige endringer i reinens arealbruk. De fleste trafikkerte veger, befolkningssentre og turistområder i fjellet er lokalisert i dalganger eller randområder hvor det ofte kan forventes mindre bruk for reinen, også uavhengig av menneskelige forstyrrelser.

Sesongmessig variasjon i sårbarhet

Reinen er spesielt sårbar for forstyrrelser vinterstid, og særlig på senvinteren fordi den må spare på energireservene når mattilgangen er liten. Unnvikelse kan derfor også få større betydning vinterstid fordi optimale og/eller tilgjengelige beiter kan være mer begrensede ved store snømengder eller nedising. Reinen kan også vise forskjellig skyhetsgrad i forskjellige perioder av året. Det er vist at rein på vinterbeite viser fryktatferd på lengre avstand enn på sommerbeite, men at de flykter over kortere avstander (Reimers m.fl. 2006). Dette kan være en strategi for å spare på energireserver.

I kalvingsperioden viser simlene spesielt sterk antipredatoratferd fordi kalvene er sårbare for rovdyr. De er også avhengige av å unngå flukt og lengre forflytninger både fordi simla er fysisk svak, og har lite reserver å tære på i denne perioden, og fordi kalven har vanskelig for å følge raskt etter simla over lengre avstander i de første ukene. Dette betyr at de er spesielt sårbare for forstyrrelser, og det er viktig at arealforvaltningen tar spesielt hensyn til kalvingsområder (Dzialak m.fl. 2011).

Utover sommeren vil kalvene bli mindre sårbare for rovdyr, og i varme perioder om sommeren med stor insektplage kan rein og caribou til en viss grad ignorere andre forstyrrelser (Murphy og Curatolo 1987, Murphy 1988, Pollard m.fl. 1996). Høytliggende områder, snøbreer, og vindutsatte områder blir viktige i denne perioden.

Bukkene trenger i mindre grad enn simler med kalv å frykte rovdyr, det vil også være viktig for bukkene å legge på seg maksimalt gjennom våren og sommeren slik at de stiller sterkere til brunsten (se f.eks. Skogland, 1994). Bukker observeres derfor oftere enn simler i næringsrike beiter med høyere grad av forstyrrelser, gjerne i randsonen av villreinområdene. På den annen side er simlene i stort flertall i reinsflokker fordi de forvaltes ut ifra et ønske om kalvetilvekst. Dette betyr at simlenes responser har større betydning enn bukkenes ved vurdering av den totale effekten for en bestand av rein.

Under villreinjakta spres reinen utover større deler av villreinområdet og opptrer sky i møte med mennesker (Gundersen m.fl. 2019 og 2021). Utover høsten er det sannsynlig at reinen er noe mindre sensitive for forstyrrelser. Studier viser for eksempel at frykt- og fluktavstander er kortere

om høsten sammenlignet med andre sesonger (Reimers m.fl. 2006). Økt testosteronnivået i forbindelse med brunst kan medføre at bukker tar større risiko. Senhøsten er en periode med mindre menneskelig aktivitet i fjellet og reinen har derfor en periode med større beitero.

Virkninger av menneskelig ferdsel

Gundersen m.fl. (2019) har studert effekter av fotturisme på villreinens arealbruk i Snøhetta, Rondane Nord, og Nordfjella. Datamaterialet er basert på ferdselstellere langs turstier, intervjuer med et utvalg av turister, og GPS-data for villrein i de tre områdene. Det fremkommer at stor turisttrafikk på stier fører til at reinen ikke krysser disse, samt at habitatbruken konsentreres til områder utenom de som er sterkt turistifiserte i høysesongen om sommeren. Under villreinjakta skjer det en motsatt effekt der reinsflokkene i større grad spres over store områder. I Gundersen m.fl. (2021) presenteres tilsvarende studie fra Hardangervidda villreinområde. Datakilder er ferdselsstellere langs stier, intervjuer med besøkende, og GPS-data for villrein. De fant at reinen konsentrerer sin habitatbruk til areal med lite ferdsel og infrastruktur, og at reinsflokkene reduserer kryssingen av turstier hvis ferdsel overstiger 10-15 personer daglig, og unngår å krysse hvis ferdselen overstiger 30-50 personer per dag. Under jakta blir reinsflokkene spredt over store areal og vil i denne perioden også krysse stier uavhengig av ferdselsintensitet på disse. De har altså funnet en generell flukt og spredningsrespons hos reinen som følge av jakt.

Virkninger av veier

Barriereeffekter kan oppstå som følge av at reinen unnviker lineær infrastruktur der trafikkmengde og menneskelig aktivitet er stor. Dette vil bety at reinen ikke krysser barrieren fordi de holder seg på «trygg» avstand (Strand m.fl. 2015, Colman m.fl. 2013). En barriereeffekt kan også virke mer direkte, f.eks. ved at en bilveg har fysiske hindringer (brøytekanter, autovern, midtrabatt, bratte skjæringer eller fyllinger), og ved at reinen ikke våger å krysse vegen selv når de beiter i nærområdet grunnet stadige forstyrrelser i form av folk og biler. I vitenskapelige studier er det vist hvordan rein forsinkes på sesongtrekk når de må krysse bilveger (Panzacchi m.fl. 2013b), at vegen fører til at færre dyr krysser, eller at bevegelseshastigheten på trekk endres i forbindelse med kryssing (Dahle m.fl. 2008, Wilson m.fl. 2016, Beyer m.fl. 2016). Sistnevnte kan bety at bevegelseshastigheten går ned når dyrene kommer inn mot en vei, og at den øker ved selve kryssingen og i etterkant av kryssingen. Det er også kjent fra reindriftssammenheng at det kan være krevende å drive dyr over bilveger, eller krysse annen lineær infrastruktur. Reinen har en tendens til å bøye av i møte med selv små hindringer i terrenget, noe som har vært utnyttet i tidligere tider, da det ble bygget lave steingjerder inn mot dyregraver i villreinområdene (se f.eks. Punsvik og Frøstrup, 2016. s. 92 og 105-106). Dette utnyttes innen reindriften når rein skal drives inn i gjerdeanlegg. Det samme kan ofte også observeres for reinsflokker langs bilveger, der de bøyer av når de beiter langs vegen, og dermed ikke krysser den, selv i perioder med lite trafikk (se f.eks. Dahle m.fl. 2008, Strand m.fl. 2015).

I studier på virkninger av bilveier er både Rv 7 over Hardangervidda og E134 mellom Hardangervidda og Setesdal Ryfylke tidligere vurdert (Strand m.fl. 2015). I rapportsammendraget konkluderer de bl.a.: «Rv7 krysser Hardangervidda og har en negativ effekt på villrein ved at betydelige arealer rundt og nord for vegen ikke lenger brukes av villrein. Rv7 er også en barriere for reinens vandringsmuligheter mellom Hardangervidda og Nordfjella villreinområde. Effektene som vegen har på villrein kan tilskrives to ulike men dels samvirkende forhold. For det første skaper forstyrrelsene av vegen og menneskelig aktivitet i nærområdene til vegen en unnvikelseeffekt og bidrar til tap av beiteområder. Dernest bidrar vegen og trafikk på denne til at Rv7 i dag framstår som en fullstendig barriere for villreinens vandringsmuligheter mellom Hardangervidda og Nordfjella» ... «Vi har vist at Finsetunellen på Bergensbanen er et viktig og fungerende vandringsområde for villrein. GPS-merka reinsdyr har brukt tunelltakene på Dyrskartunellen (E134) og Geitryggtunellen (Rv50), men disse framstår ikke som funksjonelle vandringsområder.

Data fra andre områder viser at GPS-merka reinsdyr har en «normal» bruk av vinterbeiter i nærområdene til vinterstengte veger når disse er vinterstengt, men også at villrein viser tydelig unnavikelsesatferd når vegene er åpne (Brokke–Suleskardvegen, Friisvegen, Snøheimvegen)».

Virkninger av kraft- og industrianlegg

Tekniske installasjoner kan ha mer begrenset virkning på reinens atferd og arealbruk hvis anleggene ikke medfører menneskelig aktivitet (se f.eks. Flydal m.fl. 2019). Et eksempel på dette kan være kraftledninger, der nyere studier finner liten eller ingen effekt utenom anleggsfase (Panzacchi m.fl. 2013a, Colman m.fl. 2015 og 2016, Eftestøl m.fl. 2015, Plante m.fl. 2018). For anlegg som medfører menneskelig aktivitet, slik som vindparker, gruveanlegg, eller åpne veier som fører fram til vannkraftanlegg, kan de negative virkningene derimot være vesentlige.

Tabell 2 gjennomgår studier basert på GPS-data for rein og caribou, som omhandler tekniske installasjoner med varierende grad av tilknyttet menneskelig aktivitet. Tendensen er at villrein og caribou responderer kraftigere, og derav unnviker større areal enn tamrein. Generelt viser studiene at villrein og caribou viser unnavikelse på opp til 10 km avstand, mens det for tamrein er funnet unnavikelse på opp til 6 km avstand.

Tabell 2. Studier av unnavikelseeffekter ved veier, kraft- og industrianlegg for GPS-merket tamrein, villrein og caribou.

Art	Forstyrrelsestype	Virkning	Kilde
Tamrein, <i>Rangifer tarandus</i>	Vindpark, anleggsfase	Redusert bruk av trekk- og flyttveier i anleggsfase sammenfalt med unnavikelse av arealer rundt vindparken, og ble vurdert å forårsake økt fragmentering av kalvingsområdene.	Skarin m.fl. 2015
Caribou, <i>Rangifer tarandus</i>	Diverse typer inngrep	Befolkningssentre; 9 km for vinter og 2 km for sommer. Høyt trafikkerte veier; 2 km for begge sesonger. Lavt trafikkerte veier; 1 km for begge sesonger. Jaktleire og hytter; minimal om vinter og 1,5 km om sommeren. Gruver; minimal om vinteren og 2 km om sommeren. Effektstørrelser ikke angitt.	Polfus m.fl. (2011)
Villrein, <i>Rangifer tarandus</i>	Diverse typer inngrep	Turisthytter: 10 km, Veier: 10 km, Kraftledninger: 0 km, Private hytter: 0 km, Stier: 0 km, Demninger: 0 km. Effektstørrelse ikke direkte angitt	Panzacchi m.fl. (2013a)
Tamrein, <i>Rangifer tarandus</i>	Diverse typer inngrep	Finner effekter av befolkningssentre på 2,5 km, mens det er effekter fra veier, skuterløyper, skiløyper, gullgruver: opptil 1,5 km. Ingen effektstørrelser er angitt	Anttonen m. fl. (2011)
Tamrein. <i>Rangifer tarandus</i>	Kraftledning, anleggsfase	0- 6 km for kalving under utbygging (10% unnavikelse); 0-3,5 km for sommer under utbygging (12% unnavikelse); 0-3,5 km for høst under utbygging (13% unnavikelse). Ingen effekter i driftsfasen	Eftestøl m. fl. (2015)

Villrein, <i>Rangifer tarandus</i>	Kraftledning, anleggsfase	Svak nedgang i bruk i anleggsfase innen 6 km avstand i et av to områder. Ingen effekt i driftsfase.	Colman m. fl. (2015)
Caribou, <i>Rangifer tarandus</i>	Diverse typer inngrep	Varierende effekter, men i tilfeller med unnvikelse er det innen følgende avstander: Veier; ca 0-1 km, Seismikk- og rørgater; ca 0-1 km, hogstfelt; 0-1 km, Olje- og gassinstallasjoner; 0-3 km, Gruver; 1,5 km, skogbrannområder; 0-2 km.	Johnson m. fl. (2014)
Caribou, <i>Rangifer tarandus</i>	Diverse typer inngrep	Rapporterer et kumulativt habitat-tap på opp til 30 % av sesongbeitene. Dette er forårsaket av beiteunnvikelse i tilknytning til mange ulike typer inngrep, hvorav sterkest negativ virkning ble funnet for et stort gruveanlegg (se Tab. 4)	Plante m.fl. 2018
Tamrein <i>Rangifer tarandus</i>	Dagbrudd, kvartsitt, Austertana - Finnmark	Fant at perioder med høy gruveaktivitet ga 25-40% redusert bruk innenfor 2 km om sommeren, og 30% innen 3 km om høsten sammenlignet med perioder med lav aktivitet. Også 40 % redusert bruk innen 1,5 km avstand ved sprengningsaktivitet i helger.	Eftestøl m.fl. 2019
«New Foundland caribou» <i>Rangifer tarandus</i>	Gullgruve	6 km unnvikelse om våren og 4 km i øvrige sesonger	Weir m.fl. 2007
Caribou, <i>Rangifer tarandus groenlandicus</i>	Diamantgruver	Redusert bruk av arealer innen 11 km avstand (GPS-data) og 13 km (flytelling). Antar negativ effekt av gruvestøv i tundramiljø.	Boulanger m.fl. 2012

Virkninger av regulerte magasin

Av spesiell relevans når det gjelder vannkraft og villrein er forskningsprosjekt ledet av NINA de siste årene, der man har modellert hvordan vannkraftmagasin medfører både direkte og indirekte arealtap, samt hvordan avbøtende tiltak (eks gjenskape trekk-korridorer som er stengt av magasin) kan generere en gevinst i form av økt tilgjengelighet og bruk av beiter (Panzacchi m.fl. 2022). Siden vannkraftmagasin utgjør absolutte trekkbarrierer utenom perioder med sikker is er det også enklere å forutsi negative virkninger på reinens arealbruk. For typer av infrastruktur der forstyrrelsesvirkninger er problemet (Tabell 2) vil negative virkninger på reinens arealbruk være mer varierende, og det kan være vanskelig å forutsi virkninger av et nytt tiltak.

Fra forskningen finnes lite kunnskap om hvordan endrede isforhold som følge av magasinregulering kan være til direkte hinder for trekk (f.eks. sprekker eller råker), eller forårsake drukning. Fra tidligere utredningsarbeid er vi kjent med at det skal ha vært noen enkelttilfeller der man har dokumentert rein som har druknet i regulerte magasin (eksempler gjelder Prestesteinsvatnet innenfor Lom tamreinlag

og Hundålvatnet innenfor Jillen-Njaarke reinbeitedistrikt). Fra tid til annen er det også episoder der rein drukner ifb. med reinflytting (se f.eks. [Mellom 100 og 200 rein skal ha druknet i Porsanger: - Tragisk](#)). Det foreligger trolig mye erfaringsbasert kunnskap om dette fra ulike reinbeitedistrikt rundt om i Norge, men vil kreve et eget studie å systematisere slik kunnskap. Dette illustrerer at reinens evne til å vurdere risiko knyttet til usikker is kan være begrenset, men at de kanskje er spesielt utsatt i reindriftssammenheng, der gjeting/driv påvirker atferd og risikovilje.

Anleggsfasen av ny utbygging

Anleggsfasen for store infrastrukturprosjekter er studert spesielt inngående for tamrein i forbindelse med lednings- og vindkraftutbygging (Strand m.fl. 2017). I slik sammenheng har man funnet klart sterkere negative effekter i anleggsfase sammenlignet med driftsfase (Skarin m.fl. 2015, Eftestøl m.fl. 2015, Tsegaye m.fl. 2017). Som eksempel fant Eftestøl m.fl. unnvikelse på relativt lang avstand (3-6 km og 10-30% redusert bruk) ved bygging av ny 300 kV-ledning i Essand, mens det ikke var negative virkninger i driftsfasen de to påfølgende årene. Skarin m.fl. (2015) fant at trekkveier for reinen i kalvingstida fikk 76% redusert bruk i anleggsfasen av vindparkutbygging i Sverige, men negative virkninger var moderate i den etterfølgende driftsfasen (Skarin m.fl. 2018). For villrein er det ikke publisert mye rundt dette, men det er rimelig å anta tilsvarende som for tamrein, at negative virkninger er klart sterkere i anleggsfase enn i driftsfasen. Store masseforflytninger, deponier, sprengningsaktivitet og bruk av store maskiner og kjøretøy skaper kraftig støy, lukt og visuelle effekter, og reinen vil kunne registrere den menneskelige aktiviteten på lenger hold enn i driftsfase. Dette vil trolig føre til økte unnvikelseeffekter i de områdene reinen eksponeres for anleggsaktivitet. I tillegg vil anleggsområder kunne fremstå som en forsterket fysisk barriere grunnet anleggsgjerder, mellomlagring av maskiner, utstyr og masser, anleggsgrøfter og fyllinger mm. Ut ifra hva som er kjent om unnvikelseeffekter for rein (se f.eks. Vistnes og Nelleman, 2008, Skarin og Åhman 2014 og Flydal m.fl. 2019), er det derfor grunn til å tro at intensiv anleggsaktivitet med stort arealomfang kan fortrenge villreinen fra beiteområder. Når det gjelder småskala anleggsarbeid, vil omfanget være langt mer beskjedent og begrenset i tid. Negativt omfang må derfor vurderes spesifikt for hver enkelt byggesak. Om mulig kan negative virkninger begrenses hvis anleggsfase legges utenom perioder av året da reinen typisk bruker det omkringliggende influensområdet.

Referanser

- Allen AM, Mansson J, Jarnemo A, Bunnefeld N (2014) The impacts of landscape structure on the winter movements and habitat selection of female red deer. *Eur J Wildl Res* 60:411–421. <https://doi.org/10.1007/s10344-014-0797-0>
- Anttonen M, Kumpula J, Colpaert A (2011) Range Selection by Semi-Domesticated Reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in Relation to Infrastructure and Human Activity in the Boreal Forest Environment, Northern Finland *Arctic* 64:1-14
- Bergerud A.T., Jakimchuk R.D. og Carruthers D.R. 1984. The buffalo of the north: Caribou (*Rangifer tarandus*) and human developments. *Arctic* 37:7-22.
- Baskin L. M. og Hjalten J. 2001. Fright and flight behavior of reindeer. *Alces* 37:435-445.
- Berntsen, F. 1996. Reinens reaksjon på lavtflyvende luftfartøy. NINA oppdragsmelding 390. Norsk institutt for naturforskning. Trondheim. 22 s.
- Beauchesne, D., Jaeger, J.A.G., St-Laurent, M-H. 2014. Thresholds in the capacity of boreal caribou to cope with cumulative disturbances: Evidence from space use patterns. *Biological Conservation* 172: 190-199.

Beyer HL, Gurarie E, Börger L, Panzacchi, M, Basille M, Herfindal I, Van Moorter B, Lele SR, Matthiopoulos J. 2016. «You shall not pass!»: quantifying barrier permeability and proximity avoidance by animals. *Journal of Animal Ecology* 85: 43-53

Boulanger J, Poole KG, Gunn A, Wierzchowski J (2012) Estimating the zone of influence of industrial developments on wildlife: a migratory caribou *Rangifer tarandus groenlandicus* and diamond mine case study *Wildlife Biol* 18:164-179 doi:10.2981/11-045

Colman, J.E., M.S. Lilleeng, D. Tsegaye, M.D. Vigeland & E. Reimers. 2012. Responses of wild reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) when provoked by a snow-kiter or skier; a model approach. *Applied Animal Behaviour Science*.

Colman J.E., S. Eftestøl, D. Tsegaye, K. Flydal & A. Mysterud. 2013. Is a wind-power plant acting as a barrier for reindeer movements? *Wildlife Biology*. DOI: 10.2981/10.2981/11-116

Colman, J.E., M.S. Lilleeng, D. Tsegaye, M.D. Vigeland & E. Reimers. 2012. Responses of wild reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) when provoked by a snow-kiter or skier; a model approach. *Applied Animal Behaviour Science*.

Colman, J.E., D. Tsegaye, K. Flydal, I.M. Rivrud, E. Reimers and S. Eftestøl. 2015. High voltage power lines near reindeer calving areas; does mitigation matter. *European Journal of wildlife research*. . 61. DOI:10.1007/s10344-015-0965-x

Colman, J.E., Bergmo, T. Tsegaye, D. Flydal, K. Eftestøl, S., Lilleeng, M.S., Moe, S.E. 2016. Wildlife response to infrastructure: the problem with confounding factors. *Polar Biology*. DOI 10.1007/s00300-016-1960-8

Dahle B., E. Reimers & J.E. Colman. 2008. Reindeer (*Rangifer tarandus*) avoidance of a highway as revealed by lichen measurements. *European Journal of Wildlife Research Eur J Wildl Res* (2008) 54:27–35

Dzialak MR, Harju SM, Osborn RG, Wondzell JJ, Hayden-Wing LD, Winstead JB, Webb SL (2011) Prioritizing conservation of ungulate calving resources in multiple-use landscapes. *PLoS ONE* 6, e14597. doi:10.1371/journal.pone.0014597

Eftestøl, S, D. Tsegaye, K. Flydal and Colman, J.E. 2015. From high voltage (300 kV) to higher voltage (420 kV); reindeer avoid construction activities, but not power lines themselves. *Polar Biology*. 39(4): 689–699

Eftestøl, S. Flydal, K. Tsegaye, D., Colman, J.E. 2019. Mining activity disturbs area use of reindeer. *Polar Biology* 42 (10), s. 1849–1858

Eftestøl, S. Tsegaye, D., Flydal, K., Colman, J.E. 2021. Cumulative effects of infrastructure and human disturbance: a case study within a semi-domesticated reindeer herd. *Journal of Landscape Ecology*

Flydal, K. Tsegaye, D. Eftestøl, S. Reimers, E. Colman, J.E. 2019. *Rangifer* within areas of human influence - understanding effects in relation to spatio-temporal scales. *Polar Biology*. DOI 10.1007/s00300-018-2410-6

Flydal, K. 2023. Villreinutredning for søknad om utvidelse av Ustekveikja kraftverk. NaturRestaurering Rapportnr: 2023-03-02. 58 s.

Gundersen, V. Vistad, OE. Panzacchi, M. Strand, O. Moorter, BV. 2019. Large-scale segregation of tourists and wild reindeer in three Norwegian national parks: Management implications. *Tourism Management* Volume 75, December 2019, Pages 22-33

Gundersen, V. Knut Marius Myrvold , Geir Rune Rauset , Sofie Kjendlie Selvaag & Olav Strand (2021) Spatiotemporal tourism pattern in a large reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) range as

an important factor in disturbance research and management, *Journal of Sustainable Tourism*, 29:1, 21-39, DOI: 10.1080/09669582.2020.1804394

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

Harrington, F. H. & Veitch, A.M. 1991. Short-term impacts of low-level jet fighter training on caribou in Labrador. – *Arctic* 44: 318-327.

Helle m.fl. 2012. Effects of a holiday resort on the distribution of semidomesticated reindeer. *Annales Zoologici Fennici* 49:23-35.

Johnson C.J. og Russell D.E. 2014. Long-term distribution responses of a migratory caribou herd to human disturbance. *Biological Conservation* 177:52–63.

Lone K, Loe LE, Gobakken T, Linnell JDC, Odden J, Remmen J, Myrseth A (2014) Living and dying in a multi-predator landscape of fear: roe deer are squeezed by contrasting pattern of predation risk imposed by lynx and humans. *Oikos* 123:641–651. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2013.00938.x>

Murphy, S.M. & Curatolo, J.A. 1987. Activity budgets and movement rates of caribou encountering pipelines, roads and traffic in Northern Alaska. – *Can. J. Zool.* 65: 2483-2490.

Murphy, S.M. 1988. Caribou behavior and movements in the Kuparuk oil field: Implications for energetic and impact analyses. *Proceedings of the Third North American Caribou Workshop*. Alaska Department of Fish and Game, Juneau, Alaska. *Wildlife Technical Bulletin* 8:196-210.

Nieminen M. 2012. Response distances of wild forest reindeer (*Rangifer tarandus fennicus* Lönnb.) and semi-domestic reindeer (*R. t. tarandus* L.) to direct provocation by a human on foot/snowshoes. *Rangifer* 33: 1-15.

Pollard R.H., Ballard W.B., Noel L.E. og Cronin M.A. 1996. Summer distribution of Caribou, *Rangifer tarandus granti*, in the area of the Prudhoe Bay oil field, Alaska, 1990-1994. *Canadian Field-Naturalist* 110:659-674.

Panzacchi M., van Moorter B., Jordhøy P. og Strand O. 2013a. Learning from the past to predict the future: using archeological findings and GPS data to quantify reindeer sensitivity to anthropogenic disturbance in Norway. *Landscape Ecology* 28:847-859.

Panzacchi M, Van Moorter B, Strand O. 2013b. A road in the middle of one of the last wild reindeer migration routes in Norway: crossing behaviour and threats to conservation. *Rangifer* 33, Special Issue No. 21, 2013: 15–26

Panzacchi, M., van Moorter, B., Tveraa, T., Rolandsen, C. M., Gundersen, V., Lelotte, L., A., Dos Santos, B. B. N., Bøthun, S. W., Stien, A., Andersen, R., Strand, O. 2022. Statistisk modellering av samlet belastning av menneskelig aktivitet på villreinområder. Identifisering av viktige leveområder og scenarioanalyser for konsekvensutredning og arealplanlegging. NINA Rapport 2189. Norsk institutt for naturforskning.

Plante S, Dussault C, Richard JH, Cote SD (2018) Human disturbance effects and cumulative habitat loss in endangered migratory caribou. *Biol Conserv* 224:129–143. <https://doi.org/10.1016/j.bioco.2018.05.022>

Polfus J.L., Hebblewhite M. og Heinemeyer K. 2011. Identifying indirect habitat loss and avoidance of human infrastructure by northern mountain woodland caribou. *Biological Conservation* 144:2637-2646.

- Reimers E. og Svela S. 2002. Vigilance behavior in wild and semi-domestic reindeer in Norway. *Alces* 37:303-313.
- Reimers E., Miller F.L., Eftestøl S., Colman J.E. og Dahle B. 2006. Flight by feral reindeer in response to a directly approaching human on foot or on skis. *Wildlife Biology* 12:403-413.
- Reimers E., Loe, L.E., Eftestøl, S., Colman, J.E. og Dahle, B. 2009. Effects of hunting on response behaviours of wild reindeer. *Journal of wildlife management* 73(6): 844-851.
- Reimers E., Røed K.H. og Colman J.E. 2012. Persistence of vigilance and flight response behaviour in wild reindeer with varying domestic ancestry. *Journal of Evolutionary Biology* 25: 1543-1554.
- Reimers, E. Tsegaye, D. Colman, J.E. & Eftestøl, S. 2014. Activity patterns in reindeer with domestic vs. wild ancestry. *Applied Animal Behaviour Science*. ISSN 0168-1591. 150, s 74- 84 . doi: [10.1016/j.applanim.2013.10.010](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.10.010)
- Reimers, 2018. Våre Hjortedyr. Yrkeslitteratur. 466 ss.
- Smith, W.T. og Cameron, R.D. 1983. Responses of caribou to industrial development on Alaskas arctic slope. *Acta Zoologica Fennica* 175:43-45.
- Skarin A. og Åhman B. 2014. Do human activity and infrastructure disturb domesticated reindeer? The need for the reindeer's perspective. *Polar Biology* 37:1041-1054.
- Skarin, A., Nellemann C., Rønnegård L., Sandström P. & Lundqvist H. 2015. Wind farm construction impacts reindeer migration and movement corridors. *Landscape Ecology*. Online: DOI 10.1007/s10980-015-0210-8.
- Skogland T og Grøvan B. 1988. The effects of human disturbance on the activity of wild reindeer in different physical condition. *Rangifer* 8:11-19.
- Skogland T. 1994. Villrein - Fra urinnvåner til miljøbarometer. Teknologisk forlag, Oslo, Norge.
- Stankowich T. 2008. Ungulate flight responses to human disturbance: A review and meta-analysis. *Biological Conservation* 141: 2159-2173.
- Strand, O., Gundersen, V., Panzacchi, M., Andersen, O., Falldorf, T., Andersen, R., Van Moorter, B., Jordhøy, P. og Fangel, K. 2010. Ferdsel i villreinens leveområder. – NINA Rapport 551. 101s.
- Strand, O., Jordhøy, P., Panzacchi, M. & Van Moorter, B. 2015. Veger og villrein. Oppsummering – overvåking av Rv7 over Hardangervidda. - NINA Rapport 1121. 47 s. + vedlegg
- Strand, O., Colman, J.E., Eftestøl, S., Sandström, P., Skarin, A. & Thomassen, J. 2017. Vindkraft og reinsdyr – en kunnskapssyntese. - NINA Rapport 1305. 62 s.
- Tsegaye D, Colman JE, Eftestøl S, Flydal K, Rothe G, Rapp K (2017) Reindeer spatial use before, during and after construction of a wind farm. *Appl Anim Behav Sci* 195:103–111. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2017.05.023>
- Vistnes I., Nellemann C., Jordhøy P. og Strand O. 2004. Effects of infrastructure on migration and range use of wild reindeer. *Journal of Wildlife Management* 68:101-108.
- VKM, Bjørnar Ytrehus, Maria G. Asmyhr, Helge Hansen, Atle Myrseth, Erlend B. Nilsen, Olav
- Weir JN, Mahoney SP, McLaren B, Ferguson SH (2007) Effects of mine development on woodland caribou *Rangifer tarandus* distribution. *Wildlife Biol* 13:66-74. doi:10.2981/0909-6396(2007)13[66:Eomdow]2.0.Co;2
- Wilson, R.R Parrett, L.S. Joly, K. Dau, J.R. 2016 Effects of roads on individual caribou movements during migration. *Biological conservation* 195: 2-8.

