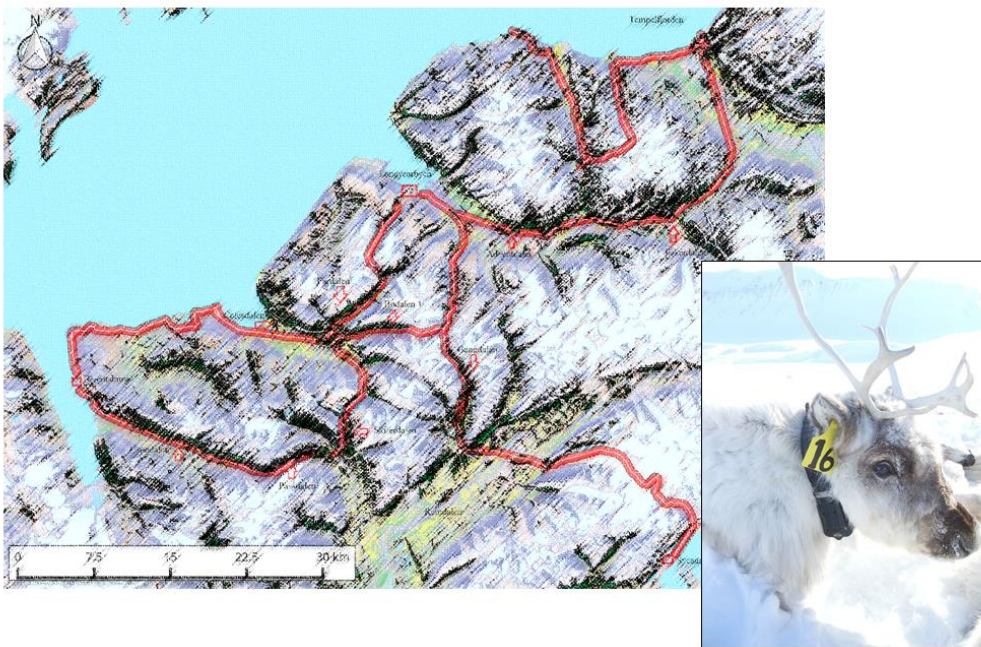


# Effekter av snøskuterferdsel på Svalbardreinen

Sluttrapport til Svalbards miljøvernfond



Tittel: Effekter av snøskuterferdsel på Svalbardreinen. Prosjekt: 15/12

Forfattere: Anders Tandberg & Leif Egil Loe

Norges miljø og biovitenskapelige universitet (NMBU)

Høgskoleveien 12, 1433 Ås

leif.egil.loe@nmbu.no

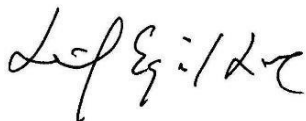
Referanse: Tandberg, A. & Loe, L. E. Effekter av snøskuterferdsel på Svalbardreinen. Rapport til Svalbards Miljøvernfond. Forsidefoto: Leif Egil Loe (GPS-merket simle i Sassen)

## Forord

Forstyrrelse og tap av beiteareal er velkjent problematikk for norsk villrein. I motsetning tenker vi på Svalbardreinen som tam og den blir ofte observert tett på snøskuterløyper. Nå viser imidlertid forskning at annen rein kan vise mer subtile effekter av forstyrrelser enn vill flukt fra mennesker. Viktigst er det at selv om noen dyr blir igjen nær forstyrrelseskilder, kan de fleste trekke vekk, noe som kan redusere beitearealet og øker matkonkurransen. I dette studiet kobler vi GPS-data fra rein mot tid og stedfestet informasjon om skutertrafikk, særlig i form av nye automatiske telldata fra Sysselmannen. Målet var å gi svar på hvordan reinen reagerer på snøskuterferdsel i tid og rom. Vi takker Svalbards Miljøvernfond for økonomisk støtte til dette arbeidet.

Denne sluttrapporten er basert på en masteroppgave skrevet ved NMBU våren 2016 av Anders Tandberg, veiledet av Leif Egil Loe, med tittel «Svalbardrein (*Rangifer tarandus platyrhynchus*) og snøskuterløyper. Kvantifisering av unnvikelsesadferd i tid og rom».

Ås, Vadsø, 21 desember 2017



Leif Egil Loe



Anders Tandberg

## **Sammendrag**

På Svalbard er satsning på økt turisme basert på utvidede sesonger, og økt sysselsetting er en målsetting både i turistnæringen og fra politisk hold. Imidlertid har kunnskapen om hvordan svalbardreinen påvirkes av snøskutertrafikken vært begrenset. Den lyse delen av vinteren (mars og april) har den desidert høyeste snøskuteraktiviteten. Dette er også den tiden av året hvor reinen opplever den høyeste dødeligheten på grunn av ressursknapphet. Formålet med studiet var å kartlegge hvilke effekter dagens snøskuterkjøring langs etablerte skuterløyper har på svalbardreinenes adferd. Dette ble gjort ved å undersøke om GPS-merkede simler unngikk områdene rundt hoved-skutertraseene på Nordenskiöldland og om effekten var sterkest i perioder med mye ferdsel (basert på data fra Sysselemannens automatiske tellebokser).

## **De viktigste funnene**

De GPS-merkede simlene hold i gjennomsnitt lengre avstand til skuterløypene i påsken sammenlignet med perioden før og etter påske, men forskjellen var liten (bare 70 m). Det var ingen forskjell i avstand til skuterløype mellom ukedager og helligdager. Simlene viser sterk unngåelse av områder som ligger nærmere enn 200 meter fra hoved-skutertraseene gjennom hele skutersesongen. Dette arealet utgjør omtrent 5% av tilgjengelig vinterbeite (rabbevegetasjon) i vårt studieområde på Nordenskiöldland.

## **Miljøgevinst**

Arbeidet vårt måler fryktadferd og arealtap forårsaket av snøskuterferdsel og er et viktig bidrag i debatten om miljøvennlig friluftsliv. Det kartlegger konsekvenser av ferdsel, med relevante innspill i debatten om bærekraftig turisme, for den viktigste høstbare viltarten på Svalbard.

## **Forslag til tiltak**

Automatiske tellebokser for skutertrafikk bør videreføres for å overvåke utvikling i snøskutertrafikken.

## **Hva er viktig for miljøforvaltningen?**

Snøskuterferdsel gir målbar atferdsendring hos Svalbardreinsimler. Sterk unngåelse av nærområdene opp til 200 meter fra skuterløyper og målbar unnvikelse helt opp til 400 meter antyder et begrenset tap av beiteareal. I dagens situasjon er effekten av snøskuterferdsel så liten at det neppe har betydning for bestandsutvikling.

## **Oppfølging**

I dette studiet har vi bare brukt GPS-data. Vi er i gang med å instrumentere simler med aktivitetsmålere og hjerterate-målere. Dette vil kunne gi mer detaljer informasjon om påvirkning av snøskuterferdsel på svalbardrein. Aktivitetsdata kan brukes for å beregne tap av beitetid og hjerteratedata kan brukes for å beregne hvor langt unna traseer dyra opplever stress (forhøyet hjerterate) og hvor lang tid etter et møte dyra er påvirket.

# Innholdsfortegnelse

1	Innledning .....	3
2	Metode .....	8
2.1	Studieområde.....	8
2.2	Studieart .....	10
2.3	Datainnsamling og bearbeiding av datamateriale .....	12
2.3.1	Definering av sesong.....	12
2.3.2	GPS-data: Snøskuterløyper.....	12
2.3.3	Sysselmannens skutertellerdata .....	12
2.3.4	GPS-data: Svalbardrein.....	13
2.3.5	GIS-analyse av influensområder.....	15
2.4	Statistiske analyser .....	15
3	Resultater .....	17
3.1	Etablerte tidsstrukturer i snøskutertrafikken .....	17
3.1.1	Påske/ikke påske .....	17
3.1.2	Ukedag/helg .....	19
3.1.3	Utvikling gjennom vintersesongen .....	21
3.2	Avstand til skuterløype.....	23
3.2.1	Kontraster i reinens avstand til skuterløype: Påskeeffekten .....	23
3.2.2	Kontrast i avstand til skuterløype: Helgeeffekten.....	26
3.3	Reinens habitatpreferanse .....	26
3.4	Bruk av vinterbeite i forhold til avstand fra skuterløype .....	28

3.4.1	Forskjell mellom perioder.....	28
3.4.2	Forskjell helg/ukedag.....	30
3.5	Redusert bruk av prefererte vinterbeiter som konsekvens av unnvikelse fra løyper .....	31
4	Diskusjon .....	34
5	Konklusjon og anbefalinger.....	39
6	Vedlegg A .....	i
7	Vedlegg B .....	i
8	Vedlegg C .....	iii
9	Vedlegg D.....	iv
10	Vedlegg E.....	v
11	Vedlegg.....	vi

# 1 Innledning

Antipredasjonsadferd er en viktig egenskap hos en byttedyrart (Frid & Dill 2002). Gjennom koevolusjon med predatorer og/eller jakt fra mennesker fremselekteres antipredatorstrategier som årvåkenhet, flukt eller unnvikelse hos byttedyret (Elgar 1989; Krebs & Davies 2009). Mange byttedyr har en lang evolusjonær historikk med menneske som predator. Byttedyret vil dermed kunne forbinde dagens menneskelig forstyrrelse med predasjonsrisiko, selv om forstyrrelsen ikke utgjør en reel trussel for individet (Frid & Dill 2002; Stankowich & Blumstein 2005). Mennesker kan påvirke en art direkte gjennom jakt, provokasjon, habitatforringelse og ved å skape barrierer (Dyer et al. 2002), og indirekte ved at dyrene unnviker områder nær menneskelig infrastruktur eller områder med høy menneskelig aktivitet (Dyer et al. 2001). Forstyrrelsens omfang og dyrets toleransenivå overfor forstyrrelsen avgjør hvordan det vil reagere overfor forstyrrelseskilden. Variasjon i ressurstilgjengelighet og kvalitet, samt risiko for predasjon, fører til sesongmessige variasjoner i habitatvalg (Krebs & Davies 1993). Gjentatte forstyrrelser kan presse dyret til å benytte suboptimale habitat (Taylor & Knight 2003). Som et resultat av dette kan redusert næringsopptak og økt energiforbruk (Seip et al. 2007; Tyler 1991; White 1983) føre til redusert reproduksjonssuksess, overlevelse og fitness (Müllner et al. 2004; Watson & Moss 2004). Redusert rekruttering er eksempelvis dokumentert hos kanadisk skogscaribou (*Rangifer tarandus caribou*) (Harrington & Veitch 1992) som respons på jagerfly.

Svalbardreinen er en endemisk underart av rein hvor utbredelsesområdet begrenser seg til den arktiske øygruppa Svalbard (Tyler & Øritsland 1989). Her har reinen levd isolert over 7000 år (Van der Knaap 1989), men reinens innvandringshistorikk er omdiskutert (Reimers et al. 2011). Det finnes kun en håndfull rapporterte tilfeller av at svalbardrein har blitt tatt av isbjørn (*Ursus maritimus*) (Derocher et al. 2000) og kun en observasjon av at en reinskalkv har blitt predatert av fjellrev (*Vulpes lagopus*) (Prestrud 1992). Svalbard betegnes derfor som et predatorfritt miljø for reinen (Loe et al. 2007). Svalbardrein anses å ha en sedat livsførsel (Tyler & Øritsland 1989), en strategi som kan forklares gjennom fravær av inter-spesifikk beitekonkurranse, predasjon og parasittiske insekter (Halvorsen & Bye 1999). Det er imidlertid kjent at svalbardreinen responderer på beitebegrensning ved bakkeising med delvis migrasjonsadferd (Hansen et al. 2010; Stien et al. 2010; Loe et al. 2016) og utvidelse av hjemområder (Stien et al. 2010). Begrensede beiteressurser og tøffe klimatiske forhold vil derfor utgjøre et betydelig

seleksjonspress, hvor sedat livsførsel bidrar til redusert energiforbruk hos reinen (Halvorsen & Bye 1999).

Svalbardreinen har kun blitt utsatt for jakt de siste ~300 årene. Et betydelig jaktrykk førte til desimering av bestanden og delvis lokal utryddelse før den ble fredet i 1925 (Reimers 1983). På 1980-tallet ble det åpnet for jakt til forskningsformål og senere regulær kvotejakt på reinen. Bestanden har siden dette tatt seg kraftig opp og jakt anes i dag ikke å ha nevneverdig påvirkning på populasjonen (Sysselmannen på Svalbard 2009). På tross av begrenset koevolusjon med predatorer og mennesker, er det påvist relikte antipredatorstrategier som eksitasjonshopp/stotting og klynging ved provokasjon fra snøskuter (Tyler 1991) og større fluktavstand for simler med kalv enn uten ved provokasjon (Hansen & Aanes 2015). Disse strategiene er kjent fra andre hjortedyr (Curio 1976; Geist 1974). Svalbardreinen oppfattes imidlertid som «naiv» og nysgjerrig overfor mennesker (Berger 2007).

Tidligere har adferdsrespons hos svalbardreinen blitt målt ved provokasjon med snøskuter eller til fots (Colman et al. 2001; Hansen & Aanes 2015; Reimers et al. 2003; Reimers et al. 2011; Tyler 1991). Her fant Tyler (1991) at svalbardreinen i gjennomsnitt viste frykt for snøskuter på 410 m avstand, men flyktet først når avstand til snøskuter i gjennomsnitt var 80 m fra reinen (størst avstand i Sassendalen sammenliknet med Adventdalen). For grupper med simler som inkluderte minst en kalv, flyktet disse lenger i Sassendalen (median: 200 m) enn i Adventdalen (median: 80 m), og maksimal varighet av flukt var signifikant lenger i Sassendalen (median: 290 sekunder) enn i Adventdalen (median: 185 sekunder). Selv om jakt var forbudt i Adventdalen, viste reinen her typiske alarm og fluktadferd forbundet med predasjonsunngåelse. Ulik grad av habituering og forskjeller i kondisjon fremsettes som årsak til forskjeller mellom Adventdalen og Sassendalen (Tyler 1991). Til sammenlikning observerte Reimers et al. (2003) at tundrarein (*Rangifer tarandus tarandus*) i Setesdal-Ryfylke i gjennomsnitt oppdaget snøskuteren på samme avstand som svalbardrein i studiet til Tyler (1991), men flyktet ved lengre avstand fra provokatør enn svalbardreinen. Det siste funnet understreker svalbardreinens harde seleksjonspress på å minimere energikostnad. For rein på fastland, hvor reinen har koevolvert med predatorer og menneskelig jakt, viser reinen imidlertid i en rekke studier stor unnvikelse og høy grad av frykt for menneskelig forstyrrelse, eksemplifisert med normalt høy unnvikelse av områder innen 5 km

fra tekniske inngrep (Skarin et al. 2015; Vistnes & Nellemann 2001; Vistnes & Nellemann 2008).

Turisme er i dag hovedkilden til menneskelig tilstedeværelse i mange arktiske områder (Snyder 2007). Naturbasert polarturisme har de siste årene vært i kraftig vekst, og ekspanderer i antall turister, turoperatører, geografisk utstrekning og ved utvidede sesonger (Hall et al. 2010).

Forstyrrelse på dyrelivet er ansett som en av hovedtruslene turisme utgjør overfor naturmiljøet i Arktis (CAFF 2001). For Svalbards vedkommende ble antall årlige gjestedøgn i Longyearbyen femdoblet mellom 1993-2014, og ligger nå mellom 80-90.000 med tydelig vekst etter 2013.

Høysesong for vinterturismen er i april måned og er hovedsakelig snøskuterbasert (Syssemlannen på Svalbard 2006).

Bruk av snøskutere øker det geografiske omfanget av menneskelig tilstedeværelse og medfører økt kontakt mellom menneske og vilt (UNEP et al. 2001). I «Masterplan Svalbard mot 2025» har reiselivsnæringen fastsatt en visjon om at «Svalbard skal fremstå som det ledende høyarktiske reisemålet i det internasjonale turistmarkedet» og et overordnet mål om at «Svalbard skal doble antallet årsverk i reiselivet» med ambisjon om å utvikle «en helårlig reiselivsnæring på Svalbard som sikrer høy lokal verdiskaping innenfor bærekraftige rammer» (Visit Svalbard AS 2015). Ønsket om utvidet sesong i reiselivsnæringen med økt sysselsetting og helårsaktivitet er i tillegg en politisk målsetting (Justis- og beredskapsdepartementet 2009).

Da svalbardreinen er en endemisk art med utbredelsesområde begrenset til Svalbard (Flagstad & Røed 2003), har Norge et spesielt forvaltningsansvar for denne underarten. Nordenskiöld Land har om lag 4000 individer av svalbardrein av en anslått totalbestand på omkring 10.000-15.000 for hele øygruppa, og bestanden har vært i kraftig vekst siden midten av 1990-tallet. Basert på tellinger i Adventdalen har den årlige vekstraten i bestanden vist seg å fluktuere mellom -47 % og +68 %, og vinterdødeligheten er størst for rein <1 år og >7 år (Syssemlannen på Svalbard 2009). Milde vintre og rein på snø (ROS) som islegger beitene har vist seg å være drivkraften i svalbardreinenens populasjonsdynamikk (Hansen et al. 2011; Reimers 1977; Albon et al. 2017), klimahendelser som har ført til kollaps i bestandene av Peary caribou (*Rangifer tarandus pearyi*) på de canadiske øyer (ACIA 2004; Miller & Gunn 2003). Vinteren 1993-94 ble populasjonen på Brøggerhalvøya redusert med hele 80% grunnet omfattende ising av beite (Aanes et al. 2002; Solberg et al. 2001), og sammen med Peary caribou er svalbardreinen regnet som den underarten

av rein som er mest utsatt for et endret klima med mer nedbør som regn om vinteren og økte vintertemperaturer (Vors & Boyce 2009).

Med sin nærhet til de største bosetningene på Svalbard og høy menneskelig tilstedeværelse i store deler av reinens leveområde, er kartlegging av den antropogene påvirkningen på reinen her av stor interesse både for forvaltningen og i forskningsøyemed. Gjennom overvåkningssystemet Miljøovervåkning Svalbard og Jan Mayen (MOSJ) har svalbardreinen fått status som «prioritert art for overvåking av terrestrisk fauna på Svalbard» (Sander et al. 2006). Svalbards fauna forvaltes etter *Svalbardmiljøloven 2001*, og jf. lovens §24 skal den naturlige produktiviteten, mangfoldet og leveområdene til arter bevares. For nasjonalparkene er det i samme fastslått med at dyreliv i nasjonalparkene skal vernes mot ferdsel som kan påvirke eller forstyrre naturmiljøet (Svalbardmiljøloven §16). Det overordnede forvaltningsmålet for svalbardrein fastslår at *«bestandene av svalbardrein skal få utvikle seg naturlig uten at menneskelig innvirkning har nevneverdig effekt på utbredelse, bestandssammensetning, tilvekst og naturlig dødelighet»* (Sysselmannen på Svalbard 2009). Snøskuterkjøring er i tillegg til i Svalbardmiljøloven regulert gjennom *Forskrift om motorferdsel på Svalbard 2002*. Her fastslås det jf. §4 at motorferdsel på Svalbard skal *«foregå på en måte som ikke skader, forsøpler eller forringer naturmiljøet (..) eller fører til unødig forstyrrelse av mennesker eller dyreliv»*. Imidlertid er kunnskapen om motorferdselens påvirkning på Svalbards dyreliv begrenset.

Formålet med dette studiet er å kartlegge hvilke effekter dagens snøskuterkjøring langs etablerte skuterløyper har på svalbardreinenens adferd. Ved bruk av GPS-data fra simler i tidsrommet (2009-2016) vil svalbardreinenens bruk av områder rundt hovedskutertraséene på Nordenskiöld Land bli kvantifisert. Vi vil også undersøke om bruken varierer som respons på mengde snøskutere i terrenget og tidspunkt gjennom vinteren. I tillegg har data fra Sysselmannens skutertellere i Adventdalen og på Longyearbreen blitt benyttet for å kvantifisere variasjon i snøskuterferdselen gjennom sesongen. Basert på resultatene om reinens habitatbruk vil areal av influert vinterbeitehabitat bli kvantifisert. Resultatene fra dette studiet vil kunne bidra til å styrke kunnskapsgrunnlaget for forvaltningen av svalbardrein og kaste lys over til nå ukjente effekter av den økende snøskuterbruken gjennom turisme, forskning og rekreasjon som har funnet sted på Svalbard de siste årene.

Først vil vi bruke Sysselmannens skutertelldata for å tidfeste perioder med mye og lite skutertrafikk. Dette vil danne grunnlaget for å teste følgende hypotese:

**H<sub>1</sub>:** Snøskutertrafikk påvirker svalbardreinenes adferd og reinens bruk av prefererte vinterbeiter.

På bakgrunn av denne hypotesen har vi testet følgende prediksjoner:

**P<sub>1</sub>:** Svalbardreinen øker sin avstand til etablerte snøskuterløyper i perioder med høy snøskutertrafikk

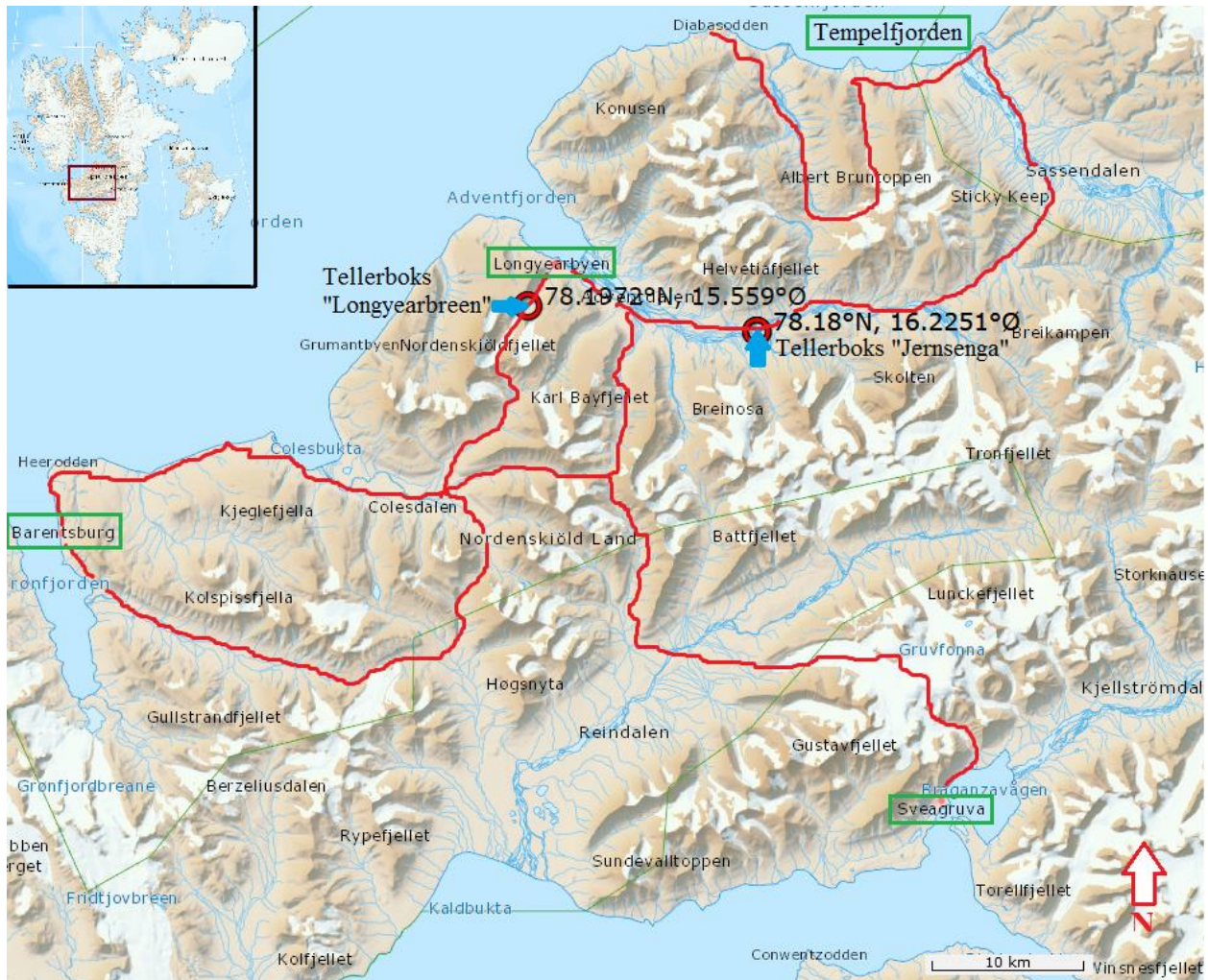
**P<sub>2</sub>:** Svalbardreinen har rabbevegetasjon som sitt mest prefererte vinterbeite og sannsynligheten for at svalbardreinen bruker rabbevegetasjon er lav nær snøskuterløyper, særlig i perioder med mye snøskutertrafikk.

## 2 Metode

### 2.1 Studieområde

Studieområdet dekker om lag 70 % av halvøya Nordenskiöld Land (78°2' N, 17°2' Ø) (3500 km<sup>2</sup>) på Spitsbergen, Svalbard (Figur 1). Landskapet preges av glasielle landformer med vide, relativt frodige u-daler, fjellplatåer, isbreer og bratte bergskrenter. Studieområdet ligger i den mellomarktiske tundrasonen, hvor vegetasjonen veksler mellom plantesamfunn med moser og grasdominerte vegetasjonstyper, i mosaikk tørre rabber, avsetninger og rasmarek uten vegetasjonsdekke (Elvebakk 2005). På tross av at øygruppa er lokalisert langt nord, skaper Vestspitsbergenstrømmen (en forgrening av Den norske atlantehavsstrømmen) et gunstig klima i forhold til landområder på samme breddegrader (Weber 2015). Permafrost, tynt plantedekke og langsom gjenvekst gjør vegetasjon og jordsmonn utsatt for slitasje, og < 10 % av Svalbards landareal er biologisk produktivt (Kovacs & Lydersen 2006). Normalt varer vekstsesongen fra juni til sen august (Van der Wal et al. 2004), og snøen ligger normalt fra oktober/november til medio juni (Bengtson 1999). Gjennomsnittlig temperatur i varmeste sommermåned ligger på 5,8 °C (juli) og kaldeste vintermåned på -13 °C (februar) for perioden 1981-2010 (Nordli et al. 2014). For samme periode lå årlig nedbørsmengde kun mellom 190 mm og 440 mm, og Svalbard defineres dermed som «arktisk ørken» (Førland et al. 2012). Bakkeising, når nedbør faller som regn eller lufttemperaturen er høy om vinteren, er kjent å føre til utilgjengeliggjøring av beiter for reinen på Svalbard (Hansen et al. 2013; Loe et al. 2016; Albon et al. 2017).

Sørlige deler av studieområdet (Reindalen) ligger innenfor Nordenskiöld Land nasjonalpark, mens nordøstlige deler (Sassendalen) ligger innenfor Sassen-Bünsov Land nasjonalpark



Figur 1 Oversiktskart over studieområdet. Områdene mellom Longyearbyen, Barentsburg, Sveagruva og Sassendalen utgjør studieområdet på bakgrunn av GPS-posisjoner for rein (se Figur 2) og dekker store deler av halvøya Nordenskiöld Land, sørvest på Spitsbergen, Svalbard. Kartet viser posisjon for Sysselmannens tellerbokser på morena ved foten av Longyearbreen (78,19720 N 15,55900 Ø) og ved Jernsenga (78,18000 N 16,22510 Ø) i Adventdalen samt hovedskutertraséene (påtegnet) mellom Longyearbyen og Barentsburg, Sveagruva og Diabasodden/Sassendalen. Grønne linjer markerer grensen for Nordenskiöld Land Nasjonalpark i sør, og Sassen-Bünsov Land Nasjonalpark i nord-øst. Kartet er hentet fra <http://toposvalbard.npolar.no/> (Norsk Polarinstiutt).

Av Svalbards 2654 innbyggere (2016), er de aller fleste bosatt på Nordenskiöld Land i tettstedene Longyearbyen (2152; inkluderer pendlere til Svea) og Barentsburg (492) (Statistisk sentralbyrå 2016). I den største bosetningen, Longyearbyen, var det i 2013 registrert 2100 snøskutere, og om lag 70 % av husholdningene på Svalbard hadde da minst én snøskuter. Snøskuterkjøring på Svalbard er regulert gjennom Forskrift om motorferdsel på Svalbard og gjennom Svalbardmiljøloven. Her gis fastboende adgang til å kjøre i større områder enn tilreisende. Fartsgrense for snøskutere ute i terrenget er 80 km/t. Selv om det ikke er påbudt å

holde seg til faste traseer på Svalbard skjer dette allikevel i praksis. Det aller meste av trafikk skjer langs etablerte traseer.

Mellom 2001-2014 lå årlige feltdøgn med snøskuter normalt mellom 3000 og 4000 (maks 5677, min 2659), men klimatiske forhold som sjøis og varighet med snødekke er her avgjørende. Det kan være nok snø for snøskuterkjøring allerede fra november, men sesongen begynner ofte for alvor i februar med tilbakekomsten av dagslyset og slutter i løpet av mai måned med snøsmelting og åpning av elver. Omlag 70% av de tilreisende til Svalbard oppga i 2014 at ferie/fritidsreiser var hovedformål med turen. I gjesteundersøkelser svarer 90 % at de deltar i organiserte aktiviteter med turoperatører under sitt opphold (Sysselmannen på Svalbard 2015), og lange kolonner med snøskutere kan observeres gjennom studieområdet senvinters. Fra år 1990 til 2000 ble antallet snøskutere på Svalbard fordoblet, noe som reflekteres i organiserte turer med guide og snøskuterutleie (ca. 10.000/år) (Sysselmannen på Svalbard 2006). Totalt sett er samlet lengde på skuterløypene i overkant av 24 mil. Om vinteren utgjør organiserte turer i store følger med snøskutere en stor del av trafikken, hvorav Barentsburg og destinasjoner i Tempelfjorden samt Sveagruva er de hyppigst besøkte (Bjarne Benberg pers medd. 2016). I indre deler av Reindalen gjelder skuterforbud for tilreisende, med unntak av overkryssingen til Sveagruva. Studieområdet fanger dermed opp samtlige av de høyt trafikkerte snøskutertraséene på Nordenskiöld Land, i tillegg til mindre trafikkerte områder (Figur 1 & Figur 2).

## 2.2 Studieart

Svalbardreinen er å finne i de fleste isfrie områder på Svalbard med et minimum av planteproduksjon (Staaland 1986). I motsetning til andre underarter av rein er svalbardreinen å regne som relativt stedbunden (Aanes et al. 2003; Tyler & Øritsland 1989), opptrer solitært med kun mindre grupperinger på 2-5 individer (Reimers 1977; Tyler & Øritsland 1989), da flokkadferd er en kostbar antipredatorstrategi, og er vist å være mer tolerant overfor forstyrrelser enn andre underarter slik som tundrarein på fastlands-Norge (Colman et al. 2001).

Vekttapet gjennom vinteren er stort (Albon et al 2017), og bukkene veier om lag 90 kg om høsten og 65 kg om våren, simlene om lag 70 kg om høsten og 53 kg om våren (Kovacs & Lydersen 2006). Om vinteren oppholder svalbardreinen seg på rabber, i fjellsider, på

høyere liggende plataer og andre steder hvor snødekket er tynt og det dermed er lett å komme til beiteplantene (Kovacs & Lydersen 2006). Polarvier (*Salix polaris*), vardefrytle (*Luzula confusa*) og mosearter er hovedføde om vinteren, mens sommerdietten er mer variert med gras- og treaktige planter, moser og urter som de viktigste komponentene (Staaland 1986). Forventet levealder for svalbardreinen er omtrent 10 år, men alder opp i 18 år er dokumentert (Kovacs & Lydersen 2006).

Med en kort vekstsesong og langvarig snødekke, bakkeising og lave temperaturer, er vinteren den begrensende årstiden for svalbardreinen (Aanes et al. 2000; Reimers 1983). Den viktigste dødsårsaken er sult på vinteren, ofte forårsaket av ekstreme klimatiske forhold som dyp snø eller bakkeising som utilgjengeliggjør beiter (Albon et al 2017). I motsetning til andre underarter av rein, foretar ikke svalbardreinen store sesongmessige vandringer (Tyler & Øritsland 1989). Imidlertid har en de siste årene dokumentert såkalt delvis migrasjon hos svalbardrein som en respons på bakkeising (eng. «rain-on-snow» (ROS) og «warm spells») ved høy vintertemperatur og nedbør (Hansen et al. 2010; Loe et al. 2016). Disse ekstreme klimatiske hendelsene gir seg utslag i redusert vekstrate (Hansen et al. 2013; Albon et al 2017) og økt dødelighet (Solberg et al. 2001) grunnet utilgjengeliggjøring av beiter. Økt nedbør og varmere vintre i Arktis fremsettes som sentrale drivere bak populasjonsnedgang hos andre underarter av rein de siste tiårene (Hansen et al. 2011; Miller & Gunn 2003; Vors & Boyce 2009). Vinterdødeligheten er størst for kalver, og økende med alder for bukker over tre år og simler over åtte år (Reimers 1977; Reimers 1983; Solberg et al. 2001)

Svalbardreinen har som underart lav genetisk variasjon da de stammer fra et fåtall dyr ("founders") og er geografisk isolert fra andre underarter av rein (Yannic et al. 2014). Utover dette skaper fjell, isbreer og fjorder naturlige barrierer for migrasjon og hindrer genflyt mellom delområder, noe som har resultert i isolerte populasjoner av rein på Svalbard (Yannic et al. 2014).

Totalbestanden av svalbardrein har vært i vekst fra midten av 1990-tallet. Basert på tellinger mellom 1975 og 1997 anslås det å være om lag 4000 individer av svalbardrein på Nordenskiöld Land, mens totalantallet for hele Svalbard anslås til om lag 10.000 - 15.000 individer. Tallene er noe usikre og det er store mellomårsvariasjoner (Sysselmannen på Svalbard 2009). På 1600-tallet, da fangstvirksomheten begynte på øygruppa, antas det å ha vært gode forekomster av rein

på Svalbard. Imidlertid førte uregulert jakt og fangst i stort omfang til at bestanden ble betydelig desimert i perioden 1860-1925, og det antas at totaltallet var ned mot 1000 individer da svalbardreinen ble fredet i 1925 (Kovacs & Lydersen 2006). Etter å ha vært totalfredet i 58 år, ble det i 1983 åpnet for jakt i forskningsøyenmet, og fra 1989 også regulær kvotejakt i utvalgte områder forbeholdt fastboende på Nordenskiöld Land (Sysselmanen på Svalbard 2009). Det drives jakt på svalbardreinen i de seks forvaltningsområdene Sassen, Diabas, Grøndalen, Hollenderdalen, Colesdalen og Reindalen, alle lokalisert på Nordenskiöld Land. Studieområdet innebefatter dermed både områder med og uten jakt.

## 2.3 Datainnsamling og bearbeiding av datamateriale

### 2.3.1 Definerings av sesong

Med utgangspunkt i at det kun er i perioden med snø at interaksjon mellom svalbardrein og snøskutere foregår, er GPS-data for rein benyttet for vintersesongene 2009/2010 til 2015/2016 (perioden med GPS-data på rein). Skutertellerdataene fra Sysselmanen ble videre brukt til å definere perioder med kontraster gjennom vintersesongen.

### 2.3.2 GPS-data: Snøskuterløyper

Studien benytter GPS-data for hovedskutertraséene Adventdalen-Sassendalen, Fardalen-Barentsburg, Fredheim-Flowerdalen-Kreklingpasset, Bødalen-Svea, Kreklingpasset-Diabas, Longyearbyen-Bødalen-Kapp Laila og Longyearbyen-Grøndalen-Barentsburg. Disse traséene ble så slått sammen til ett datasett. Det forventes å være liten mellomårsvariasjon i plassering av skuterløype-traséene i terrenget, og det observeres lite avvikende kjøring fra løypene (Bjarne Benberg pers medd. 2016).

### 2.3.3 Sysselmansens skutertellerdata

Sysselmanen på Svalbard gjennomførte fra 17. mars til 7. juni 2015 et prøveprosjekt med utplassering av en tellerboks på «Morena» (78,19720 N / 15,55900 Ø) ved foten av Longyearbreen for å få bedre kunnskap om motorisert ferdsel i terrenget. Vinteren 2016 har prosjektet blitt fulgt opp, og i tillegg til en tellerboks på «Morena» ved Longyearbreen har det

blitt satt ut en tilsvarende tellerboks ved «Jernsenga» (78,18000 N / 16,22510 Ø) i Adventdalen. For 2016 er data fra 16. februar – 20. april benyttet. Begge tellerboksene er levert fra Eco counter og er av typen PYRO-Box som benytter infrarødt kamera med en rekkevidde på om lag 30 m, registrer bevegelse i begge horisontale retninger og har en tidsoppløsning på 1 time (24 registreringer/døgn). Tellerboksene sender data over GSM-nettet til en database på nett. For telleren på Longyearbreen fører dette til at tilnærmet all ferdsel fanges opp, mens det ved Jernsenga i Adventdalen er brede skuterspor hvor noe trafikk ikke vil fanges opp grunnet avstand til tellerboksen. Da tellerboksene benyttet infrarødt kamera, ble all ferdsel slik som hundekjørere og skiløpere fanget opp, men disse utgjorde kun en svært liten del av ferdselen ut i terrenget i forhold til snøskutertrafikken som er klart dominerende vinterstid (Bjarne Benberg pers medd. 2016). Data i perioder hvor tellerne har vært iset igjen (30.03-04.04.2015), det har vært utrykning i forbindelse med ulykker (Longyearbreen; 18.04.2015) og tidspunkt hvor det har foregått organisert hundeløp (Longyearbreen; 10.04.2016) er ekskludert fra datamaterialet. Da tellerboksene er plassert i Adventdalen og på Longyearbreen fanges all trafikk mellom Longyearbyen og studieområdene med GPS-merket rein opp, og vi anser derfor tellerdataene som et godt estimat på mengde skutertrafikken i terrenget gjennom vinteren.

Som et relativt tall på mengde snøskutere i terrenget ble passeringer i begge lengderetninger slått sammen for de to tellerboksene i Adventdalen og på Longyearbreen med oppløsning på døgn.

#### 2.3.4 GPS-data: Svalbardrein

Til å analysere svalbardreins bruk av områder tilknyttet snøskuterløypene på Nordenskiöld Land, ble geografiske posisjoner fra GPS (Global Positioning System)-merka simler (n=76) benyttet. Til sammen bidro de med data fra 225 individår og 311 720 posisjoner fra november til mai. Til merking av simlene ble to typer GPS-halsbånd benyttet, hvor den ene typen er satellitthalsbånd (Tellus Medium GPS Collar) mens den andre er av en enklere type (Vectronics aerospace store-on-board GPS Collar) hvor dyrene må fanges inn for datanedlastning. Metodikk for fangst er lik for begge typer GPS-halsbånd, og utføres ved at dyret skilles ut og fanges ved hjelp av to snøskutere med nett mellom seg (se Omsjoe et al. 2009). Medianverdi for GPS-halsbåndets nøyaktighet er 12 meter (Godvik et al. 2009).

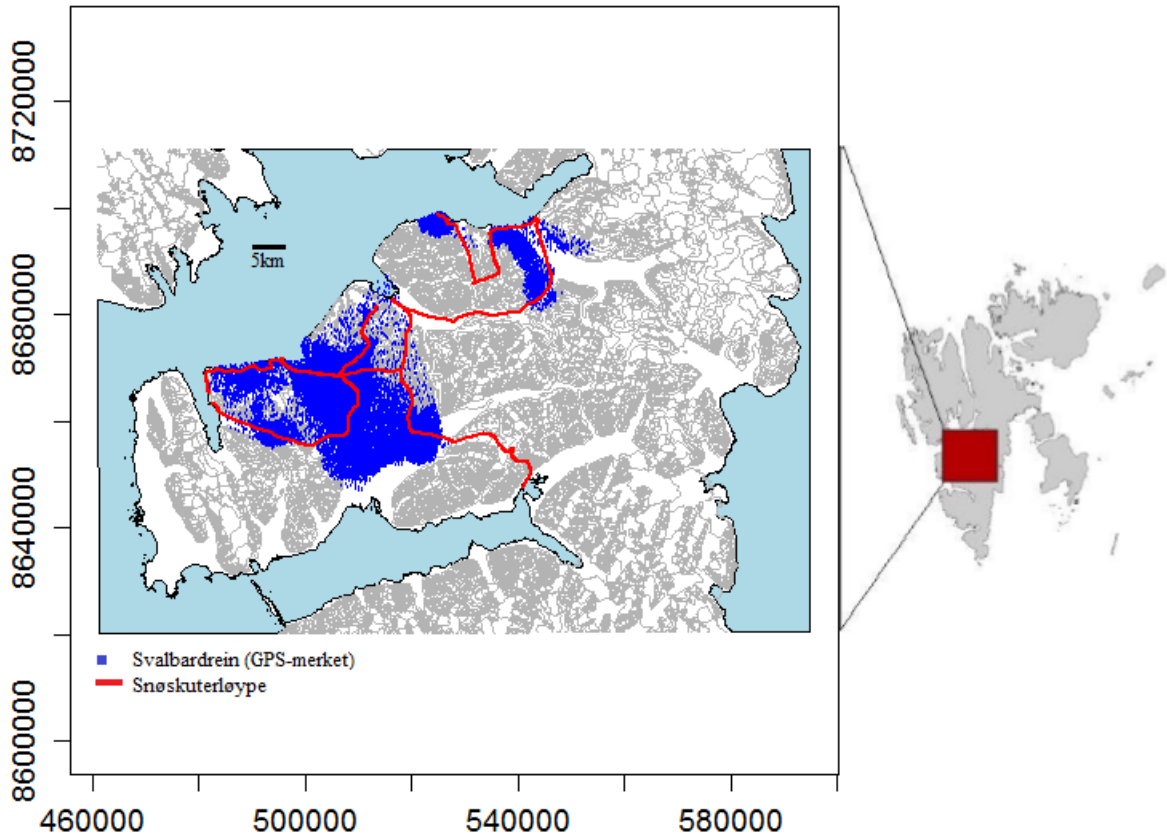
Satellitthalsbåndene ble benyttet på simler fanget i Sassendalen (n=19) i april 2012, og Kapp Laila og Grøndalen (n=14) i april 2013. Her ble voksne simler med ukjent alder merket med øremerke og GPS-halsbånd med forventet levetid på tre år. Satellitthalsbåndene sendte posisjoner med en tidsoppløselighet på 8 timer. Posisjonsdata ble lastet ned via nettsidene til «Followit», distributøren av GPS-halsbåndene. Disse dyrene har leveområder langs de mest trafikkerte hovedskutertraséene, henholdsvis mot Tempelfjorden og mot Barentsburg (Figur 1).

I tillegg til dyrene merket i Sassendalen/Kapp Laila/Grøndalen, har det i april i vintersesongene 2009-2016 blitt merket rein i Colesdalen og Reindalen med GPS-halsbånd av den enklere typen. Her har voksne simler med kjent alder (øremerket første gang som kalv) blitt merket, og siden vinteren 2010 har det blitt gjennomført årlig gjenfangst for datanedlastning hvor om lag 70% av totalt antall dyr fanges. Halsbåndene tok her posisjoner hver andre time. Førstegangsfangst og gjenfangst gjennomføres i april etter samme metodikk som ved regulær fangst for merking. Fangstperiode var normalt de første 10 dagene etter påske.

### **Bearbeiding av GPS-data for svalbardrein**

GPS-posisjoner kan av og til være feil. Sannsynlige feil ble fjernet basert på usannsynlige avstandsforflytninger og vinkler (Bjørneraas et al. 2010). Mindre enn 0.5% av posisjoner ble fjernet på denne måten. For å avdekke variasjoner i reinens adferd som respons på kontraster i mengde snøskutere i terrenget og tidspunkt på vinteren, var det hensiktsmessig å gjøre et utvalg basert på de individene som oppholdt seg i relativ nærhet til snøskuterløypene. Det ble dermed gjort et utvalg for de individene som i snitt oppholdt seg < 3km fra skuterløype i perioden 11-22 dager før påske (Før 2). Studiepopulasjonen utgjør her 153 individår (68% av totalt antall individår). For fastsetting av reinens foretrukne vinterbeite, ble alle individdata for alle år i perioden 1. november til 1. mai (vinter) benyttet. Dette utgjør 225 individår.

Da reinen opplever økende næringsstress frem mot snøsmelting (normalt overgangen mai/juni), og da påsken var antatt å være forbundet med høyest snøskutertrafikk, har vi i analysene fokusert på adferdsmessige endringer før, under og etter påske.



Figur 2 Oversiktskart over Nordenskiöld Land med hovedskutertraséene (rødt) og GPS-posisjoner for alle merka simler som oppholdt seg < 3km fra skuterløyper i periode Før 2 (blå) (se kapittel 3.1.1.).

### 2.3.5 GIS-analyse av influensområder

Analyser av influensområder ble gjort i Quantum GIS 2.8.6-Wien (QGIS Development Team 2015). Influensområde ble beregnet ved buffer-funksjonen. GPS-data for snøskuterløypene og rabbevegetasjon brukt i denne studien ble benyttet. Løypene ble behandlet som vektorlag, mens data for vegetasjonstyper (vegetasjonskart laget av Johansen et al 2012) ble omgjort fra raster til vektor for å skille ut ønskede vegetasjonstyper som i studien har blitt betegnet som rabbevegetasjon (se Vedlegg C; Figur 13). Totalarealareal med vegetasjonstypen innenfor buffersonene og areal influert område ble så beregnet.

## 2.4 Statistiske analyser

Samtlige statistiske analyser ble gjort i programmet R (R Core Team 2016).

## Variasjon i reinens avstand til snøskuterløyper

Variasjon i reinens bruk av terrenget i forhold til avstand til snøskuterløypene på Nordenskiöld land ble analysert med lineære mixed-modeller (LME) med funksjonen «lmer» i R-pakka «lme4» (Bates et al. 2011). Avstand til skuterløype (log-transformert) var her responsvariabel, mens vegetasjonstype og ulike tidskategorier var prediktorvariabler (eng: «fixed effects»). De to tidskategorier som ble analysert i separate modeller var 1) periode relativt til påske (fem perioder à 11 dager sentrert på påske, totalt 55 dager) og 2) ukedag (man-fre) versus helgedag (lør-søn). År og individ ble inkludert som tilfeldig variable (eng: «random effects») for å ta hensyn til årlig variasjon og individets plassering av hjemmeområde (eng: «home range») i terrenget i forhold til snøskuterløyper samt av hensyn til repeterte estimat innen individer (enkelte er merket over flere år).

## Reinens prefererte vinterhabitat

Reinens habitatpreferanse i vinterhalvåret ble testet ved bruk av bruk-tilgjengelig design (Manly et al. 2002). Først ble 100% «minimum convex polygons» (MCP) for vinterleveområder (november-mai) estimert for hvert individ. Deretter ble like mange tilfeldige posisjoner som antallet brukte GPS-posisjoner per individ trukket tilfeldig ved bruk av funksjonen «spsample» i R-pakka «sp». Disse punktene regnes som tilgjengelige for reinen. Habitatpreferanse ble analysert i to trinn. Først ble en enkel modell tilpasset med brukt- eller tilfeldig punkt som responsvariabel (brukt=1, tilfeldig=0) og vegetasjonstype som prediktorvariabel. Vegetasjonstypene «*Rabbevegetasjon*», «*Grass- og vardefrytlevegetasjon*», «*Mosetundravegetasjon*» og «*Ikke-vegeterte områder*» ble benyttet. Disse utgjør funksjonelle grupper på bakgrunn av sammenliknbare vegetasjonstyper (se Vedlegg C). Individ, studieområde og år ble inkludert som tilfeldige variabler også i disse analysene. Formålet med denne analysen var å etablere hva som er svalbardreinsens mest foretrukne vinterhabitat.

## **Habitatpreferanse som funksjon av avstand til snøskuterløyper og sesong**

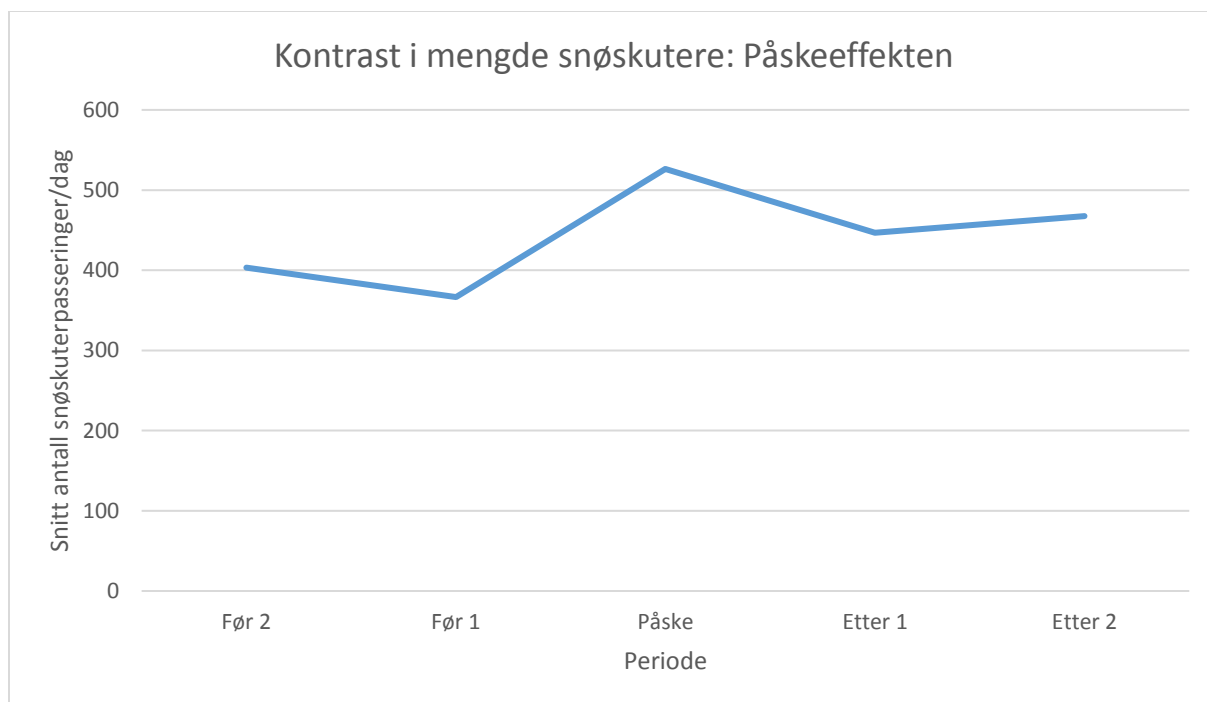
Modellene bygger her videre på modell for reinens habitatpreferanse. Kun det foretrukne vinterhabitatet ble her inkludert for å se hvordan reinens bruk av foretrukket vinterbeite påvirkes av nærhet til snøskuterløyper. Igjen var bruk/tilfeldig punkt responsvariabel, mens avstand til skuterløype (faktorvariabel; 0-50m, 50-100m, 100-200m, 200-400m, 400-800m, 800m-1.6km, 1.6-3.2km og 3.2-6.4km), periode (fem perioder à 11 dager sentrert på påske, totalt 55 dager), høyde over havet, alle toveisinteraksjoner og treveisinteraksjonen ble inkludert som prediktorvariabler i den mest kompliserte modellen. Det ble testet om forenkling forbedret modellen med «likelihood ratio»-tester (Pinheiro & Bates 2000) for å ekskludere ikke-signifikante verdier fra modellen. Høyde over havet er med for å kontrollere for at reinen kan bruke høyereliggende rabber seint på vinteren uavhengig av snøskutertrafikken som gjennomgående foregår lavere i terrenget. Det ble kjørt en tilsvarende modell for å teste for om reinens preferanse for rabbevegetasjon som funksjon av avstand til skuterløype var ulik i helg og hverdag. Den eneste forskjellen på denne modellen og forrige var at periode (relativt til påske) ble byttet ut med helg (faktorvariabel med to nivåer; helg og ukedag).

## **3 Resultater**

### **3.1 Etablerte tidsstrukturer i snøskutertrafikken**

#### **3.1.1 Påske/ikke påske**

Kontraster i snøskutertrafikken mellom periodene ble avdekket, og påsken skilte seg ut som perioden med høyest frekvens snøskutere ute i terrenget for begge tellelokalitetene (Figur 1).



Figur 3: Gjennomsnittlig antall snøskuterpasseringer per dag fordelt på periodene Før 2 (22-11 dager før påske), Før 1 (11 dager før påske), Påske (11 dager), Etter 1 (11 dager etter påske) og Etter 2 (11-22 dager etter påske). Dataene er samlet for inn/ut-passeringer ved snøskutertelleren ved Jernsenga i Adventdalen og morena ved Longyearbreen i tidsrommet 27. februar – 18. april 2016. Det faktum at Før 2 inneholder 2 helger mot 1 helg i periode Før 1, gir et markant utslag på stigningen i grafen. I realiteten vil ferdsele i periode Før 2 være lavere enn Før 1 da det ikke er kontrollert for helgeeffekten i denne fremstillingen.

Skutertrafikken var 39,6 % høyere i påsken enn i periode Før 2 og økte med hele 43,6 % fra foregående periode (Tabell 1). Etter påsken avtok trafikken noe (15,1 %) i første periode, men økte så noe (4,6 %) til perioden 11-22 dager etter påske.

Tabell 1: Gjennomsnittlig antall snøskuterpasseringer per dag fordelt på periode. Data er slått sammen for Jernsenga og Longyearbreen. Endringer i antall fra foregående periode og prosentvis endring i snøskuterpasseringer sammenliknet med hhv periode Før 2 og foregående periode.

Periode	Snitt passeringer/dag	Endring fra		Endring (%) fra foregående periode
		foregående periode	Endring (%) fra periode "Før 2"	
Før 2	403,3	----	----	----
Før 1	366,5	-36,7	-9,1	-9,1
Påske	526,4	159,8	39,6	43,6
Etter 1	446,6	-79,7	-19,8	-15,1
Etter 2	467,4	20,7	5,1	4,6

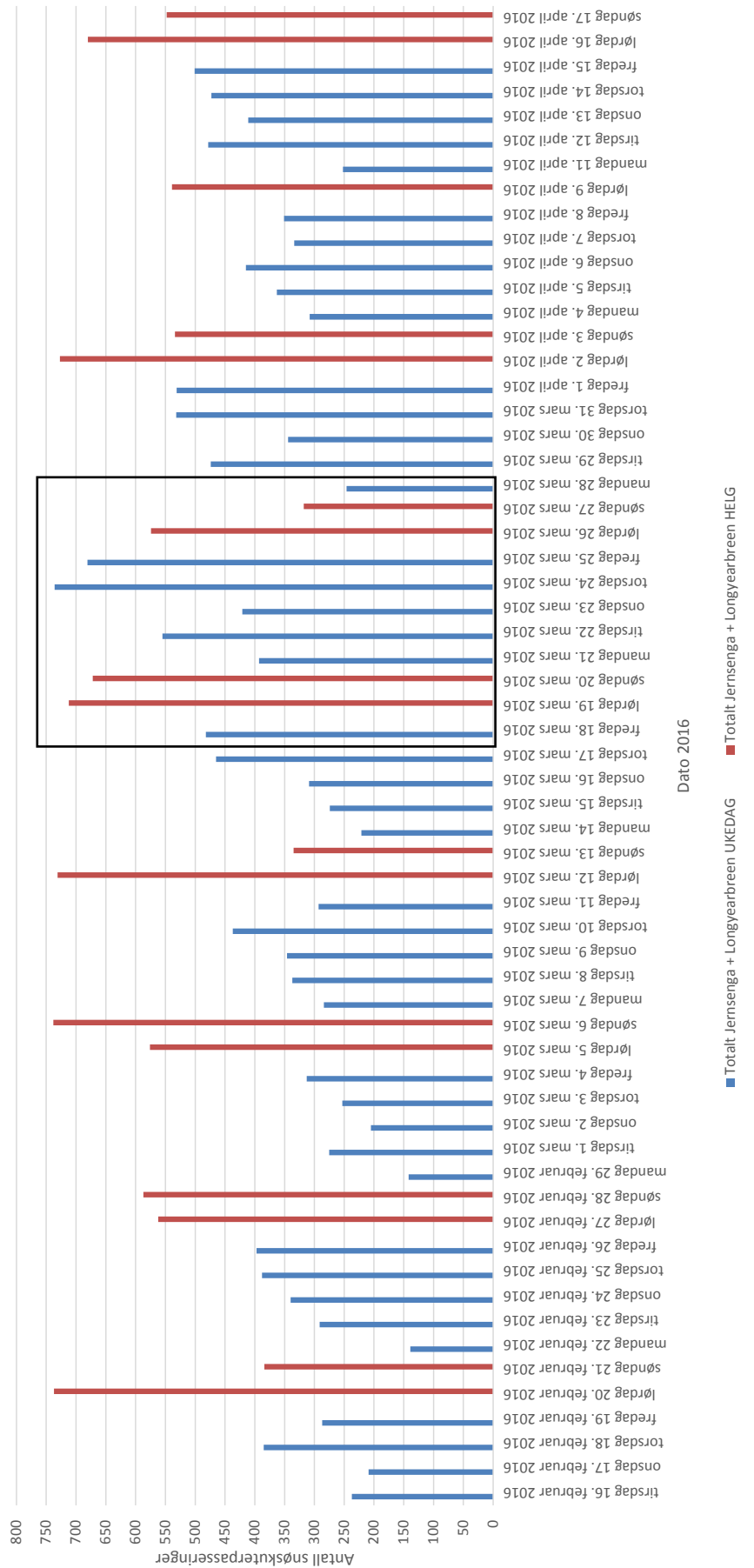
Da det ble avdekket forskjeller i skutertrafikken i 11- dagers periodene før, under og etter påske, ble de samme periodene brukt videre i de statistiske modellene. Videre ble det testet om det i tillegg til periodene var kontraster i snøskuterkjøring mellom helger og ukedager.

### 3.1.2 Ukedag/helg

I perioden 16. mars til 20. april 2016 var det store kontraster i antall skutere i terrenget mellom helg (n=16) og ukedag (n=47). Denne kontrasten er mindre i påsken (Figur 4), noe som er naturlig da perioden innehar flere offentlige høytidsdager og skolefridager, og benyttes i stor grad av turister som kommer til Svalbard. For hele perioden var gjennomsnittlig antall passeringer av telleboksen i Adventdalen og på Longyearbreen samlet sett 68,4 % høyere for helgedager enn for ukedager.

Da det ble avdekket kontraster i snøskuterferdselen mellom helg og ukedag, ble disse tidssegmentene benyttet videre i de statistiske analysene.

Antall snøskutepasseringer samlet sett for Jernsenga i Adventdalen og Longyearbreen 16.02-20.04 2016



Figur 4 Antall snøskutepasseringer samlet sett for Jernsenga i Adventdalen og morena ved Longyearbreen for perioden 16.02-20.04 2016 differensiert på ukedager (blå, n=47) og helgedager (rød, n=16). Påsken 2016 er beregnet fra fredag 18. mars i.o.m. mandag 28. mars. Påsken 2016 er parkert med svart firkan. Som vi ser er det markante forskjeller mellom skutertrafikken i ukedager og helgedager gjennom hele perioden, med gjennomsnittlig antall passeringer per dag på 369,5 i ukedager (maks/min: 318/139) og 622 i helgedager (maks/min: 738/681). Snøskuteferdslsen er dermed i snitt 68,4% høyere på helgedager enn i ukedager for denne perioden.

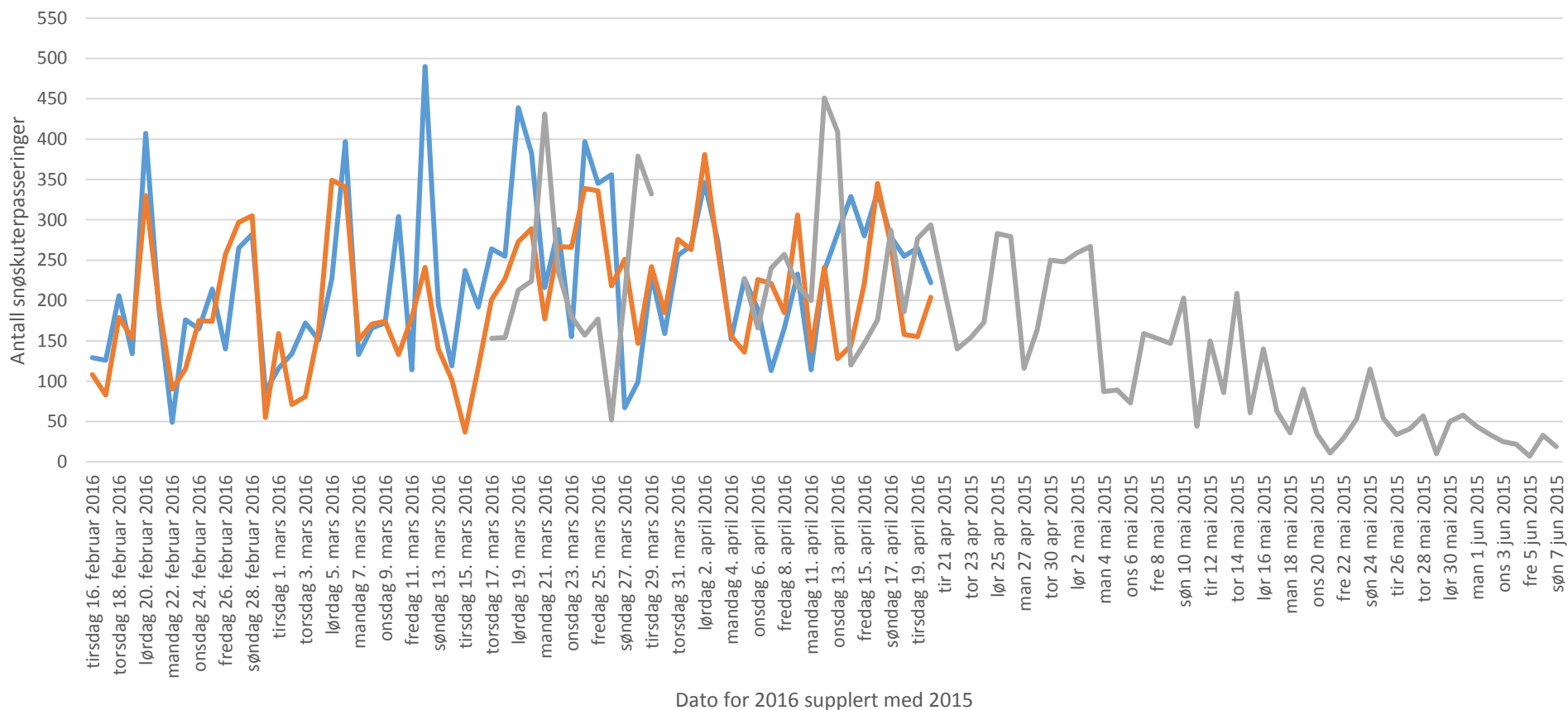
### 3.1.3 Utvikling gjennom vintersesongen

I Figur 4 vises kontrastene mellom helg og ukedag. For 2015 og 2016 (forskjøvet mot høyre for 2015 da helg/ukedag ikke faller på samme dato for begge år) er det tydelig økt trafikk i helger for begge tellelokaliteter, og det er liten kontrast mellom de to registreringslokalitetene (Figur 5).

Dette er med å styrke bruken av skutertellerdata som et mål på relativ skutertrafikk ute i terrenget. Data fra 2015 viser at skutertrafikken utover i mai måned avtar markant, og kontrastene mellom helg og ukedag ble mindre (Figur 5).

## Utvikling i skutertrafikken gjennom vinteren for 2015 og 2016

— Jernsenga (UT+INN) 2016



Figur 5 Utvikling i snøskutertrafikken gjennom vinteren fra 16. februar – 7. juni for årene 2016 (16.02-20.04) og 2015 (21.04-07.06) for Jernsenga i Adventdalen (2015) og Longyearbreen (2015), samt Longyearbreen (2016). Forskyvningen i grafen for Longyearbreen (2015) skyldes helgeeffekten da helg/ukedag faller på ulike datoer for 2015 og 2016, og data for påsken 2015 (30.03-04.04.15) mangler grunnet ising på sensorlinsen.

## 3.2 Avstand til skuterløype

### 3.2.1 Kontraster i reinens avstand til skuterløype: Påskeeffekten

Snøskutertrafikken var størst i påsken (Figur 3), og det ble derfor testet for om reinen holdt høyere avstand til skuterløyper i den samme perioden. I analysene ble tidspunkt for påske (Tabell 2) benyttet etter definisjonen i kapittel 3.1.1 for hvert av årene med GPS-data for rein.

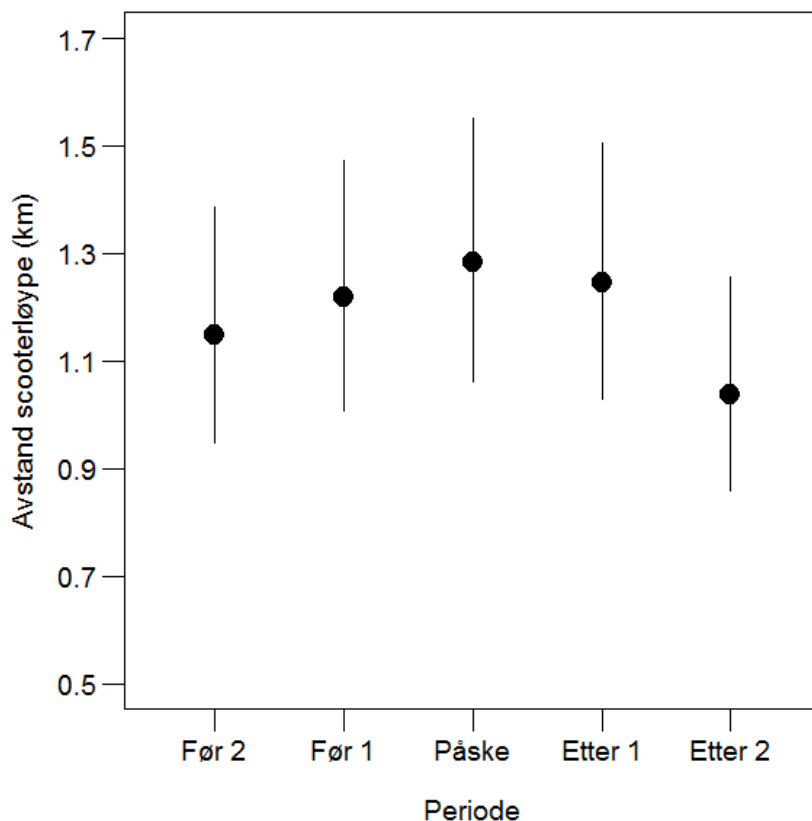
Tabell 2: Tidspunkt for definert påskesesongen for årene 2010-2016.

År	Påske
2010	26.03-05.04
2011	01.04-25.04
2012	30.03-01.04
2013	22.03-01.04
2014	11.04-21.04
2015	27.03-06.04
2016	18.03-28.03

Modellen viser at reinen holdt signifikant høyest avstand til løypene i påsken. Reinen holdt økende avstand frem mot påske, og etter påske var avstanden noe synkende i periode Etter 1 og markant synkende i periode Etter 2. Relatert til Tabell 1 og Figur 4, hvor snøskuterfrekvensen per dag i de samme periodene vises, følger avstand til skuterløyper hos reinen utviklingen i skutertrafikken for samme periode.

Tabell 3 Avstand (km) svalbardreinen holder til skuterløype som funksjon av periode. Intercept = Periode «Før 2» (22-11 dager før påske). Variabler med t-verdier hvor absoluttverdi er mer enn 2 er signifikante på  $p=0.05$ -nivå.

Variabel	Estimat	SE	t-verdi
Intercept	0.138	0.1900	0.724
Periode "Før 1"	0.060	0.0099	6.041
Periode "Påske"	0.112	0.0098	11.354
Periode "Etter 1"	0.081	0.0101	8.031
Periode "Etter 2"	-0.998	0.0103	-9.712



Figur 6 Predikert gjennomsnittlig avstand (km) som svalbardreinen holder til skuterløypene som en funksjon av periode. Tabell 3 viser at periodene før 1, påske og etter 1 alle har signifikant større avstand til skuterløype enn periode Før 2, mens avstanden i Etter 2 var signifikant kortere.

Det var små, men signifikante forskjeller i gjennomsnittlig avstand til skuterløyper som funksjon av periode. I snitt var avstanden til skuterløype 1.15 km i periode Før 2 (Tabell 4). Fra periode Før 2 økte avstanden i snitt med 71 m (6,5%) i periode Før 1. I påsken trakk reinen i snitt ytterligere 65 m (5.7%) vekk fra løypene sammenliknet med perioden før og 136 m (12 %) fra perioden 22-11 dager før påske (Før 2), før den avtok med 38 m (3.3%) til periode Etter 1. Til sammenlikning økte skutertrafikken med 43.6 % i påsken sammenliknet med perioden før, og avtok så med 15.1 % fra periode Etter 1 til periode Etter 2 (Tabell 1). I periode Etter 2 reduserte reinen avstand til skuterløype markant sammenliknet med periode Etter 1 (207 m, 18 %) og oppholdt seg da i snitt 109 m (9.5%) nærmere skuterløypene enn i periode Før 2. Samtidig økte

snøskutertrafikken med 4.6 % fra periode Etter 1 til Etter 2, og var 5.1 % høyere i Etter 2 sammenliknet med referanseperioden Før 2 (Tabell 1).

Tabell 4 Kontraster i reinens avstand til skuterløype fordelt på periode. Tabellen viser endring i avstand (m/%) til skuterløype fra i. foregående periode og ii. periode Før 2 (intercept) for hver av de undersøkte periodene.

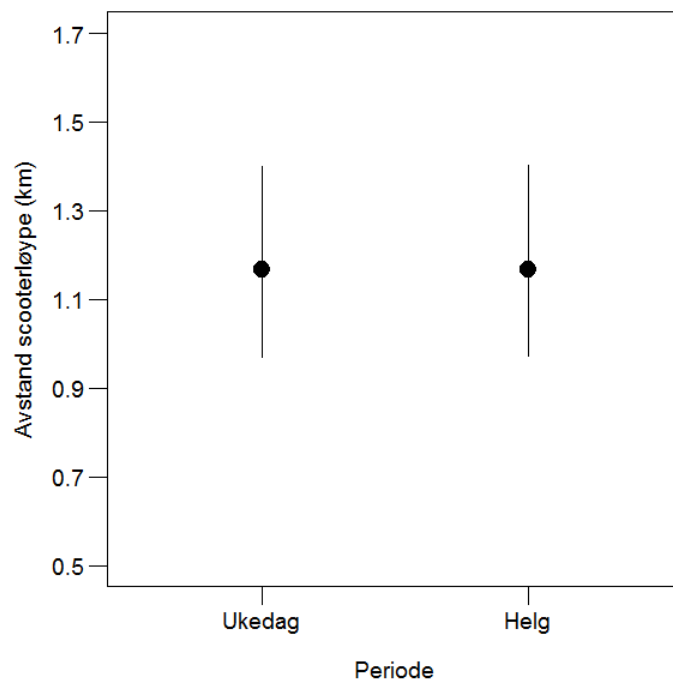
Periode	Snitt-avstand til løype (km)	Endring (m) fra foregående periode	Endring (%) fra foregående periode	Endring (m) fra første periode	Endring (%) fra første periode
(Intercept)	1.147	----	----	----	----
Før 1	1.218	71	6,2	71	6,2
Påske	1.283	65	5,7	136	12
Etter 1	1.245	-38	-3,3	98	8,5
Etter 2	1.038	-207	-18	-109	-9,5

Det ble her dokumentert at det er en sammenheng mellom mengde snøskutere i terrenget fordelt på periode (Figur 3) og reinens avstand til skuterløype i de samme periodene (Figur 6). Da det i kapittel 3.1.1 ble dokumentert store kontraster i skutertrafikken mellom helg og ukedag (68,4%), ble det testet for om reinen i tillegg til endringer i periodevis ferdsel (Figur 6) også responderte på endringer i skutertrafikk på kortere tidsoppløsning (helg/ukedag).

### 3.2.2 Kontrast i avstand til skuterløype: Helgeeffekten

På tross av store kontrast i skutermengde mellom helg og ukedag var det ingen signifikant effekt av helg i forhold til ukedag ( $t=0.180$ ) på reinens avstand til skuterløype i perioden 22 dager før påske til 22 dager etter påske. Frekvensforskjellene i skutertrafikk mellom helg og ukedag påvirker ikke reinens avstand til skuterløyper i denne perioden, og **P1** støttes ikke.

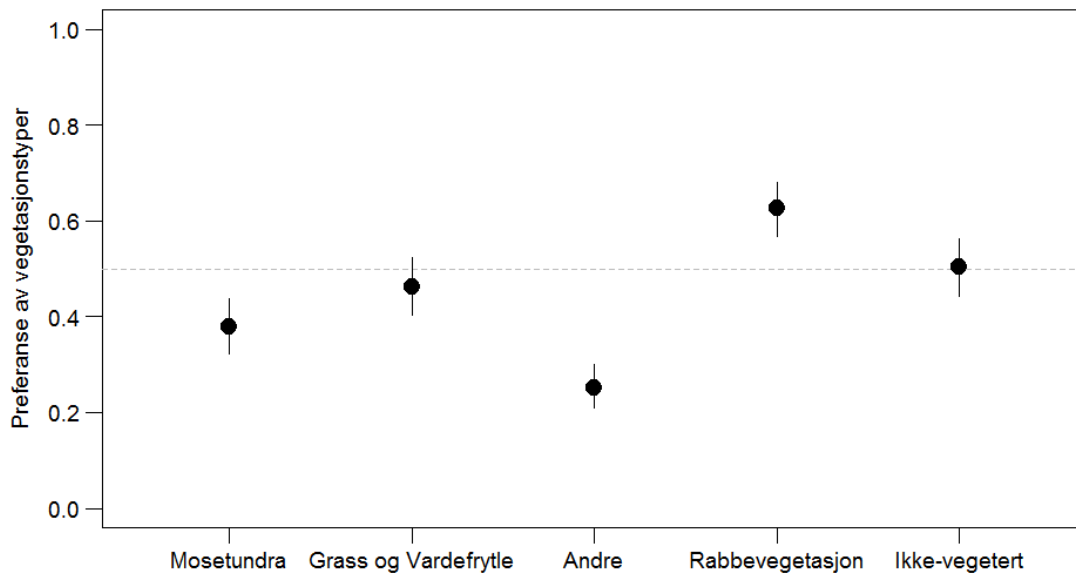
Figur 7 Kontrastforskjell mellom helg og ukedag i avstand til skuterløype.



### 3.3 Reinens habitatpreferanse

Modellen for svalbardreins habitatpreferanse viser at oddsen for at dyra bruker rabbevegetasjon er 1.9 ganger høyere (eksponenten av 0.66) enn for bruk av referansekategorien «Grass og Vardefrytle» (Tabell 5). Moseundravevegetasjon og Andre vegetasjonstyper har signifikant lavere odds for bruk enn referansekategorien (Tabell 5) og defineres som unngått av reinen (Figur 8). Grass og vardefrytle og ikke-vegetert brukes som forventet ut fra tilbudet (Figur 8). For ikke-vegeterte områder er dette å anta som områder med lite snø og hvor det er sparsomt

med vegetasjon, men hvor sparsom vegetasjon og kartlav på stein inngår i reinens fødesøk, da særlig i år/perioder med høyt næringsstress. Høy bruk av ikke-vegeterte områder kan derfor indikere perioder med lite tilgjengelig beite, noe som er plausibelt da bakkeising inntraff flere av årene. Det kan også skyldes unøyaktigheter i vegetasjonskartet; at det er en del rabbevegetasjon i områder klassifisert som ikke-vegetert. Rabbevegetasjon er klart mest preferert habitat og  $P_2$  støttes. Rabbevegetasjon benyttes dermed som foretrukket vinterbeite i videre analyser.



Figur 8 Svalbardreinenens habitatpreferanse. Som vi ser av modellen er det høyest odds for bruk av «Rabbevegetasjon», og nøytral preferanse for «Ikke-vegetert» og «Grass og Vardefrytle» og unnviker «Moseundra-» og «Andre» vegetasjonstyper med henblikk på reinens søkebilde. Definisjon av vegetasjonsklassene er å finne i Vedlegg C.

Tabell 5 Svalbardreinenens habitatpreferanse. Referanse kategorien er «Grass og Vardefrytle». Alle responsvariabler er signifikante på  $p=0.05$  nivå.

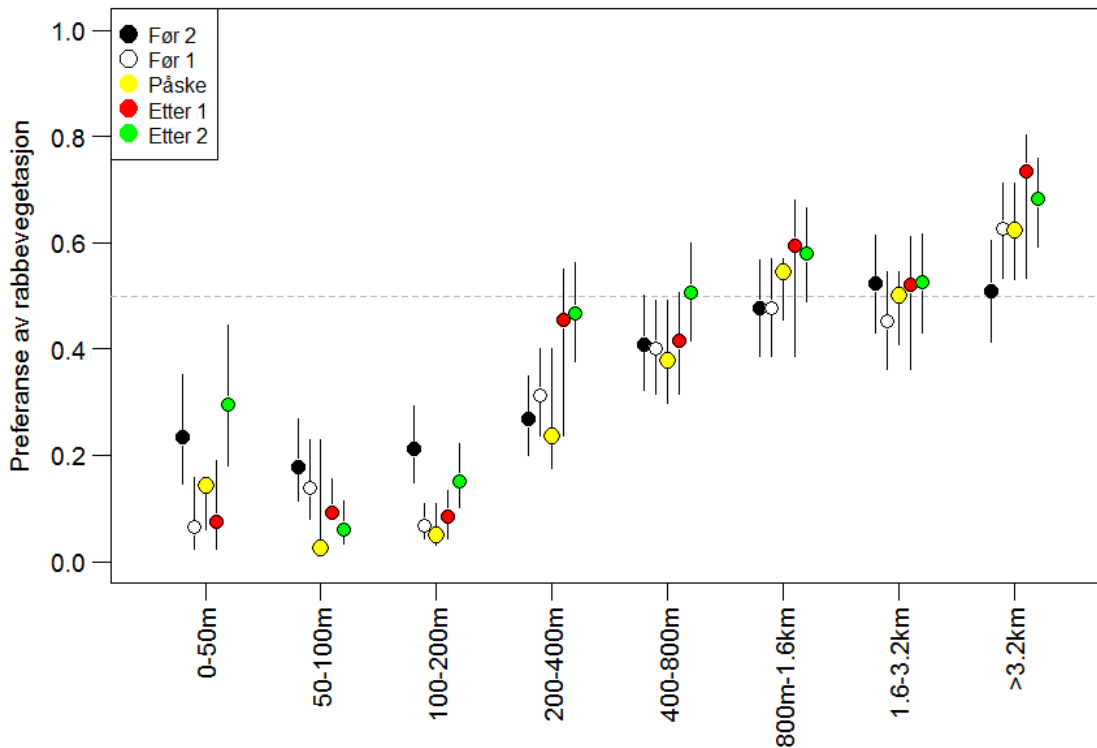
Variabel	Estimat	SE	Z	p
Intercept	-0.149	0.242	-0.620	0.537
Moseundra vs Grass og Vardefrytle)	-0.347	0.0205	-17.0	< 0.001
Ikke-vegetert vs Grass og Vardefrytle)	0.161	0.0268	6.00	< 0.001
Andre vs Grass og Vardefrytle)	-0.941	0.0184	-51.1	< 0.001
Rabbevegetasjon vs Grass og Vardefrytle)	0.663	0.0189	35.0	< 0.001

## 3.4 Bruk av vinterbeite i forhold til avstand fra skuterløype

### 3.4.1 Forskjell mellom perioder

Kontrollert for høydeeffekt var det sterk lokal unngåelse av rabbevegetasjon nært skuterløyper (Figur 9; Tabell 7 i Vedlegg A). Sammenlignet med den felles effekten av avstand til skuterløyper var forskjellen mellom perioder liten.

Sannsynligheten for at et punkt faller i kategorien «brukt» for rabbevegetasjon (se Vedlegg C) og ikke innen «tilfeldig» punkt var så lav som 10-20% i de nærmeste avstandskategoriene (<200m) fra skuterløype, og det er dermed stor unnvikelse fra områder <200m fra løype (Figur 9). For periodene Før 2, Før 1 og Påske er sannsynligheten for bruk av rabbevegetasjon nærmere enn 400 m mindre enn 40%, men denne effekten var kun signifikant mot periode Etter 2 og ikke Etter 1. Rabbevegetasjon < 400m fra løype unnvikes (<50% sannsynlighet for bruk) i moderat grad, mens det var nøytral brukseffekt av rabbevegetasjon 400m-3.2km fra løype (~50% sannsynlighet for bruk). For avstandskategoriene lengst fra skuterløype øker sannsynligheten for bruk til 60-70%.

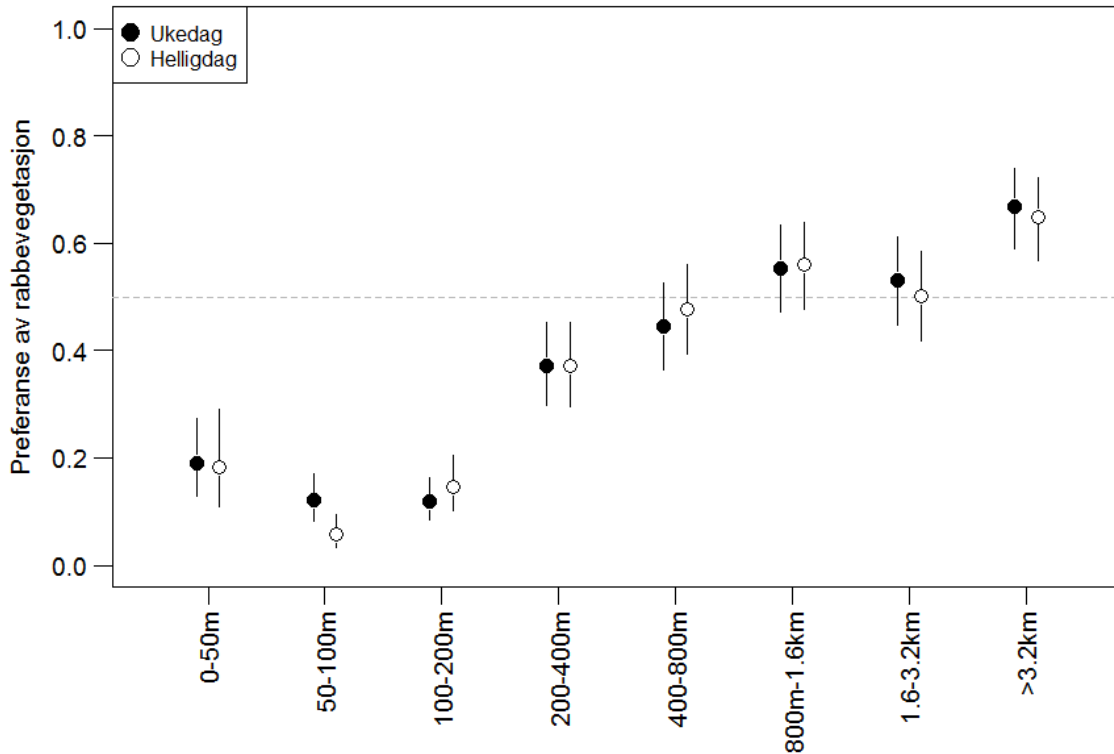


Figur 9 Hvordan endrer svalbardreinen preferanse for rabbvegetasjon som funksjon av avstand til skuterløype og periode a) 22-11 dager før påske (svart), b) 12 dager før påske (hvit), c) I påsken (gul) (11 dager), d) 11 dager etter påske (rød) og e) 11-22 dager etter påske (grønn). Dersom oddsen for preferanse av rabbvegetasjon (mest prefererte vinterbeitet) er  $<0,5$  viser dette unnvikelse, mens dersom oddsen er  $>0,5$  viser dette preferanse for rabbvegetasjon. Modellen er kontrollert for høyde over havet da reinen kan stå høyt eller lavt i terrenget som respons på klimatiske forhold som snødybde, vind og bakkeising.

Det var ingen signifikante forskjeller mellom periodene i sannsynlighet for bruk av rabbvegetasjon gitt avstand til løype (Tabell 7), men for alle perioder er sannsynlighet for bruk positivt korrelert med økt avstand til skuterløype (Figur 9). Dermed støttes  $P_2$  kun delvis da sannsynlighet for bruk av rabbvegetasjon øker med avstand til skuterløype, men uten forskjell mellom perioder.

### 3.4.2 Forskjell helg/ukedag

Som vist i Figur 4 var det 68.4 % flere skuterpasseringer per dag i helg enn i ukedag. Det ble derfor testet for denne helgeeffekten i sannsynlighet for bruk av rabbevegetasjon gitt avstand til løype (Figur 10; Tabell 8, vedlegg B).



Figur 10 Preferanse for rabbevegetasjon gitt avstand til skuterløype og forklaringsvariablene «Ukedag» (svart) og «Helg» (hvit). Som modellen viser er det ingen forskjell mellom Ukedag og Helg i bruk av rabbevegetasjonen som funksjon av avstand til skuterløype.

Reinens grad av preferanse for rabbevegetasjon som funksjon av avstand til skuterløype var lik i helg sammenlignet med hverdag (Figur 10; Tabell 8, vedlegg B). Reinen justerte ikke sin bruk av rabbevegetasjon i forhold til frekvens skutere i terrenget hverken på tidsoppløsning periode (Figur 9) eller helg (Figur 10), men hadde en generell langvarig unnvikelse fra rabbevegetasjonen nærmest løypene.

Da reinen viste unnvikelse (<50% sannsynlighet for bruk) fra rabbevegetasjon innen <200 m fra løype i stor grad og <400 m fra løype i moderat grad, gikk vi videre med å kvantifisere influert mengde rabbevegetasjon i kapittel 3.5

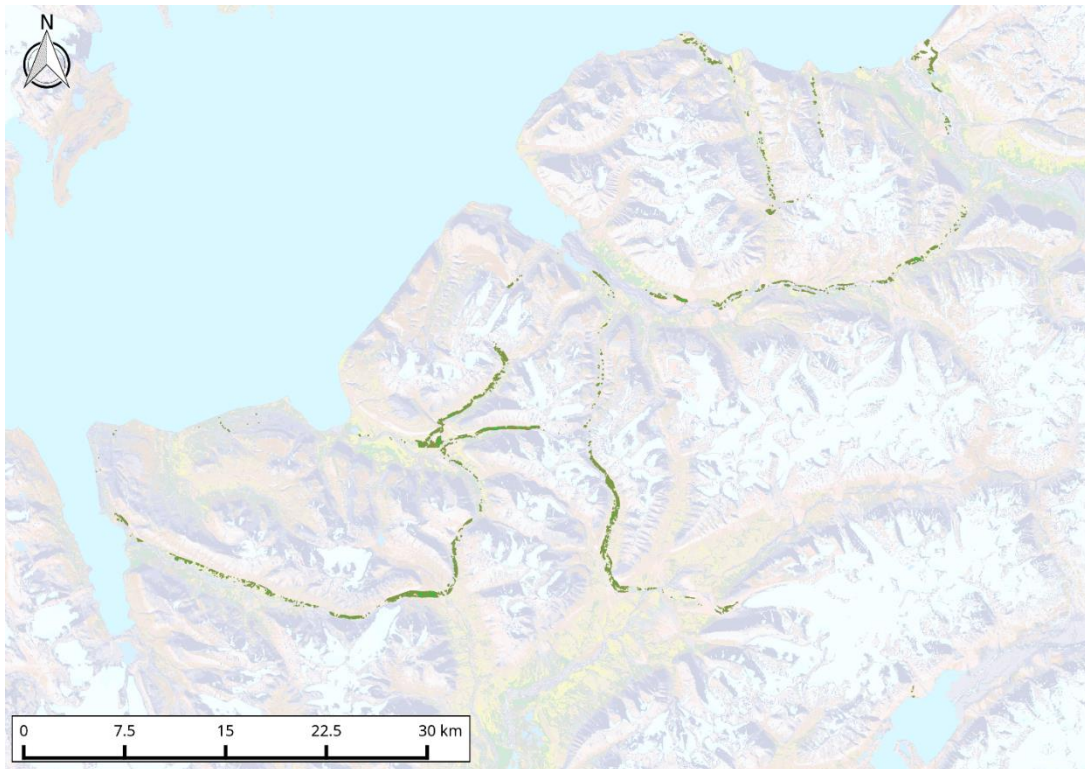
### 3.5 Redusert bruk av prefererte vinterbeiter som konsekvens av unnvikelse fra løyper

Av kartet i Vedlegg D (Figur 13) fremgår det at Nordenskiöld Land, foruten områder på Reinsdyrflya, Dickson Land og Gustav V Land/Prins Oscar Land, innehar hovedforekomstene av rabbevegetasjon på Svalbard, og desidert mest av de sørlige delene av øygruppa. For Svalbard som helhet er det registrert 753,4 km<sup>2</sup> rabbevegetasjon, mens studieområdet innehar 187,8 km<sup>2</sup> rabbevegetasjon (Tabell 6). Dermed utgjør rabbevegetasjon i studieområdet hele 24,9 % av totalen på Svalbard. I tillegg er større arealer rabbevegetasjon tilgjengelig på Nordenskiöld Land, sør og vest for studieområdet, men disse er utelatt da området ikke benyttes av studieindividene eller innehar hovedskuterløypene på halvøya. Da reinen viste stor unnvikelse for rabbevegetasjon nærmere enn 200 m fra snøskuterløypene og moderat unnvikelse fra rabbevegetasjon nærmere enn 400 m (Figur 9), har totalt influensområde og areal influert rabbevegetasjon for de to unnvikelsesavstandene blitt beregnet i QGIS.

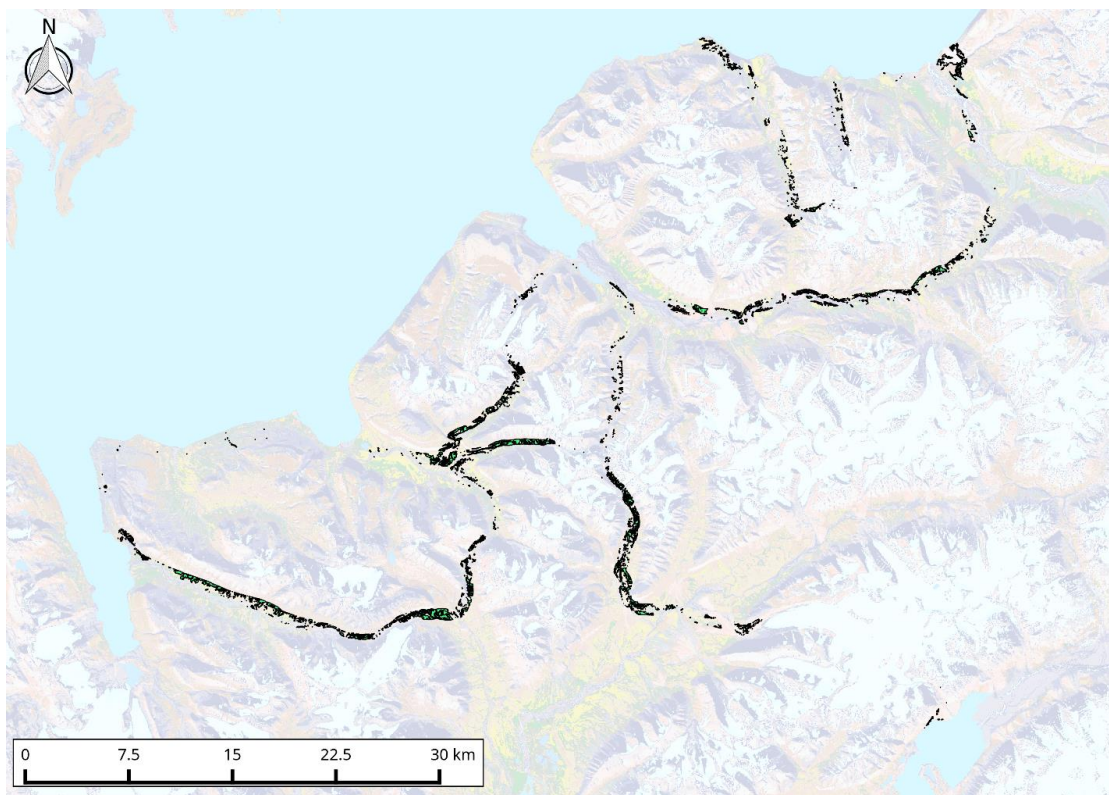
*Tabell 6 Kvantifisering av influert område og influert rabbevegetasjon i buffere på 200m og 400m. Studieområdet er et estimat ut ifra skuterløypene og GPS-posisjoner for rein hvor utilgjengelig areal for reinen (hav, vann og isbreer) har blitt ekskludert.*

Totalareal studieområde: 2462 km <sup>2</sup>			
Totalareal rabbevegetasjon i studieområde: 187,79 km <sup>2</sup>			
	Buffer 200m	Buffer 400m	Differanse
Totalt areal influert (km <sup>2</sup> )	100,43	199,47	99,04
Prosent (%) areal influert ift. totalt studieområde	4,08	8,10	4,02
Areal rabbevegetasjon influert (km <sup>2</sup> )	10,96	24,45	13,49
Prosent (%) rabbevegetasjon influert ift. totalt tilgjengelig i studieområdet	5,8	13	7,2

Med en buffersone på 200 m rundt skuterløypene influeres 100,43 km<sup>2</sup> (4,1% av studieområdet) med tilhørende influert areal rabbevegetasjon på 10,96 km<sup>2</sup> (Figur 11). Dette utgjør 5,8 % av tilgjengelig rabbevegetasjon i studieområdet. Med en buffersone på 400 m rundt de samme skuterløypene influeres 199,47 km<sup>2</sup> (8,1% av studieområdet) med tilhørende influert areal rabbevegetasjon på 24,45 km<sup>2</sup> (Figur 12). Av totalt tilgjengelig rabbevegetasjon i studieområdet ble henholdsvis 5,8 % innen 200 m og 13 % innen 400 m fra løype influert som følge av skutertrafikk (Tabell 6). Innen 200-400 m fra løype er det 10,35 % mer rabbevegetasjon enn innen 200 m fra løypene. Dette er naturlig da løypene for det meste ligger i dalbunnene, mens rabbevegetasjonen i større grad forekommer i lisdene og på platåene (Figur 14).



Figur 11 Kart over Nordenskiöld Land med rabbevegetasjon (grønt) innenfor buffer på 200m fra skuterløype. Kilde: QGIS



Figur 12 Kart over Nordenskiöld Land med rabbevegetasjon (grønt) innenfor buffer på 400m fra skuterløype. Kilde: QGIS

Områdene hvor rabbevegetasjon i størst grad faller innenfor buffersonene på 200 m og 400 m er noenlunde de samme (Figur 11 & Figur 12). Dette omfatter i hovedsak Grøndalen, Passdalen og Skiferdalen langs den sørlige ruta til Barentsburg, Gangdalen langs løypa til Sveagruva, Bødalen og Fardalen ved Colesdalen, samt deler av Adventdalen og Eskerdalen langs løypa til Tempelfjorden (Vedlegg E). Løypene i sidedalene til Colesdalen og langs løypa til Barentsburg samt langs løypa til Tempelfjorden er de mest trafikkerte på Svalbard. Den reduserte bruken av rabbevegetasjon nær skuterløyper kan være viktig, især da rabbevegetasjon i betydelig grad forekommer langs hovedskutertraséene.

Dermed støttes hypotese **P<sub>2</sub>** da snøskuterferdselen medførte redusert tilgjengelighet og bruk av rabbevegetasjon. Imidlertid var unnvikelseeffektene størst innen 200 m fra løype, og et tap av vinterhabitat på rundt 5% av totalt tilgjengelig må betegnes som en begrenset effekt.

## 4 Diskusjon

Dette studiet er den første til å dokumentere at svalbardreinen unnviker prefererte vinterbeiter nært snøskuterløyper i en periode med høyt næringsstress og at reinen er lite dynamisk ved at den i liten grad utnytter korttids-variasjonen (helg/ukedag) i skutertrafikken til å beite nær traseene i perioder med lite trafikk. Avstanden til skuterløpene økte i påsken i forhold til perioden før og etter. Unnvikelsen av motorisert ferdsel hos svalbardrein viser at grunnleggende antipredatorsadferd er til stede hos svalbardreinen. Imidlertid er disse effektene små sammenliknet med andre underarter av rein.

Basert på sterk unnvikelsesadferd for habitat innen 200 m fra løype og moderat unnvikelse innen 400 m fra løype, ble det dokumentert at 5,8-13% av tilgjengelige prefererte vinterbeiter ble influert i den undersøkte perioden som følge av snøskuterferdsel langs hovedskutertraséene på Nordenskiöld Land. Dette vil medføre økt beitekonkurranse på gjenværende vinterbeiter. De kumulative effektene av I: økt vintertemperatur og nedbør med tilhørende bakkeising, II: økning i mengde turister og forlenget turistsesong vinterstid, III: langsiktig atferdsmessig respons på jakt og VI: fortsatt økt populasjonstetthet på Nordenskiöld Land, bør prioriteres i fremtidige undersøkelser. Sammen vil disse påvirkningsfaktorene kunne medføre økt press på svalbardreinen og mulige negative effekter på populasjonsnivå slik dem som de siste tiårene er dokumentert for andre underarter av rein som konsekvens av endret klima og antropogen aktivitet i Arktis. Funnene i denne og tilgrensende studier av svalbardreinens adferd må danne grunnlaget for en kunnskapsbasert forvaltning av svalbardreinen basert på prinsippet om samlet belastning og føre-var-prinsippet.

### **Grunnleggende antipredatoradferd til stede hos svalbardreinen**

«Risiko-forstyrrelse»-hypotesen forklarer at ikke-dødelig menneskelig forstyrrelse aktiverer antipredatorrespons hos dyr (Frid & Dill 2002). I et evolusjonært perspektiv burde dyr som har levd isolert i predatorfritt miljø i lang tid miste kostbar antipredatoradferd (Blumstein & Daniel 2005; Coss 1999) slik at byttedyrets adferd alene drives av energibehov og variasjoner i ressurstilgjengelighet i rom og tid.

Tidligere studier har konstatert at grunnleggende, relikte antipredatoradferd er til stede hos svalbardreinen på tross av isolasjon i et predatorfritt miljø og uten menneskelig påvirkning i evolusjonær historie. Her kan nevnes eksitasjonshopp/stotting, klynging ved provokasjon, økt frykt hos simler og større fluktavstand for simler med kalv enn uten (Hansen & Aanes 2015; Tyler 1991). Mens lært antipredatoradferd raskt kan bortfalle ved fravær av predatorer, vil grunnleggende og mer dyptgående evolusjonære tilpasninger til predasjonsunnvikelse vedvare hos byttedyret i tusener av år etter isolasjon fra predatorer (Diamond 1990; Byers 1997; Coss 1999; Blumstein et al. 2000), kalt «ghost of predation past». For Sitka-svarthalehjort (*Odocoileus hemionus sitkensis*) på predatorfrie øyer i Canada er det vist at enkelte antipredasjonstrekk forbundet med døgnaktivitetsnivå og habitatvalg i stor grad manglet, men at antipredasjonsstrategier som crepuskulær aktivitetstopp fortsatt er til stede tross kostnaden dette medfører ved tapt beitetid (Bonnot et al. 2016).

Hansen og Aanes (2015) fant store individuelle forskjeller i fluktavstand (ED) ved provokasjon til fots på svalbardrein (5-500m), og at effektene økte med avstand fra den lille bosetningen Ny-Ålesund og avtok med antall repeterte provokasjoner. De undersøkte individene stammer fra 12 rein satt ut fra Adventdalen i 1978, og har derfor ikke vært utsatt for jakt. Flere studier har funnet at unnvikelse og fluktdistanse var signifikant lavere ved provokasjon av mennesker i områder nær bosetninger (Colman et al. 2001; Reimers et al. 2011; Reimers & Eftestøl 2012), men det understrekes at effektresponsen av mennesker i utgangspunktet delvis skyldes fravær av jakt (Colman et al. 2001). Jakt er i Stankowich (2008) vist å føre til signifikant større fluktrespons enn ikke-jaktede populasjoner. Dette kan se ut til å være bevis for at reinen er dynamisk gjennom læring og tilpasser sin respons gjennom habituering. I vårt studie ble det ikke funnet støtte for at reinen er videre dynamisk i sin adferdsrespons ved å utnytte beitet nær løyper når det var lite skutertrafikk.

Tyler (1991) fant at svalbardreinen i gjennomsnitt viste frykt for snøskuter på 410 m avstand, men flyktet først når avstand til snøskuter i gjennomsnitt var 80 m fra reinen (størst avstand i Sassendalen sammenliknet med Adventdalen). Avstanden på 400 meter stemmer godt med avstanden der vi begynner å se en unngåelse av løypetraseene. For grupper med simler som inkluderte minst en kalv, flyktet disse lenger i Sassendalen (median: 200 m) enn i Adventdalen (median: 80 m), og maksimal varighet av flukt var signifikant lenger i Sassendalen (median: 290

sekunder) enn i Adventdalen (median: 185 sekunder). Selv om jakt var og er forbudt i Adventdalen, viste reinen her typiske alarm og fuktadferd forbundet med predasjonsunnngåelse. Ulik grad av habituering og forskjeller i kondisjon fremsettes som årsak til forskjeller mellom Adventdalen og Sassendalen. Til sammenlikning observerte Reimers et al. (2003) at norsk villrein i Setesdal-Ryfylke i gjennomsnitt oppdaget snøskuterer på samme lengde om svalbardrein i studiet til Tyler (1991), at svalbardreinen viste tidligere frykt, men flyktet ved kortere distanse til provokatør enn fastlandsreinen. Det siste funnet understreker svalbardreinens harde seleksjonspress på å minimere energikostnad. For øvrig viser dette at grunnleggende antipredatoradferd er til stede hos reinen, men at reinen må avveie slik kostnadskrevende adferd mot kondisjon og beiteutnyttelse.

Adferdsrespons hos svalbardreinen har i tidligere studier blitt målt ved provokasjon med snøskuter eller til fots (Colman et al. 2001; Hansen & Aanes 2015; Reimers et al. 2003; Reimers et al. 2011; Tyler 1991). Unnvikelsesadferd og tap av tilgang til optimalt beitehabitat eller overbeite av resterende, uberørte beitehabitater (Nellemann et al. 2000; Vistnes & Nellemann 2001) kan derimot være viktigere for dyrets kondisjon og demografi enn direkte korttidseffekter av provokasjon. Det er derfor viktig at regionale og kumulative effekter av forstyrrelser på populasjonsnivå hos rein dokumenteres (Vistnes & Nellemann 2008). Beale og Monaghan (2004) påpeker i tillegg at det faktisk at dyrets kondisjon påvirker dets adferd i møte med fare gjør at rene avstandsberegninger vil være villedende som mål på forstyrrelsesrespons om det ikke tas høyde for individets næringstilstand og ressurstilgjengelighet.

### **Svalbardreinen er lite dynamisk i adferdsmessig respons på endret mengde skutertrafikk:**

Det ble ikke funnet støtte for at reinen reduserer sin avstand til skuterløyper eller sin bruk av rabbevegetasjon nærmere snøskuterløyper i perioder med mindre snøskuterkjøring. På tross av at det her dokumenteres store kontraster i snøskuterferdsel mellom «helg-ukedag» og «påske-ikke påske», fant vi ikke støtte for at reinen evner å respondere på endringene i disse høy- og lavintensitetsperiodene i sin utnyttelse rabbevegetasjon nærmere løypene. Reinen holder imidlertid signifikant størst avstand til skuterløyper i påske-perioden, perioden hvor snøskuterintensiteten dokumenteres som høyest. I motsetning til de andre periodene forble ferdselsnivået høyt gjennom hele påskeperioden.

Reinen opprettholdt avstand til skuterløyper også gjennom ukedager hvor ferdselen er relativt sett lav. Dette kan bety at reinen er lite dynamisk til endringer i skutertrafikken i kortere tidsrom, og at den adferdsmessige endringen ved å øke sin avstand til skuterløyper kun inntreffer i lengre perioder med sammenhengende høy intensitet (påske). Det må imidlertid understrekes at effektene er små (noen 100 meter), noe som forventes da svalbardreinen har evolvert i et predatorfritt miljø hvor reinen må prioritere å maksimere beiteutnyttelsen og redusere sitt energiforbruk.

### **Redusert avstand etter påske: Habituering eller næringsstress?**

I perioden 11-22 dager etter påske viste reinen stor reduksjon i avstand til skuterløyper. Sammenliknet med skuternivået, var denne reduksjonen i avstand ikke proporsjonal med reduksjon i skutertrafikken. Tendensen til å trekke nærmere skuterløyper til tross for at trafikken fortsatt er relativt stor kan skyldes habituering slik funnet i Reimers et al. (2011) for redusert frykt for mennesker etter gjentatte provokasjoner gjennom sommeren. Dette kan skyldes at det var mer tilgjengelig beite igjen på rabber nærmere skuterløyper enn på de foretrukne fjerntliggende rabbene. Da perioden er forbundet med høy dødelighet grunnet sult, er det nærliggende å anta at reinen vil benytte seg av rabber nærmere løyper dersom disse er tilgjengelige på tross av høy snøskuterferdsel. Vi har ikke undersøkt forskjeller i bruk av rabbvegetasjon og avstand til skuterløype mellom år og perioder med utstrakt bakkeising, og heller ikke forskjeller mellom områder med mye og lite skuterferdsel. Vi kan derfor ikke fastslå om den dokumenterte tendensen skyldes habituering, avtagende skutertrafikk eller økende næringsstress utover seinvinteren. Bestanden i studieområdet har fordoblet seg de siste 20 år (Lee et al. 2015), noe som kan ha ført til økte tetthetsavhengige effekter. Etter påske reduserte reinen sin avstand til skuterløyper med i gjennomsnitt 245m, noe som økte tilgjengelig rabbvegetasjon innen gjennomsnittlig reinavstand til løyper med 15% (8,9 km<sup>2</sup>). Av totalt tilgjengelig rabbvegetasjon i studieområdet (188 km<sup>2</sup>) gjorde denne forflytningen nærmere løype etter påske til økt «tilgjengelighet» av rabbvegetasjon med 5 % for hele studieområdet. Dette kan bidra til å forklare at næringsstress er hoveddrivkraften bak minsket unnavikelsesadferd etter påske.

Det må her nevnes at simlene som det benyttes data fra i denne oppgaven har på minst ett tidspunkt blitt fanget med snøskuter. Dyrene vil sannsynligvis habitueres til skuter fra år til år,

men vår fangst kan ha påvirket dyras adferd rett etter fangst. For individer med den enkle typen GPS-halsbånd har om lag 70 % av individene i tillegg blitt fanget årlig for datanedlastning. Dette kan forventes å påvirke resultatene da dyrene ble fanget fra skuter i en periode som oftest sammenfaller med de 10 første dagene etter påske. Imidlertid viser reinen redusert avstand til skuterløyper etter denne merkeperioden, noe som vil kunne bety at reinen heller enn å vise økt frykt trekker nærmere løypene grunnet næringssøk.

### **Endringer i klima og økt turisme – utfordringer for fremtidig forvaltning og motstridene målsettinger**

Økt nedbør og lufttemperatur om vinteren har i dag store konsekvenser for et vidt spekter av arter i Arktis i dag, og sees i sammenheng med populasjonsnedgang og regionale kollapser i reinbestander i hele dens utbredelsesområde (Aanes et al. 2002; ACIA 2004; Rinke et al. 2008). Det mest kjente eksempelet på slik populasjonskollaps grunnet ROS-hendelser er dem som inntraff hos Peary Caribou på de kanadiske øyer på hvor isdekte beiter førte til at underarten var på randen til utryddelse (ACIA 2004). Klimaendringene er forventet å inntreffe med om lag 50 % større effekt i Arktis sammenliknet med tempererte områder (CAFF 2001), og sammen med Peary caribou er svalbardrein ansett som den mest utsatte underarten av rein i et endret klima med økt nedbør og temperaturer vinterstid (Vors & Boyce 2009).

Turisme er i dag hovedkilden til menneskelig tilstedeværelse i mange arktiske områder (Snyder 2007). Naturbasert polarturisme har de siste årene vært i kraftig vekst, og ekspanderer i antall turister, turoperatører, geografisk utstrekning og ved utvidede sesonger (Hall et al. 2010) Denne utvikling har i høyeste grad vært gjeldende også for Svalbard de siste 20 årene, og antall årlige gjestedøgn i Longyearbyen ble femdoblet mellom 1993-2014, og ligger nå mellom 80-90.000. Det er en fastsatt målsetting fra en samlet turistnæring på Svalbard samt fra politisk hold at «Svalbard skal fremstå som det ledende høyarktiske reisemålet i det internasjonale turistmarkedet» og at «Svalbard skal doble antallet årsverk i reiselivet» med ambisjon om å utvikle «en helårlig reiselivsnæring på Svalbard som sikrer høy lokal verdiskaping innenfor bærekraftige rammer» (Visit Svalbard AS 2015). Ønsket om utvidet sesong i reiselivsnæringen med økt sysselsetting og helårsaktivitet er i tillegg en politisk målsetting (Justis- og beredskapsdepartementet 2009). «Svalbardmeldingen» (St.meld. nr. 22 2008-2009) slår fast at

reiselivsnæringen, kulldriften og forskningen skal være de tre grunnpilarer for videre samfunnsutvikling på Svalbard (Justis- og beredskapsdepartementet 2009). Videre fastslår Svalbardmeldingen at «Beskyttelse av naturmiljøet er en av de lange linjer i norsk svalbardpolitikk, og all næringsvirksomhet, ressursutnyttning og forskning skal skje innenfor de rammer hensynet til bevaring av Svalbards naturmiljø og kulturminner setter» videre «Det er et potensial for videre vekst i reiselivet på Svalbard, spesielt utenfor høysesongen. En slik utvikling må skje innen strenge sikkerhets- og miljømessige rammebetingelser» (Justis- og beredskapsdepartementet 2009). Med nedbemanning i Store Norske kullkompani og utfasing av kull globalt, er det forventet at reiselivsnæringen sammen med forskningsvirksomhet vil øke i omfang.

En grunnpilar i norsk Svalbardpolitikk fra 1970-tallet har vært at «Svalbard fremstå som en av verdens best forvaltede villmarker (..) og miljøhensyn veie tyngst ved konflikt med andre interesser», en målsetting som gjentatte ganger har blitt fornyet av et samlet Storting gjennom statsmeldingene om Svalbard. Det overordnede forvaltningsmålet for svalbardrein fastslår at *«bestandene av svalbardrein skal få utvikle seg naturlig uten at menneskelig innvirkning har nevneverdig effekt på utbredelse, bestandssammensetning, tilvekst og naturlig dødelighet»* (Sysselmannen på Svalbard 2009). Forskrift om motorferdsel på Svalbard fastslår jf. §4 at motorferdsel på Svalbard skal *«foregå på en måte som ikke skader, forsøpler eller forringer naturmiljøet (..) eller fører til unødige forstyrrelse av mennesker eller dyreliv»*.

## 5 Konklusjon og anbefalinger

Vårt bidrag har vært å dokumentere fryktresponser for å se om dagens skuterpolitikk samsvarer med forvaltningsmålene for svalbardrein. Selv om reinen fremstår som tam er det sterke unnvikelseeffekter på 200 meter og målbare helt opp til 400 meter fra skutertraseer, noe som samsvarer godt med fluktavstanden funnet i tidligere provokasjonsstudier (Tyler et al 1991). Fryktresponsene og arealtapet på ca 5% rabbevegetasjon er antagelig så begrenset at de ikke har konsekvenser for bestandsutvikling ennå. Vi finner kun en begrenset tetthetsavhengighet i bestandsutviklingen i den siste 20-årsperioden (Albon et al 2017), mens årlig variasjon i snømengde og bakkeising er viktigste kilde til variasjon i bestandsutvikling hos Svalbardrein. I

forhold til bakkeising som skjer over store arealer samtidig og varierer mye mellom år, er 5% arealunngåelse fra skutere en liten effekt. Skuterferdsel på dagens nivå kommer derfor bare i liten konflikt med målet om at *«bestandene av svalbardrein skal få utvikle seg naturlig uten at menneskelig innvirkning har nevneverdig effekt på utbredelse, bestandssammensetning, tilvekst og naturlig dødelighet»*. Målsetningen om økt turisme der nærhet til dyreliv er en sentral komponent kommer uunngåelig i konflikt med målet om at motorferdsel på Svalbard skal *«foregå på en måte som ikke skader, forsøpler eller forringer naturmiljøet (..) eller fører til unødig forstyrrelse av mennesker eller dyreliv»*. Begrepet «unødig forstyrrelse» er vagt og vil kunne forstås ulikt av ulike aktører i turistnæringen og miljømyndighetene. Det er vist at trafikk som foregår langs faste traseer forstyrrer mindre enn uforutsigbar ferdsel i terrenget (Miller et al 2001). Det er derfor viktig at skuterferdselen holdes under oppsikt og at ikke en økt andel vil foregå utenfor traseer. Videreføring av Sysselmannens tellebokser er viktig for å overvåke langtidsutviklingen i skutertrafikken; både antall skutere og lengde på sesong.

## 6. Litteratur

- Aanes, R., Sæther, B. E. & Øritsland, N. A. (2000). Fluctuations of an introduced population of Svalbard reindeer: the effects of density dependence and climatic variation. *Ecography*, 23 (4): 437-443.
- Aanes, R., Sæther, B. E., Smith, F. M., Cooper, E. J., Wookey, P. A. & Øritsland, N. A. (2002). The Arctic Oscillation predicts effects of climate change in two trophic levels in a high-arctic ecosystem. *Ecology Letters*, 5 (3): 445-453.
- ACIA. (2004). Impacts of a Warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment UK. 26 s.
- Albon, S.D., Irvine, R.J., Halvorsen, O., Langvatn, R., Loe, L.E., Ropstad, E., Veiberg, V., van der Wal, R., Bjørkvoll, E.M., Duff, E.I., et al. (2017). Contrasting effects of summer and winter warming on body mass explain population dynamics in a food-limited Arctic herbivore. *Global Change Biology* 23, 1374–1389.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B. & Walker, S. (2011). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*: 51 s.
- Beale, C. M. & Monaghan, P. (2004). Human disturbance: people as predation-free predators? *Journal of applied ecology*, 41 (2): 335-343.
- Bengtson, S.-A. (1999). Terrestrisk liv på Svalbard. Beskrivelse av miljøforhold og økologiske forutsetninger. *Svalbardtundraens økologi. Norsk Polarinstitutt Meddelelser*, 150: 21-31.
- Berger, J. (2007). Carnivore repatriation and holarctic prey: narrowing the deficit in ecological effectiveness. *Conservation Biology*, 21 (4): 1105-1116.
- Bjarne Benberg pers medd. (2016). *Informasjon om Sysselmannens tellerbokser i Adventdalen og Longyearbreen* (Kommunikasjon per telefon og e-post 20.04.2016).
- Bjørneraas, K., MOORTER, B., Rolandsen, C. M. & Herfindal, I. (2010). Screening global positioning system location data for errors using animal movement characteristics. *The Journal of Wildlife Management*, 74 (6): 1361-1366.
- Blumstein, D. T. & Daniel, J. C. (2005). The loss of anti-predator behaviour following isolation on islands. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 272 (1573): 1663-1668.
- Bonnot, N. C., Morellet, N., Hewison, A. J. M., Martin, J.-L., Benhamou, S. & Chamaillé-Jammes, S. (2016). Black-tailed deer (*Odocoileus hemionus sitkensis*) adjust habitat selection and activity rhythm to the absence of predators. *Canadian Journal of Zoology* (ja).
- CAFF. (2001). *Arctic Flora and Fauna: Status and Conservation*. Helsinki, Finland. 266 s.
- Colman, J. E., Jacobsen, B. W. & Reimers, E. (2001). Summer response distances of Svalbard reindeer *Rangifer tarandus platyrhynchus* to provocation by humans on foot. *Wildlife Biology*, 7 (4): 275-284.
- Coss, R. G. (1999). *Effects of relaxed natural selection on the evolution of behavior. I Geographic variation in behavior: Perspectives on evolutionary mechanisms*. Oxford, UK: Oxford University Press. 313 s.
- Curio, E. (1976). *The ethology of predation*, b. 7. New York: Springer Science & Business Media.
- de Boer, H. Y., van Breukelen, L., Hootsmans, M. J. & van Wieren, S. E. (2004). Flight distance in roe deer *Capreolus capreolus* and fallow deer *Dama dama* as related to hunting and other factors. *Wildlife Biology*, 10 (1): 35-41.

- Derocher, A. E., Wiig, Ø. & Bangjord, G. (2000). Predation of Svalbard reindeer by polar bears. *Polar Biology*, 23 (10): 675-678.
- Dyer, S. J., O'Neill, J. P., Wasel, S. M. & Boutin, S. (2001). Avoidance of industrial development by woodland caribou. *The Journal of Wildlife Management*, 65 (3): 531-542.
- Dyer, S. J., O'Neill, J. P., Wasel, S. M. & Boutin, S. (2002). Quantifying barrier effects of roads and seismic lines on movements of female woodland caribou in northeastern Alberta. *Canadian journal of Zoology*, 80 (5): 839-845.
- Elgar, M. A. (1989). Predator vigilance and group size in mammals and birds: a critical review of the empirical evidence. *Biological Reviews*, 64 (1): 13-33.
- Elvebakk, A. (2005). A vegetation map of Svalbard on the scale 1: 3.5 mill. *Phytocoenologia*, 35 (4): 951-967.
- Flagstad, Ø. & Røed, K. H. (2003). Refugial origins of reindeer (*Rangifer tarandus* L.) inferred from mitochondrial DNA sequences. *Evolution*, 57 (3): 658-670.
- Forskrift om motorferdsel på Svalbard*. I 2002 hefte 8: Klima- og miljødepartementet.
- Frid, A. & Dill, L. M. (2002). Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conservation Ecology*, 6 (1): 11.
- Førland, E. J., Benestad, R., Hanssen-Bauer, I., Haugen, J. E. & Skaugen, T. E. (2012). Temperature and precipitation development at Svalbard 1900–2100. *Advances in Meteorology*, 2011.
- Geist, V. (1974). On the relationship of social evolution and ecology in ungulates. *American zoologist*, 14 (1): 205-220.
- Godvik, I. M. R., Loe, L. E., Vik, J. O., Veiberg, V., Langvatn, R. & Mysterud, A. (2009). Temporal scales, trade-offs, and functional responses in red deer habitat selection. *Ecology*, 90 (3): 699-710.
- Hall, M. C., Hall, C. M. & Saarinen, J. (2010). *Tourism and change in polar regions: Climate, environments and experiences*. London, UK: Routledge.
- Halvorsen, O. & Bye, K. (1999). Parasites, biodiversity, and population dynamics in an ecosystem in the high arctic. *Veterinary Parasitology*, 84 (3): 205-227.
- Hansen, B., Aanes, R. & Sæther, B.-E. (2010). Partial seasonal migration in high-arctic Svalbard reindeer (*Rangifer tarandus platyrhynchus*). *Canadian Journal of Zoology*, 88 (12): 1202-1209.
- Hansen, B. B., Aanes, R., Herfindal, I., Kohler, J. & Sæther, B.-E. (2011). Climate, icing, and wild arctic reindeer: past relationships and future prospects. *Ecology*, 92 (10): 1917-1923.
- Hansen, B. B., Grøtan, V., Aanes, R., Sæther, B.-E., Stien, A., Fuglei, E., Ims, R. A., Yoccoz, N. G. & Pedersen, Å. Ø. (2013). Climate events synchronize the dynamics of a resident vertebrate community in the high Arctic. *Science*, 339 (6117): 313-315.
- Hansen, B. B. & Aanes, R. (2015). Habituation to humans in a predator-free wild ungulate. *Polar Biology*, 38 (2): 145-151.
- Harrington, F. H. & Veitch, A. M. (1992). Calving success of woodland caribou exposed to low-level jet fighter overflights. *Arctic*: 213-218.
- Johansen, B. E., S. R. Karlsen, and H. Tommervik. 2012. Vegetation mapping of Svalbard utilising Landsat TM/ETM plus data. *Polar Record* 48:47-63.
- Justis- og beredskapsdepartementet. (2009). *St.meld. nr. 22 (2008-2009): Svalbard*. 121 s.
- Kovacs, K. & Lydersen, C. (2006). *Svalbards fugler og pattedyr*: Norsk polarinstitutt, Tromsø. 203 s.

- Krebs, J. R. & Davies, N. B. (1993). *An Introduction to Behavioural Ecology - Third edition*: Blackwell publishing company. 366 pp s.
- Krebs, J. R. & Davies, N. B. (2009). *Behavioural ecology: an evolutionary approach*: John Wiley & Sons.
- Lee, A. M., Bjørkvoll, E. M., Hansen, B. B., Albon, S. D., Stien, A., Sæther, B. E., Engen, S., Veiberg, V., Loe, L. E. & Grøtan, V. (2015). An integrated population model for a long-lived ungulate: more efficient data use with Bayesian methods. *Oikos*, 124 (6): 806-816.
- Loe, L. E., Bonenfant, C., Mysterud, A., Severinsen, T., Øritsland, N. A., Langvatn, R., Stien, A., Irvine, R. J. & Stenseth, N. C. (2007). Activity pattern of arctic reindeer in a predator-free environment: no need to keep a daily rhythm. *Oecologia*, 152 (4): 617-624.
- Loe, L. E., Bonenfant, C., Meisingset, E. L. & Mysterud, A. (2012). Effects of spatial scale and sample size in GPS-based species distribution models: are the best models trivial for red deer management? *European Journal of Wildlife Research*, 58 (1): 195-203.
- Loe, L.E., Hansen, B.B., Stien, A., Albon, S.D., Bischof, R., Carlsson, A.M., Irvine, J., Meland, M., Rivrud, I.M., Ropstad, E., et al. (2016). Behavioral buffering of extreme weather events in a high-Arctic herbivore. *Ecosphere* 7, e01374
- Lov om miljøvern på Svalbard (svalbardmiljøloven)*. I 2001 hefte 7: Klima- og miljødepartementet.
- Manly, B., McDonald, L., Thomas, D., McDonald, T. L. & Erickson, W. P. (2002). *Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies*: Springer Science & Business Media.
- Miller, F. L. & Gunn, A. (2003). Catastrophic die-off of Peary caribou on the western queen Elizabeth Islands, Canadian High Arctic. *Arctic*: 381-390.
- Miller, S. G., Knight, R. L. & Miller, C. K. (2001). Wildlife responses to pedestrians and dogs. *Wildlife Society Bulletin*: 124-132.
- Müllner, A., Linsenmair, K. E. & Wikelski, M. (2004). Exposure to ecotourism reduces survival and affects stress response in hoatzin chicks (*Opisthocomus hoazin*). *Biological Conservation*, 118 (4): 549-558.
- Nellemann, C., Jordhøy, P., Støen, O.-G. & Strand, O. (2000). Cumulative impacts of tourist resorts on wild reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) during winter. *Arctic*: 9-17.
- Nordli, Ø., Przybylak, R., Ogilvie, A. E. & Isaksen, K. (2014). Long-term temperature trends and variability on Spitsbergen: the extended Svalbard Airport temperature series, 1898-2012. *Polar research*, 33.
- Omsjoe, E. H., Stien, A., Irvine, J., Albon, S., Dahl, E., Thoresen, S., Rustad, E. & Ropstad, E. (2009). Evaluating capture stress and its effects on reproductive success in Svalbard reindeer. *Canadian Journal of Zoology*, 87 (1): 73-85.
- Pinheiro, J. C. & Bates, D. M. (2000). *Linear mixed-effects models: basic concepts and examples*. *Mixed-effects models in S and S-Plus*. New York: Springer Verlag.
- Prestrud, P. (1992). *Arctic foxes in Svalbard: population ecology and rabies*: Norsk Polarinstitutt.
- QGIS Development Team. (2015). QGIS geographic information system. *Open Source Geospatial Foundation Project*.
- R Core Team. (2016). *A language and environment for statistical computing*. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*.
- Reimers, E. (1977). Population dynamics in two subpopulations of reindeer in Svalbard. *Arctic and Alpine Research*: 369-381.

- Reimers, E. (1983). Mortality in Svalbard reindeer. *Holarctic Ecology*, 6 (2): 141-149.
- Reimers, E., Eftestøl, S. & Colman, J. E. (2003). Behavior responses of wild reindeer to direct provocation by a snowmobile or skier. *The Journal of wildlife management*, 67 (4): 747-754.
- Reimers, E., Lund, S. & Ergon, T. (2011). Vigilance and fright behaviour in the insular Svalbard reindeer (*Rangifer tarandus platyrhynchus*). *Canadian Journal of Zoology*, 89 (8): 753-764.
- Reimers, E. & Eftestøl, S. (2012). Response Behaviors of Svalbard Reindeer TOwards Humans and Humans Disguised as Polar Bears on Edgeøya. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 44 (4): 483-489.
- Rinke, A., Kuhry, P. & Dethloff, K. (2008). Importance of a soil organic layer for Arctic climate: A sensitivity study with an Arctic RCM. *Geophysical Research Letters*, 35 (13).
- Sander, G., Hanssen-Bauer, I., Bjørge, A. & Prestrud, P. (2006). The environmental monitoring of Svalbard and Jan Mayen–MOSJ: documentation of the system and the first assessments of the state of the environment.
- Seip, D. R., Johnson, C. J. & Watts, G. S. (2007). Displacement of mountain caribou from winter habitat by snowmobiles. *The Journal of wildlife management*, 71 (5): 1539-1544.
- Skarin, A., Nellemann, C., Rønnegård, L., Sandström, P. & Lundqvist, H. (2015). Wind farm construction impacts reindeer migration and movement corridors. *Landscape Ecology*, 30 (8): 1527-1540.
- Snyder, J. M. (2007). *Managing polar tourism: issues and approaches in Prospects for Polar Tourism*. Wallingford, UK.: CABI Publishers. 231-246 s.
- Solberg, E. J., Jordhøy, P., Strand, O., Aanes, R., Loison, A., Sæther, B. E. & Linnell, J. (2001). Effects of density-dependence and climate on the dynamics of a Svalbard reindeer population. *Ecography*, 24 (4): 441-451.
- Staaland, H. (1986). Svalbardreinenens ernæring. I: Øritsland, N. A. (red.) Svalbardreinen og dens livsgrunnlag. I, s. s. 72-91: Universitetsforlaget.
- Stankowich, T. & Blumstein, D. T. (2005). Fear in animals: a meta-analysis and review of risk assessment. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 272 (1581): 2627-2634.
- Stankowich, T. (2008). Ungulate flight responses to human disturbance: a review and meta-analysis. *Biological Conservation*, 141 (9): 2159-2173.
- Statistisk sentralbyrå. (2016). *Befolkningen på Svalbard, 1. januar 2016*. Tilgjengelig fra: <http://www.ssb.no/befolkning/statistikker/befsvalebard> (lest 07.05.2016).
- Stien, A., Loe, L. E., Mysterud, A., Severinsen, T., Kohler, J. & Langvatn, R. (2010). Icing events trigger range displacement in a high-arctic ungulate. *Ecology*, 91 (3): 915-920.
- Sysselembannen på Svalbard. (2006). Turisme og friluftsliv på Svalbard - Utvikling, politiske føringer, rammebetingelser, utfordringer og strategier. *Sysselembannens rapportserie: Sysselembannen på Svalbard*,. 122 s.
- Sysselembannen på Svalbard. (2009). Plan for forvaltning av svalbardrein - En beskrivelse av miljømål og status for reinen på Svalbard, og en veileder for forvaltningen og forskningen. 47 s.
- Sysselembannen på Svalbard. (2015). Årsrapport for Sysselembannen på Svalbard 2015. [www.sysselembannen.no](http://www.sysselembannen.no).
- Taylor, A. R. & Knight, R. L. (2003). Wildlife responses to recreation and associated visitor perceptions. *Ecological Applications*, 13 (4): 951-963.

- Tyler, N. & Øritsland, N. (1989). Why don't Svalbard reindeer migrate? *Holarctic Ecology*, 369-376.
- Tyler, N. (1991). Short-term behavioural responses of Svalbard reindeer *Rangifer tarandus platyrhynchus* to direct provocation by a snowmobile. *Biological Conservation*, 56 (2): 179-194.
- UNEP, C., Kullerud, L., Vistnes, I., Forbes, B., Husby, E., Kofinas, G., Kaltenborn, B., Rouaud, J., Magomedova, M. & Bobiwash, R. (2001). GLOBIO. Global methodology for mapping human impacts on the biosphere: UNEP/DEWA/TR. 01-3. Environment Information and Assessment Technical Report. UNEP. Nairobi, UNEP: 55.
- Van der Knaap, W. (1989). Past vegetation and reindeer on Edgeoya (Spitsbergen) between c. 7900 and c. 3800 BP, studied by means of peat layers and reindeer faecal pellets. *Journal of Biogeography*: 379-394.
- Van der Wal, R., Bardgett, R. D., Harrison, K. A. & Stien, A. (2004). Vertebrate herbivores and ecosystem control: cascading effects of faeces on tundra ecosystems. *Ecography*, 27 (2): 242-252.
- Visit Svalbard AS. (2015). Masterplan Svalbard mot 2025 - Masterplan for Svalbard etter "Hvitebok for reisemålsutvikling": Visit Svalbard AS. 52 s.
- Vistnes, I. & Nellemann, C. (2001). Avoidance of cabins, roads, and power lines by reindeer during calving. *The Journal of wildlife management*: 915-925.
- Vistnes, I. & Nellemann, C. (2007). Impacts of human activity on reindeer and caribou: The matter of spatial and temporal scales *Rangifer*, 27 (3): 47-56.
- Vistnes, I. & Nellemann, C. (2008). The matter of spatial and temporal scales: a review of reindeer and caribou response to human activity. *Polar Biology*, 31 (4): 399-407.
- Vors, L. S. & Boyce, M. S. (2009). Global declines of caribou and reindeer. *Global Change Biology*, 15 (11): 2626-2633.
- Watson, A. & Moss, R. (2004). Impacts of ski-development on ptarmigan (*Lagopus mutus*) at Cairn Gorm, Scotland. *Biological Conservation*, 116 (2): 267-275.
- Weber, J. E. (2015). *Vestspitsbergenstrømmen*: Store norske leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/Vestspitsbergenstr%C3%B8mmen> (lest 09.04).
- White, R. G. (1983). Foraging patterns and their multiplier effects on productivity of northern ungulates. *Oikos*: 377-384.
- Yannic, G., Pellissier, L., Ortego, J., Lecomte, N., Couturier, S., Cuyler, C., Dussault, C., Hundertmark, K. J., Irvine, R. J. & Jenkins, D. A. (2014). Genetic diversity in caribou linked to past and future climate change. *Nature Climate Change*, 4 (2): 132-137.

## 6 Vedlegg A

Tabell 7 Sannsynlighet for bruk av rabbevegetasjon som funksjon av avstand til skuterløype og periode. Modellen er kontrollert for høyde over havet da reinen kan stå høyt eller lavt i terrenget som respons på klimatiske forhold som snødybde, vind og bakkeising. Intercept for modellen er periode Før 2.

**Modell: used ~ period \* distcat \* scale(elev) + (1 | id) + (1 | area2) + (1 | year2)**

### Random effects:

Grupper	Navn	Varianse	SD ( $\sigma$ )
id	(Intercept)	0.52788	0.7266
area2	(Intercept)	0.73664	0.8583
year2	(Intercept)	0.08649	0.2941

(Antall obs: 29403, Grupper: id=61; area2=7; year2=6)

### Fixed effects:

Variabel	Estimat	SE	Z	p
Intercept	-1.19053	0.58023	-2.052	<0.05
Periode "Før 1"	-1.48015	1.05364	-1.405	0.16008
Periode "Påske"	-0.60350	1.00888	-0.598	0.54972
Periode "Etter 1"	-1.31471	1.00702	-1.306	0.19171
Periode "Etter 2"	0.32600	0.70794	0.460	0.64516
Avstandskategori 50-100m fra snøskuterløype	-0.33643	0.57841	-0.582	0.56080
Avstandskategori 100-200m fra snøskuterløype	-0.12308	0.51022	-0.241	0.80938
Avstandskategori 200-400m fra snøskuterløype	0.18682	0.45909	0.407	0.68405
Avstandskategori 400-800m fra snøskuterløype	0.82327	0.45119	1.825	0.06805
Avstandskategori 800m-1.6km fra snøskuterløype	1.09853	0.44989	2.442	<0.05
Avstandskategori 1.6km-3.2km fra snøskuterløype	1.28079	0.45436	2.819	<0.01
Avstandskategori 3.2km-6.4km fra snøskuterløype	1.22935	0.46568	2.640	<0.01
Høyde over havet	1.83766	0.72410	2.538	<0.05
Periode "Før 1": Avstandskategori 50-100m fra snøskuterløype	1.18083	1.23612	0.955	0.33944
Periode "Påske": Avstandskategori 50-100m fra snøskuterløype	-1.52132	1.33278	-1.141	0.25368
Periode "Etter 1": Avstandskategori 50-100m fra snøskuterløype	0.56114	1.12369	0.499	0.61751

Periode "Etter 2": Avstandskategori 50-100m fra snøskuterløype	-1.52962	0.99135	-1.543	0.12284
Periode "Før 1": Avstandskategori 100-200m fra snøskuterløype	0.18683	1.14992	0.162	0.87093
Periode "Påske": Avstandskategori 100-200m fra snøskuterløype	-1.00662	1.10092	-0.914	0.36054
Periode "Etter 1": Avstandskategori 100-200m fra snøskuterløype	0.25719	1.10731	0.232	0.81633
Periode "Etter 2": Avstandskategori 100-200m fra snøskuterløype	-0.73258	0.80023	-0.916	0.35995
Periode "Før 1": Avstandskategori 200-400m fra snøskuterløype	1.70158	1.06733	1.594	0.11088
Periode "Påske": Avstandskategori 200-400m fra snøskuterløype	0.44117	1.01732	0.434	0.66454
Periode "Etter 1": Avstandskategori 200-400m fra snøskuterløype	2.13682	1.02065	2.094	<0.05
Periode "Etter 2": Avstandskategori 200-400m fra snøskuterløype	0.54804	0.72506	0.756	0.44973
Periode "Før 1": Avstandskategori 400-800m fra snøskuterløype	1.44601	1.05773	1.367	0.17160
Periode "Påske": Avstandskategori 400-800m fra snøskuterløype	0.48152	1.01252	0.476	0.63439
Periode "Etter 1": Avstandskategori 400-800m fra snøskuterløype	1.33983	1.01232	1.323	0.18566
Periode "Etter 2": Avstandskategori 400-800m fra snøskuterløype	0.07027	0.71453	0.098	0.92166
Periode "Før 1": Avstandskategori 800m-1.6km fra snøskuterløype	1.48136	1.05667	1.402	0.16094
Periode "Påske": Avstandskategori 800m-1.6km fra snøskuterløype	0.87907	1.01123	0.869	0.38468
Periode "Etter 1": Avstandskategori 800m-1.6km fra snøskuterløype	1.79304	1.00992	1.775	0.07583
Periode "Etter 2": Avstandskategori 800m-1.6km fra snøskuterløype	0.08624	0.71220	0.121	0.90362
Periode "Før 1": Avstandskategori 1.6km-3.2km fra snøskuterløype	1.19505	1.06042	1.127	0.25976
Periode "Påske": Avstandskategori 1.6km-3.2km fra snøskuterløype	0.52001	1.01482	0.512	0.60836
Periode "Etter 1": Avstandskategori 1.6km-3.2km fra snøskuterløype	1.30796	1.01425	1.290	0.19719
Periode "Etter 2": Avstandskategori 1.6km-3.2km fra snøskuterløype	-0.31681	0.71897	-0.441	0.65947
Periode "Før 1": Avstandskategori 3.2km-6.4km fra snøskuterløype	1.95955	1.06881	1.833	0.06674
Periode "Påske": Avstandskategori 3.2km-6.4km fra snøskuterløype	1.07544	1.02235	1.052	0.29283
Periode "Etter 1": Avstandskategori 3.2km-6.4km fra snøskuterløype	2.29669	1.02193	2.247	<0.05
Periode "Etter 2": Avstandskategori 3.2km-6.4km fra snøskuterløype	0.39947	0.73163	0.546	0.58507
Periode "Før 1": Høyde over havet	-1.17272	1.56774	-0.748	0.45444
Periode "Påske": Høyde over havet	-1.06053	1.53483	-0.691	0.48958
Periode "Etter 1": Høyde over havet	-1.93297	1.34607	-1.436	0.15100
Periode "Etter 2": Høyde over havet	-0.89650	1.06898	-0.839	0.40166
Avstandskategori 50-100m fra snøskuterløype: Høyde over havet	-1.12583	0.90415	-1.245	0.21306
Avstandskategori 100-200m fra snøskuterløype: Høyde over havet	-1.10724	0.82395	-1.344	0.17901
Avstandskategori 200-400m fra snøskuterløype: Høyde over havet	0.17008	0.77942	0.218	0.82727
Avstandskategori 400-800m fra snøskuterløype: Høyde over havet	-0.48068	0.73769	-0.652	0.51466

Avstandskategori 800-1.6km fra snøskuterløype: Høyde over havet	-1.86605	0.73007	-2.556	<0.05
Avstandskategori 1.6km-3.2km fra snøskuterløype: Høyde over havet	-1.57985	0.73342	-2.154	<0.05
Avstandskategori 3.2km-6.4km fra snøskuterløype: Høyde over havet	-1.15860	0.73415	-1.578	0.11453
Periode "Før 1": Avstandskategori 50-100m fra snøskuterløype: Høyde over havet	1.61009	1.87884	0.857	0.39147
Periode "Påske": Avstandskategori 50-100m fra snøskuterløype: Høyde over havet	-1.92354	1.94039	-0.991	0.32153
Periode "Etter 1": Avstandskategori 50-100m fra snøskuterløype: Høyde over havet	0.81000	1.51940	0.533	0.59396
Periode "Etter 2": Avstandskategori 50-100m fra snøskuterløype: Høyde over havet	-2.06531	1.42446	-1.450	0.14709
Periode "Før 1": Avstandskategori 100-200m fra snøskuterløype: Høyde over havet	-0.13104	1.70415	-0.077	0.93871
Periode "Påske": Avstandskategori 100-200m fra snøskuterløype: Høyde over havet	-1.18205	1.65188	-0.716	0.47425
Periode "Etter 1": Avstandskategori 100-200m fra snøskuterløype: Høyde over havet	0.31781	1.49984	0.212	0.83219
Periode "Etter 2": Avstandskategori 100-200m fra snøskuterløype: Høyde over havet	-0.87263	1.20075	-0.727	0.46739
Periode "Før 1": Avstandskategori 200-400m fra snøskuterløype: Høyde over havet	0.04740	1.61584	0.029	0.97660
Periode "Påske": Avstandskategori 200-400m fra snøskuterløype: Høyde over havet	0.41720	1.56114	0.267	0.78928
Periode "Etter 1": Avstandskategori 200-400m fra snøskuterløype: Høyde over havet	0.94369	1.40750	0.670	0.50256
Periode "Etter 2": Avstandskategori 200-400m fra snøskuterløype: Høyde over havet	-0.18436	1.12788	-0.164	0.87016
Periode "Før 1": Avstandskategori 400-800m fra snøskuterløype: Høyde over havet	0.80544	1.57855	0.510	0.60988
Periode "Påske": Avstandskategori 400-800m fra snøskuterløype: Høyde over havet	0.67791	1.54848	0.438	0.66154
Periode "Etter 1": Avstandskategori 400-800m fra snøskuterløype: Høyde over havet	0.34856	1.35706	0.257	0.79729
Periode "Etter 2": Avstandskategori 400-800m fra snøskuterløype: Høyde over havet	-0.68604	1.08377	-0.633	0.52673
Periode "Før 1": Avstandskategori 800m-1.6km fra snøskuterløype: Høyde over havet	1.64293	1.57285	1.045	0.29623
Periode "Påske": Avstandskategori 800m-1.6km fra snøskuterløype: Høyde over havet	1.41018	1.54216	0.914	0.36050
Periode "Etter 1": Avstandskategori 800m-1.6km fra snøskuterløype: Høyde over havet	2.02066	1.35199	1.495	0.13502
Periode "Etter 2": Avstandskategori 800m-1.6km fra snøskuterløype: Høyde over havet	0.58533	1.07799	0.543	0.58714
Periode "Før 1": Avstandskategori 1.6km-3.2km fra snøskuterløype: Høyde over havet	1.07180	1.57693	0.680	0.49671
Periode "Påske": Avstandskategori 1.6km-3.2km fra snøskuterløype: Høyde over havet	1.39354	1.54606	0.901	0.36740
Periode "Etter 1": Avstandskategori 1.6km-3.2km fra snøskuterløype: Høyde over havet	2.05510	1.35826	1.513	0.13027
Periode "Etter 2": Avstandskategori 1.6km-3.2km fra snøskuterløype: Høyde over havet	0.68739	1.08678	0.632	0.52706
Periode "Før 1": Avstandskategori 3.2km-6.4km fra snøskuterløype: Høyde over havet	1.26240	1.57474	0.802	0.42275
Periode "Påske": Avstandskategori 3.2km-6.4km fra snøskuterløype: Høyde over havet	1.07049	1.54466	0.693	0.48829
Periode "Etter 1": Avstandskategori 3.2km-6.4km fra snøskuterløype: Høyde over havet	2.04402	1.35879	1.504	0.13251
Periode "Etter 2": Avstandskategori 3.2km-6.4km fra snøskuterløype: Høyde over havet	-0.36287	1.08534	-0.334	0.73812

## 7 Vedlegg B

Tabell 8 Sannsynlighet for at svalbardreinen benytter rabbevegetasjon som funksjon av avstand til skuterløype, helg og ukedag. Modellen er kontrollert for høyde over havet da reinen kan stå høyt eller lavt i terrenget som respons på klimatiske forhold som snødybde, vind og bakkeising. Intercept = Ukedag.

**Modell:  $used \sim wend * distcat * scale(elev) + (1 | id) + (1 | area2) + (1 | year2)$**

### Random effects:

Grupper	Navn	Variance	SD ( $\sigma$ )
Id	(Intercept)	0.46142	0.6793
area2	(Intercept)	0.62920	0.7932
year2	(Intercept)	0.04731	0.2175

(Antall obs: 29403, Grupper: id=61; area2=7; year2=6)

### Fixed effects:

Variabel	Estimat	SE	Z	p
(Intercept)	-1.442711	0.463312	-3.114	<0.01
Helg	-0.058267	0.622806	-0.094	0.925462
Avstandskategori 50-100m fra snøskuterløype	-0.546760	0.410320	-1.333	0.182690
Avstandskategori 100-200m fra snøskuterløype	-0.559471	0.361870	-1.546	0.122091
Avstandskategori 200-400m fra snøskuterløype	0.919549	0.327545	2.807	<0.01
Avstandskategori 400-800m fra snøskuterløype	1.219853	0.324835	3.755	< 0.001
Avstandskategori 800m-1.6km fra snøskuterløype	1.656919	0.324546	5.105	< 0.001
Avstandskategori 1.6km-3.2km fra snøskuterløype	1.568838	0.328011	4.783	< 0.001
Avstandskategori 3.2km-6.4km fra snøskuterløype	2.145539	0.333025	6.443	< 0.001
Høyde over havet	0.985631	0.464649	2.121	0.033902
Helg: Avstandskategori 50-100m fra snøskuterløype	-0.747754	0.813593	-0.919	0.358055
Helg: Avstandskategori 100-200m fra snøskuterløype	0.292546	0.693431	0.422	0.673111
Helg: Avstandskategori 200-400m fra snøskuterløype	0.050981	0.632462	0.081	0.935754
Helg: Avstandskategori 400-800m fra snøskuterløype	0.187871	0.626025	0.300	0.764100

Helg: Avstandskategori 800m-1.6km fra snøskuterløype	0.086396	0.624709	0.138	0.890005
Helg: Avstandskategori 1.6km-3.2km fra snøskuterløype	-0.066162	0.628586	-0.105	0.916173
Avstandskategori 3.2km-6.4km fra snøskuterløype	-0.030088	0.634227	-0.047	0.962162
Helg: Høyde over havet	0.024809	0.893821	0.028	0.977856
Avstandskategori 50-100m fra snøskuterløype: Høyde over havet	-1.414035	0.580460	-2.436	0.014848
Avstandskategori 100-200m fra snøskuterløype: Høyde over havet	-1.647667	0.515638	-3.195	<0.01
Avstandskategori 200-400m fra snøskuterløype: Høyde over havet	0.001384	0.475821	0.003	0.997680
Avstandskategori 400-800m fra snøskuterløype: Høyde over havet	-0.673001	0.467862	-1.438	0.150304
Avstandskategori 800m-1.6km fra snøskuterløype: Høyde over havet	-0.887914	0.466827	-1.902	0.057169
Avstandskategori 1.6km-3.2km fra snøskuterløype: Høyde over havet	-0.687436	0.470595	-1.461	0.144076
Avstandskategori 3.2km-6.4km fra snøskuterløype: Høyde over havet	-0.316542	0.469533	-0.674	0.500207
Helg: Avstandskategori 50-100m fra snøskuterløype: Høyde over havet	-0.909556	1.144706	-0.795	0.426860
Helg: Avstandskategori 100-200m fra snøskuterløype: Høyde over havet	0.458205	0.998050	0.459	0.646162
Helg: Avstandskategori 200-400m fra snøskuterløype: Høyde over havet	0.394224	0.919035	0.429	0.667957
Helg: Avstandskategori 400-800m fra snøskuterløype: Høyde over havet	0.337831	0.900697	0.375	0.707603
Helg: Avstandskategori 800m-1.6km fra snøskuterløype: Høyde over havet	-0.031698	0.898272	-0.035	0.971850
Helg: Avstandskategori 1.6km-3.2km fra snøskuterløype: Høyde over havet	-0.119783	0.903530	-0.133	0.894531
Helg: Avstandskategori 3.2km-6.4km fra snøskuterløype: Høyde over havet	-0.307018	0.900415	-0.341	0.733123

---

## 8 Vedlegg C

### **Sammenslåing av vegetasjonstyper til hensiktsmessige enheter:**

#### ***Rabbevegetasjon:***

- Reinrose-bergstarr samt kantlyngheier med sluttet vegetasjonsdekke.
- Åpne heisamfunn av reinrose-bergstarrtypen samt raudsildre-lavheitypen.
- Tørre grasheier og knauser. Åpen vegetasjon på knauser, rabber og elvesletter med finkornet siltsubstrat. Karakteristiske arter innen enheten er tuvemure, puterapp og strirapp. Enheten har et geografisk tyngdepunkt i indre fjordområder av Spitsbergen.

#### ***Grass og vardefrytle:***

- Vardefrytlemark av mer åpen type.
- Frytlemark med stedvis innslag av gråmose og lav som gulskinn og fjellreinlav med sluttet vegetasjonsdekke. Laven snøskjerpe kan også inngå med betydelige forekomster i dette vegetasjonssamfunnet.
- Frodige engsamfunn og gasrik vegetasjon i lier og på etablerte elvevifter. Enheten opptrer ofte sammen med frodige mosetundra-utforminger, men som en tørrere variant.
- Frodige engsamfunn og fuglefjellsvegetasjon samt gasrik vegetasjon i lier og på etablerte elvevifter. Mer spesielle utforminger av denne enheten er lesider med lokalt varmekjære arter som raudsvingel, svartaks, hårsvingel og polarløvetann.

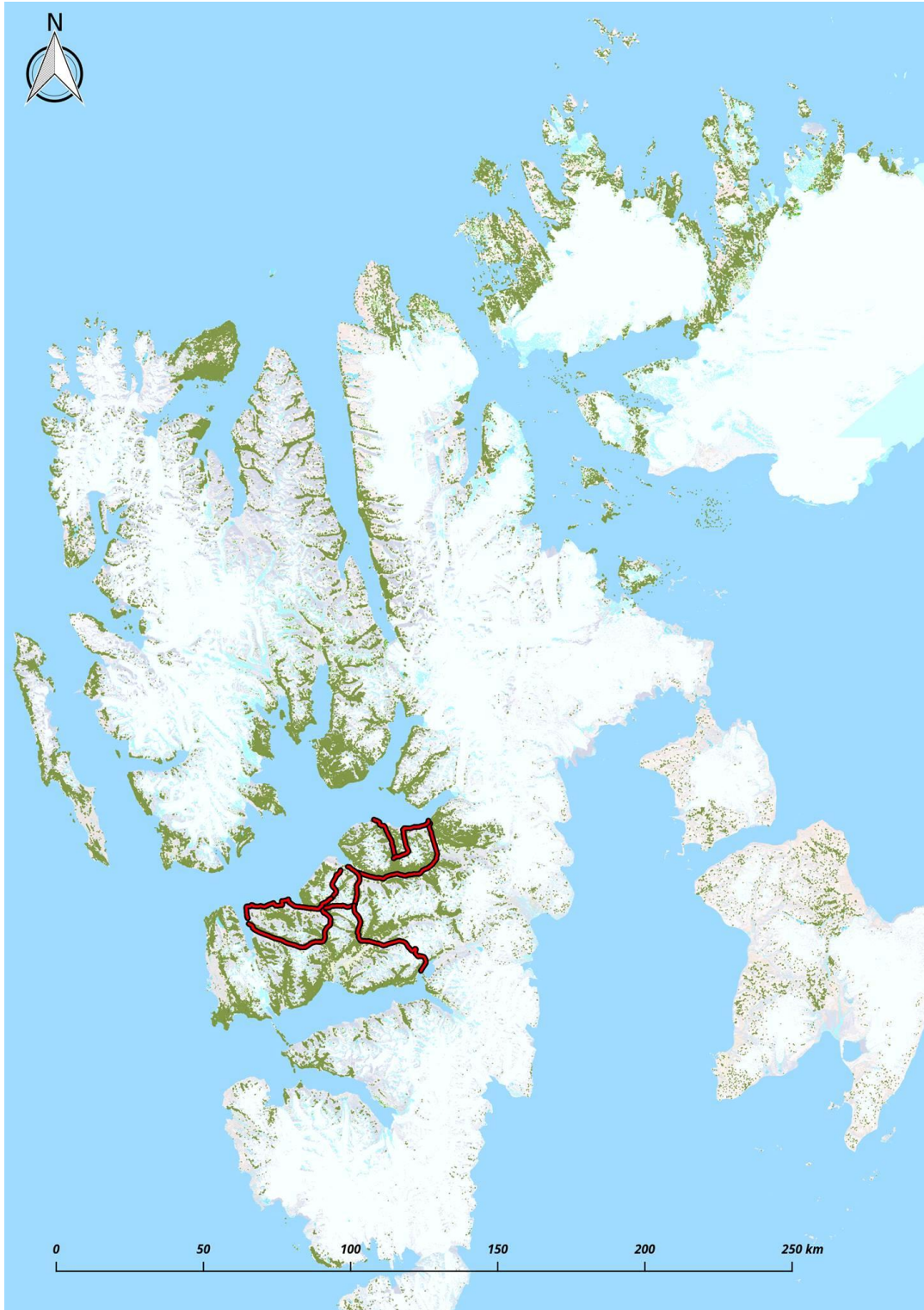
#### ***Mosetundra:***

- Mosetundrakarakterisert ved tette mosematter av arter som gullmose og blodnøkkemose. Utforminger av mosetundra opptrer i hovedsak i låglandet, men har og forekomster i fjells med polarreverumpe som karakteristisk art.
- Frodig mosetundra og fuglefjellsvegetasjon. I enheten inngår arter som gullmose, småtundragras, snøull, smalstarr, blankstarr og flere urter. En annen utforming innen enheten er frodige og grasrik samfunn i tilknytning til fuglefjell.

#### ***Ikke-vegetert:***

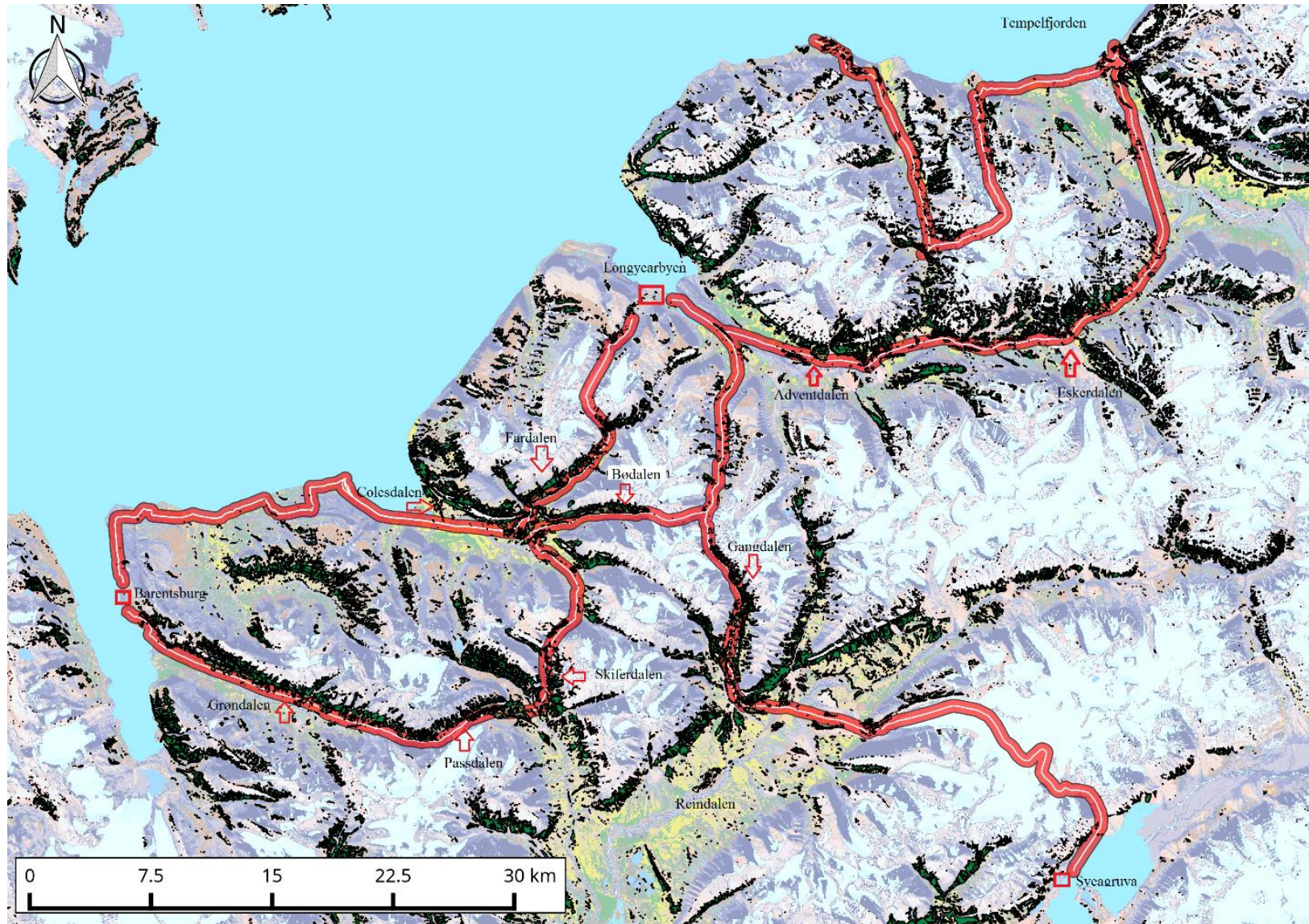
- Bart fjell, grus, blokkmark, rasmark og talluskråninger. Spredte forekomster av svalbardvalmue, polararve og vardefrytle kan forekomme.
- Våt fjellbunkemark og overrislingsmark.

## 9 Vedlegg D



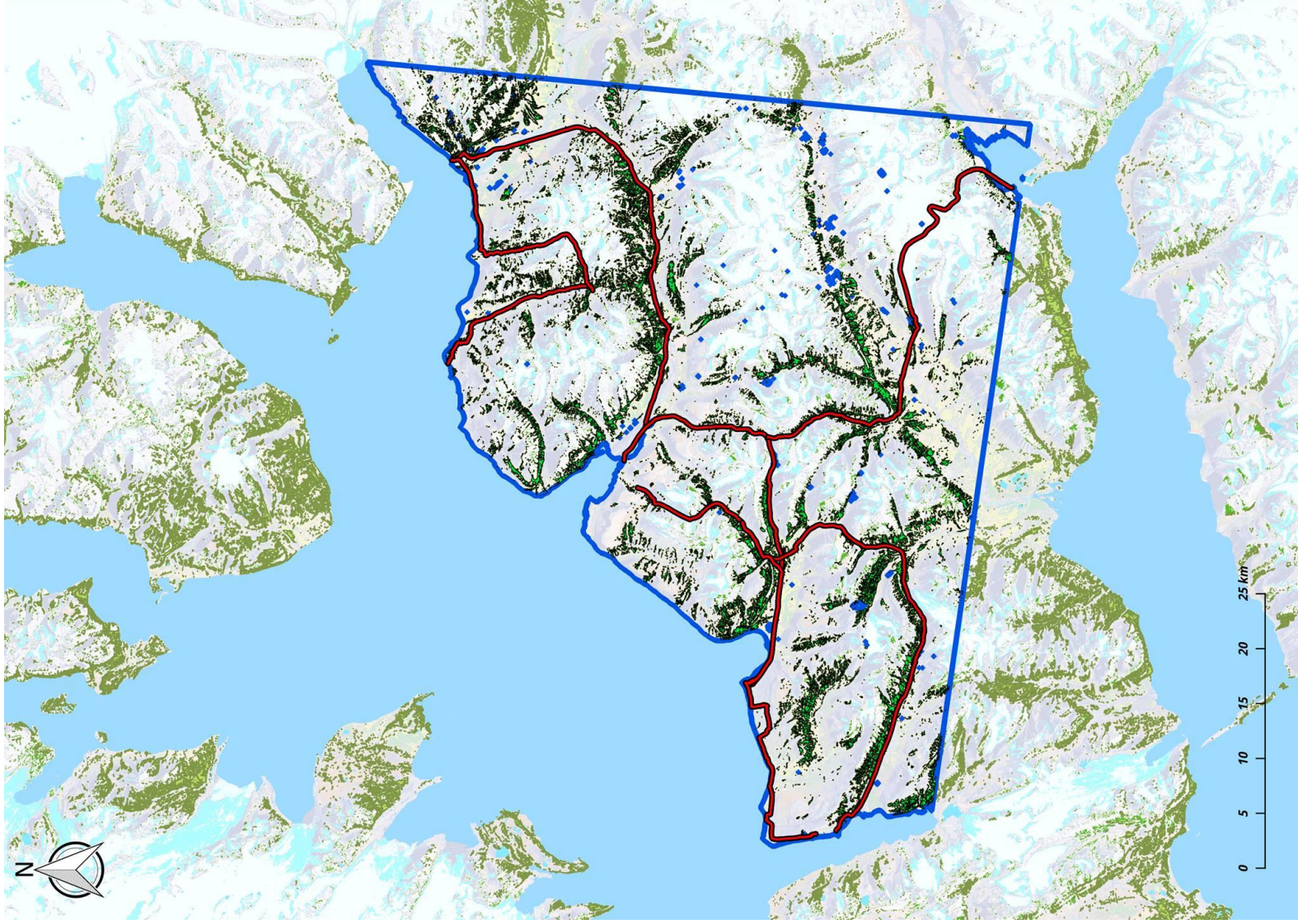
Figur 13 Oversiktskart med registrert «rabbevegetasjon» på Svalbard med hovedskutertraséene på Nordenskiöld Land. Foruten områder på Reinsdyrflya, Dickson Land og Gustav V Land/Prins Oscar Land er hovedforekomstene av rabbevegetasjon konsentrert på Nordenskiöld Land. Kilde: QGIS.

## 10 Vedlegg E



Figur 14 Nordenskiöld Land med registrert rabbevegetasjon og hovedskutertraséene med 400 m buffer. Kilde: QGIS

## 11 Vedlegg



Figur 15 Definiert studieområde (blå linje), skuterløyper (rød) og rabbevegetasjon innenfor (mørk grønn) og utenfor (lys grønn) studieområdet.

