



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Analysér av hjortepåkjørsler i Fjord, Stranda og Sykkylven kommuner

Risikomodeller og risikokart for lokale tiltak langs vegene

NIBIO RAPPORT | VOL. 9 | NR. 107 | 2023



Meisingset, E.L., Brekkum, Ø. & Støbet Lande, U.

Divisjon for Skog og Utmark, Avdeling for Vilt og Utmarksressurser

TITTEL/TITLE

Analysen av hjortepåkjørsler i Fjord, Stranda og Sykkylven kommuner - Risikomodeller og risikokart for lokale tiltak langs vegene

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Erling L. Meisingset, Øystein Brekkum & Unni Støbet Lande

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
25.08.2023	9/107/2023	Åpen	20268	18/01587
ISBN:	ISSN:		ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-03344-8	2464-1162		34	0

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Stranda, Fjord og Sykkylven kommuner

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Asle Johan Konnerth

STIKKORD/KEYWORDS:

Hjort, påkjørsler, veitrafikk, risikokart, leveområder, hjorteviltforvaltning, Møre og Romsdal, Fjord, Stranda, Sykkylven

Red deer (*Cervus elaphus*), Deer-Vehicle collisions, risk maps, space use, game management, Norway

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Skog og Utmark

Forest and Forest Resources

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Denne rapporten presenterer analyser av påkjørsler av hjort i kommunene Fjord, Stranda og Sykkylven kommuner i Møre og Romsdal. Arbeidet ble initiert i forbindelse med Sunnhjort prosjektet (2014-2019), hvor målet har vært å utvikle kunnskap om hjortens arealbruk som grunnlag for hjorteforvaltningen i regionen. I rapporten presenteres det analyser av påkjørselspunkter og hvilke faktorer som påvirker risiko for slike hendelser. I tillegg er det presentert risikokart for påkjørsler av hjort i studieområdet. Analysene er ment som et grunnlag for eventuelle tiltak langs aktuelle veistrekninger i kommunene.

This report presents analyses of red deer- vehicle collisions in the municipalities of Fjord, Stranda and Sykkylven in Møre and Romsdal. The work was initiated in connection with the Sunnhjort project (2014-2019), where the aim has been to develop knowledge related to red deer space use as a basis for red deer management in the region. The report presents analyses of red deer vehicle collisions sites and which factors affect the risk of such incidents. In addition, a risk map for red deer vehicle collisions in the study area is presented. The analyses are intended as a basis for any mitigation measures along relevant road sections in the municipalities.

LAND/COUNTRY:

Norge/Norway

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

FYLKE/COUNTY: Møre og Romsdal
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Fjord, Stranda, Sykkylven

GODKJENT /APPROVED

Jo Jorem Aarset

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Erling L. Meisingset

NAVN/NAME



Sammendrag

Hjortebestanden i Norge har hatt en nærmest eventyrlig utvikling i løpet av de siste 40 årene. Spesielt gjelder dette med hensyn til økning av bestandenes størrelse, og økning har vært størst i hjortens kjerneområde på Vestlandet og ikke minst i Møre og Romsdal. Den store økningen i bestanden ført til flere trafikkulykker hvor hjorten er innblandet. En økning i antall trafikkulykker fører både økte lidelser for dyra og døde hjort, og til økte samfunnsmessige kostnader for en stor hjortebestand.

Generelt så henger en økt påkjørselsfrekvens av hjort over tid sammen med en økt bestandstetthet og den generelle økte trafikkveksten man har sett de senere tiårene. Det er i tillegg en rekke lokale miljøfaktorer som kan påvirke risiko og den romlige og tidsmessige fordelingen av påkjørsler. Hvis man skal lykkes med å målrette avbøtende tiltak for å få ned antall påkjørte hjort er kunnskap om slike faktorer avgjørende.

Målet med prosjektet har vært å analysere påkjørselspunkter og utarbeide «risikokart» for påkjørsler av hjort. Vi brukte stedfestede påkjørsler i de tre studiekommunene for å analysere kjennetegn ved disse punktene til å modellere hvilke faktorer som bidrar til økt risiko for påkjørsler (eks. vegetasjon, fartsgrenser på vei, tetthet av hjort, etc.), og basert på disse analysene har vi utarbeidet «risikokart» som graderer soner langs veiene hvor det er økt fare for påkjørsler. Dette kan gi muligheter til å utforme spesifikke tiltak for å redusere faren for påkjørsler på utsatte strekninger.

Studieområdet inkluderte kommunene Norddal (fra 01.01.2020 en del av Fjord kommune), Stranda og Sykkylven på Indre Sunnmøre i Møre og Romsdal fylke. Området dekker om lag 2147 km² og er karakterisert med fjorder, høye og bratte fjell og med store daler.

Vi har analysert hvilke faktorer som påvirker romlig eller stedlig variasjon i risiko for påkjørsel av hjort. For å beregne romlig/stedlig risiko må vi se observasjonene i sammenheng med hva som er tilgjengelig av areal langs vegene (dvs. posisjoner der påkjørselen kunne skjedd). Spesifikt hentet vi ut følgende variabler til analysene: Avstand til nærmeste innmarksareal og til nærmeste bolighus, andelen innmark og skog (alle typer) innenfor en buffersirkel på 100 og 500 m, Topografisk variasjonsindeks (her kalt topografisk variasjon) og Fartsgrense på vegstrekningene. I analysene i denne rapporten har vi brukt kartfesta påkjørsler hentet fra hjorteviltregisteret, samt fellingsstatistikk fra statistisk sentralbyrå. Ulike miljøvariabler og fartsgrenser har vi hentet fra ulike digitale kartkilder som er tilgjengelig.

Vi estimerte verdier for de ulike miljøvariablene med en logistisk regresjon, som er godt egnet for å analysere responsvariabler med to utfall (påkørsel eller ikke påkjørsel). De estimerte parameterverdiene fra denne modellen tilsvarer den relative risikoen for påkjørsel på logaritmisk skala. Ved habitatmodellering benevnes ofte parameterestimatene for seleksjonskoeffisienter, som vi her kaller «risikokoeffisienter». Disse ble brukt til å predikere «relativ risiko» for påkjørsel. I vårt tilfelle beskriver relativ risiko et forholdstall som angir sannsynligheten for at en påkjørsel skjer på et sted (punkt) med gitte egenskaper (eks avstand til innmark) i forhold til sannsynligheten for påkjørsel på et annet sted (punkt). I analysene brukte vi til sammen 733 ulike posisjoner for sommersesongen, hvorav 128 var påkjørselspunkter og 605 var valgte punkter langs de samme vegstrekningene, og 1112 posisjoner for vintersesongen hvorav 194 var påkjørselspunkter og 918 var tilfeldige punkter.

Utgangsmodellene inkluderte følgende variabler: avstand til innmark (modell 2), andel innmark innenfor 100m (modell 1)/500m (modell 4) eller andel skog innenfor 100m (modell 3)/500m (modell 5), topografisk variasjon, fartsgrense (kategorisk; 50, 60 og 80 km/t), felte dyr pr km² tellende areal, og sesong (vinter: 1. oktober til 31.mars, sommer: 1. april til 30. september). I tillegg til de lineære effektene så testet vi for ikke-lineære effekter av forklaringsvariablene, dvs «kurvatur» i effektene. Vi inkluderte i tillegg interaksjoner (samvariasjoner) mellom de kategoriske variablene sesong og fart.

For å velge den modellen for hver av de 5 utgangsmodellene som best beskrev dataene, så gjennomførte vi modellseleksjonen basert på AIC (Akaike Information Criterion) og modellene som presenteres var de med lavest AIC verdi.

For å vise hvor påkjørsler foregår mest hyppig, laget vi en «distribusjonsmodell» som viser tettheten i den romlige fordelingen av påkjørsler basert på en kernel-distribusjon ved bruk av en «brownian brigde»-metode. Fordelingen av påkjørslerne bestemmer på denne måten den «relative sannsynligheten» for den romlige fordelingen av påkjørsler. Disse strekningene ble deretter klassifisert i skala fra lav til høy relativ påkjørselsrisiko.

I alle de fem sluttmodellene ble topografi og fartsgrense inkludert. Med økende topografi så øker den relative risikoen for at en påkjørsel skjer et gitt sted. Det at topografien påvirker risikoen er sannsynligvis knyttet til at slike steder er mindre oversiktlige for bilførerne. Risikoen for påkjørsler øker betydelig når fartsgrensen øker fra 60 km/t til 80 km/t, mens den for 60 km/t eller lavere ikke er forskjellig. Litt avhengig av hvilken modell man se på, så øker risikoen mellom 3,8 og 7,8 ganger når fartsgrensen øker fra 60 til 80 km/t.

Analysene viste videre at påkjørselsrisikoen økte med økende andel innmark innenfor en sirkel på 100m fra påkjørselspunktet, og viste at hvis andelen innmark innenfor en 100 m sirkel øker med 10% så øker relativ risiko med 7%. En økende andel skog har motsatt effekt, her reduseres risikoen med 18% per 10% redusert andel av skog innenfor 100 m. Det motsatte mønsteret av andelen innmark innenfor 100 m finner vi for variabelen avstand til innmark, hvor risikoen reduseres med 10% pr 100 m økende avstand fra innmark. Resultatene fra de tre modellene på lokalt nivå forteller noenlunde den samme historien, at aktiviteten av hjort er stor i nærhetene av innmark og at krysning av veger ofte skjer her, og dermed at risikoen for påkjørsler er større i slike områder. I utgangspunktet skulle man tro at områder med mye innmark og mindre skog skal gi en god oversikt for bilførerne og at risikoen dermed skulle bli lavere. Det at risikoen likevel er stor i slike områder har sannsynligvis sammenheng med lysforholdene. Både om vinteren og sommeren skjer påkjørslerne i stor grad på tidspunkter med lite dagslys eller mørke da sikten er lavere for bilførerne. Frekvensen av påkjørsler er størst om morgenen mellom kl. 06.00 og 08.00 og om kvelden/natten mellom kl. 19.00 og 02:00. Spesielt om morgenen overlapper dette gjerne med topper i trafikkmengde.

På landskapsnivå er mønsteret annerledes med hensyn til andel skog og andel innmark. Relativ risiko øker med andelen skog innenfor 500 m og den går ned med økende andel innmark, som er det motsatt mønsteret som vi fant ved 100 m buffersone. Den sannsynlige grunnen for dette mønsteret er at på landskapsnivå, altså på større skala, så er hjorten avhengig av skog og skogdekning. Det betyr at i slike områder har mer tilhold av hjort, og dermed så øker risikoen for påkjørsler. Det betyr også at i tilnærmet rene innmarksområder, hvor det er lang avstand til skog, så er risikoen lavere. Dette understreker igjen at i områder med en blanding av skog og innmark er risikoen høyere enn i rene skogsområder eller rene innmarksområder på lokalt nivå.

Hverken sesong eller bestandstetthet ble inkludert i sluttmodellene. Selv om flere hjort blir påkjørt i vinterhalvåret, og risikoen er høyere per se, så ser risikobildet til å være det samme gjennom året. En økning i antallet påkjørsler i månedene i vinterhalvåret har sannsynligvis størst sammenheng med at hjorten oftere krysser veiene da, fordi de i større grad brukere lavereliggende arealer hvor veiene ligger og at lysforholdene gjør det vanskeligere å oppdage kryssende hjort. Vi fant ingen direkte effekt av at bestandsstørrelsen påvirket risikofaktorene for påkjørsler, selv om det er kjent at en økning i bestanden fører ofte til flere påkjørsler og kanskje spesielt i vinterhalvåret. En svakhet med våre analyser er imidlertid at bestandstetthet i dette tilfelle ble målt som felte dyr på kommunenivå. Selv om dette fanger opp storskala endringer i bestandene, så fanger dette målet i mindre grad de lokale tetthetene og endringene i disse. Det er ganske sannsynlig at et område med høy tetthet av hjort har flere påkjørsler enn et område med mindre hjort. Dette betyr imidlertid ikke at risikofaktorene endres, selv om bestandstettheten på større skala endres.

Vi identifiserte i alt 11 vegstrekninger i studieområdet som hadde minst middels eller høy risiko over en viss distanse, der det har skjedd et visst antall faktiske påkjørsler i studieperioden. Det betyr ikke at andre strekninger er uten risiko for påkjørsler, men den er klassifisert som lavere i resten av området. Generelt ligger disse strekningene på noen av de viktigste hovedvegene, og de var mellom 0,7 km og 6,5 km lange. Hver av strekningene er beskrevet i tabell 3.

Det som vi anser som de mest aktuelle tiltakene langs de mest utsatte vegstrekningene er nedsatt fartsgrense (enten permanent eller periodevis) eller utvidet siktrydding langs vegkantene. I noen tilfeller kan også økt veibelysning eller periodevis blinkende fareskilt være aktuelt. Flere av de identifiserte strekningene var langs eller ved innmarksarealer, slik at siktrydding ikke er aktuelt her. Langs innmarksarealer eller i område dominert av innmark vil derfor nedsatt fartsgrense og/eller blinkende fareskilt være mest aktuelt. Redusert fartsgrense og/eller blinkende fareskilt har sannsynligvis største effekt hvis dette gjennomføres periodevis. Siden frekvensen av påkjørsler er størst om morgenen mellom kl. 06.00 og 08.00 og om kvelden/natten mellom kl. 19.00 og 02:00, kan dette være aktuelle perioder. Sesongmessig eller periodevis tiltak kan tilpasses de enkelte risikoområdene, siden tidspunktene mest størst risiko ofte kan variere. Hvis man har lokal kunnskap om når flest påkjørsler skjer, bør dette kunne gjennomføres og sannsynligvis ha størst effekt på føreratferden.

Utvidet siktrydding kan ha betydelig effekt i skogsområder. Ofte ligger slike områder i nærheten av innmark og siktrydding i slike områder kan være effektive tiltak. En reduksjon av hjortbestanden i lokale områder kan også være forebyggende på påkjørsler, særlig kombinert med andre tiltak.

Forord

«Sunnhjort – Et merkeprosjekt for hjort på indre Sunnmøre» ble gjennomført i perioden 2014-2019 og i den forbindelse var det et mål om å gjøre analyser av hjortepåkjørsler i regionen. Denne rapporten presenterer dette arbeidet og de analysene som er gjennomført.

Prosjektet har vært finansiert med tilskudd av viltsfondsmidler fra de tre deltakende kommunene Norddal (senere Fjord), Stranda og Sykkylven. Møre og Romsdal fylkeskommune har i tillegg årlig bidratt med midler, samt har Statens vegvesen bidratt med midler spesifikt for disse analysene. I tillegg har NIBIO bidratt med egne midler i prosjektet.

NIBIO takker alle for samarbeidet i løpet av prosjektperioden og håper at resultatene fra prosjektet kommer til nytte i hjorteforvaltningen.

Tingvoll, 21.08.2023

Erling L. Meisingset

Innhold

1	Innledning.....	9
1.1	Hjortens bestandsutvikling og kunnskapsgrunnlaget.....	9
1.1.1	Stor økning i hjortebestanden.....	9
1.1.2	Utvikling i antall trafikk drepte hjort.....	10
1.1.3	Hvorfor analysere påkjørsler?.....	10
1.2	Mål og problemstillinger.....	10
2	Materiale og metoder.....	12
2.1	Beskrivelse av studieområdet.....	12
2.2	Datagrunnlaget.....	13
2.2.1	Statistisk sentralbyrå.....	13
2.2.2	Hjorteviltregisteret.....	13
2.2.3	Kartdata og miljøvariabler.....	14
2.3	Analysen.....	14
2.3.1	Statistiske analyser – modellering av risiko for påkjørsel.....	14
2.3.2	Oppbygning og utvelgelse av risikomodeller.....	16
2.3.3	Analyseverktøy.....	17
3	Resultat og diskusjon.....	18
3.1	Påkjørselsstatistikk i studiekommunene.....	18
3.1.1	Antall trafikkdrepte hjort i offisiell statistikk.....	18
3.1.2	Registrerte påkjørsler.....	18
3.1.3	Hva karakteriserer påkjørselspunktene?.....	21
3.1.4	Risikofaktorer for påkjørsler.....	23
3.1.5	Risikostrekninger.....	28
3.1.6	Aktuelle tiltak.....	29
4	Konklusjon.....	31
	Litteraturreferanser.....	32

1 Innledning

1.1 Hjortens bestandsutvikling og kunnskapsgrunnlaget

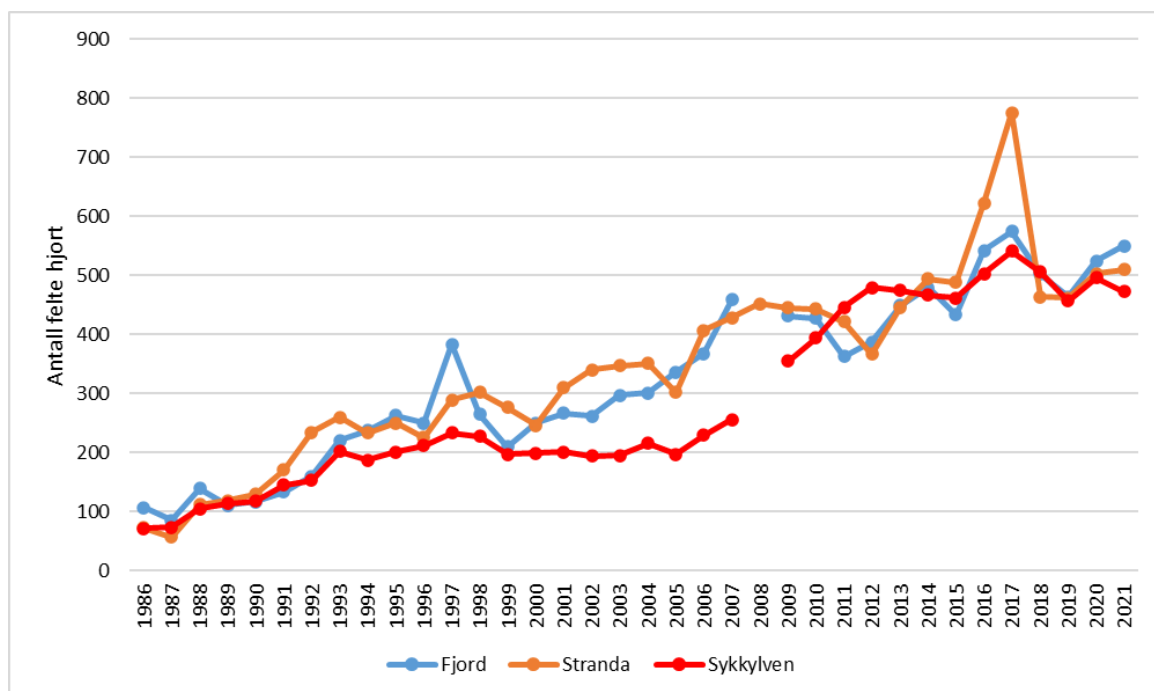
1.1.1 Stor økning i hjortebestanden

Hjortebestanden i Norge har hatt en nærmest eventyrlig utvikling i løpet av de siste 40 årene. Spesielt gjelder dette med hensyn til økning av bestandenes størrelse, og økning har vært størst i hjortens kjerneområde på Vestlandet og ikke minst i Møre og Romsdal. Økningen i hjortebestanden har ført til et betydelig større utbytte i form av felte hjort. Økningen i hjortebestanden har ført til økte inntekter i form av jaktutbytte og muligheter for omsetning av jakt og kjøtt. Stadig flere jegere har hatt muligheten til å delta i hjortejakta og flere rettighetshavere har utleie av jakt som binæring.

Men med de økte hjortestammene følger også skader på innmark (Meisingset mfl. 1997, Meisingset og Krokstad 2000) og på produktiv skog (Veiberg 2001, Øpstad mfl. 2022). I tillegg har den store økningen i bestanden ført til flere trafikkulykker hvor hjorten er innblandet (Mysterud 2004, Ueno mfl. 2009, Meisingset mfl. 2010, Rivrud mfl. 2020). En økning i antall trafikkulykker fører både økte lidelser for dyra og døde hjort, og til økte samfunnsmessige kostnader for en stor hjortebestand. I tillegg har mange kommuner betydelige utgifter i forbindelse med ettersøk av påkjørte dyr, enten de må avlives eller ikke. Påkjørsler langs våre veier utgjør en betydelig utfordring for viltforvaltningen, men også andre aktører som lokale- og regionale vegmyndigheter og landbruk/skogbrukssektoren.

Hjortebestanden har også økt mye i de tre studiekommunene i Sunnhjort (figur 1). Mønsteret er i stor grad det samme som mange andre kommuner i Møre og Romsdal og på Vestlandet for øvrig.

Avskytingen er mer enn doblet siden år 2000, selv om det var noe nedgang i 2018 isolert sett i de tre kommunene. Nedgang var stor for Stranda, men økning var da også spesielt stor det to foregående årene (figur 1).



Figur 1. Felt hjort i Norddal, Stranda og Sykkylven kommuner i perioden 1986-2021. Kilde: www.ssb.no.

1.1.2 Utvikling i antall trafikk drepte hjort

Antall trafikkdrepte hjort i Norge har økt de siste 20 årene. Fra om lag 500 drepte hjort rundt årtusenskiftet så ligger nivå nå rundt 1000 dyr årlig (figur 2). Antallet trafikkdrept hjort ligger i Møre og Romsdal på 2-300 dyr årlig, noe som har vært statusen de siste 15 årene (figur 2). Den foreløpige toppen var i 2017-2018 på 336 registrerte trafikkdrepte dyr. Antall trafikkdrepte hjort lokalt i de tre kommunene varierer en del fra år til år i denne perioden, og flest var det i 2017/18 med 28 trafikkdrepte dyr til sammen (se figur 5). Antall dyr som blir påkjørt er imidlertid vesentlig høyere enn antall trafikkdrepte, og påkjørselsfrekvensen kan være så mye som dobbelt så høy som antall drepte (se nedenfor). Generelt så henger en økt påkjørselsfrekvens av hjort over tid sammen med en økt bestandstetthet (hvor mye dyr man finner innen et geografisk område) og den generelle økte trafikkkveksten man har sett de senere tiårene (Mysterud 2004). Det er i tillegg en rekke lokale miljøfaktorer som kan påvirke risiko og den romlige og tidsmessige fordelingen av påkjørsler (Solberg mfl. 2009, Meisingset mfl. 2014, Rivrud mfl. 2020). Hvis man skal lykkes med tiltak for å få ned antall påkjørte hjort er kunnskap om slike faktorer avgjørende.

1.1.3 Hvorfor analysere påkjørsler?

Det er mulig at veier er den typen menneskelig infrastruktur med størst innflytelse på arealbruken til et bredt spekter av dyr (Forman og Alexander 1998, Trombulak og Frissell 2000, Fahrig og Rytwinski 2009), inkludert hjortedyr (Gagnon mfl. 2007). Veier kan fungere som betydelige barrierer for dyrs forflytninger, og veier resulterer i fragmentering av landskapet og tap av habitat (Spellerberg 1998, Vistnes mfl. 2004). De kan også fungere som semipermeable strukturer, hvor dyra kan krysse veiene, men hvor dyrene opplever økt risiko for skader eller død (Frair mfl. 2008).

Ulike egenskaper i landskapet og arealene omkring veiene spiller en viktig rolle i å bestemme hvor dyr faktisk krysser veiene, og risikosoner for påkjørsler er ofte assosiert med en rekke faktorer (Seiler 2005, Langbein mfl. 2011, Gunson mfl. 2011). Eksempler på slike risikofaktorer er veitetthet, veitype og kjøretøyhastighet (f.eks. (Frair mfl. 2008, Danks og Porter 2010, Neumann mfl. 2012, Meisingset mfl. 2014), trafikkmengde (f.eks. (Bashore mfl. 1985, Seiler 2005), habitat og habitatsammensetning ved og rundt veiene og landskapets utforming og topografi (f.eks. (Malo mfl. 2004, Danks og Porter 2010, Neumann mfl. 2012). I tillegg spiller ofte årstid og tid på døgnet inn på risikoen (f.eks. (Haikonen og Summala 2001, Neumann mfl. 2012).

Analysen av påkjørsler og dyras atferd i forhold til vei på mindre skalaer og de tidsmessige og romlige mønstrene for påkjørselsrisiko kan gi viktig informasjon som kan brukes til å målrette avbøtende tiltak i et menneskedominert landskap med høy aktivitet av hjort eller annet vilt.

1.2 Mål og problemstillinger

I forbindelse med Sunnhjort-prosjektet som NIBIO gjennomførte i perioden 2014-2019 (Meisingset mfl. 2020), ble det innledet et samarbeid med Statens vegvesen i tillegg til kommunene Fjord, Stranda og Sykkylven (figur 2). Målet med dette prosjektet er å analysere påkjørselspunkter og utarbeide «risikokart» for påkjørsler av hjort. Vi vil bruke stedfestede påkjørsler i de tre kommunene for å analysere kjennetegn ved disse punktene til å utarbeide risikokart for påkjørsler langs hovedveiene. Spesifikt har målene vært å:

1. Analyse av påkjørselspunkter

Ved å analysere påkjørselspunkter av hjort i regionen kan vi si noe om hva som kjennetegner disse, og hvilke faktorer (eks miljøfaktorer, topografi, etc.) som generelt kan påvirke påkjørselsfrekvensen.

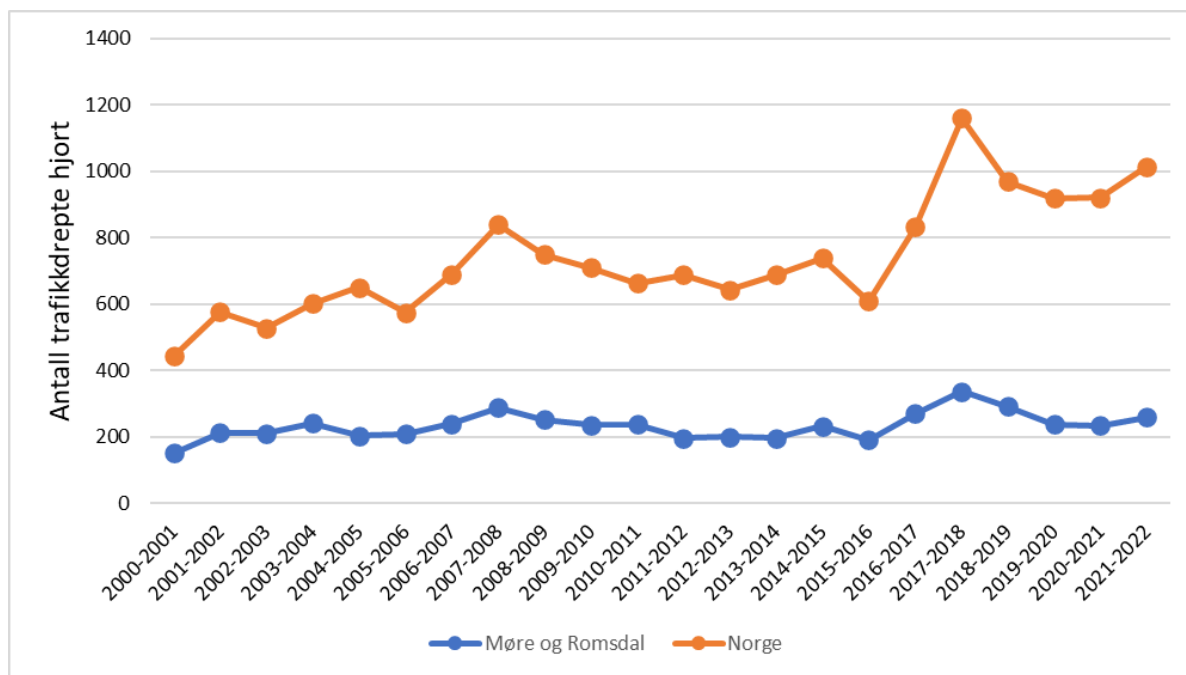
2. Utarbeide risikokart

Ved å kombinere informasjon fra påkjørselspunkter av hjort kan vi analysere risiko for påkjørsler. Man kan da modellere hvilke faktorer som bidrar til økt risiko for påkjørsler (eks. vegetasjon, fartsgrenser på vei, tetthet av hjort, etc.), og basert på disse analysene lage et «risikokart» som graderer soner langs veiene hvor det er økt fare for påkjørsler. På denne måten har man da for eksempel muligheter til å målrette spesifikke tiltak for å redusere faren for påkjørsler på utsatte strekninger.

Selv om målet først og fremst har vært å øke kunnskapen og identifisere faktorene som kjennetegner områder med hyppige påkjørsler av hjort lokalt i de tre kommunene, så har det også vært et mål om å lage et analyseverktøy for lignende analyser i framtida. Vi har basert analysene på stedfestede påkjørsler (ikke bare hendelser med døde dyr) som er registrert i hjorteviltregisteret.

Vi har undersøkt effekten av arealtyper, topografi og fartsgrenser på risiko for påkjørsler, og hvordan sesong (sommer/vinter) kan påvirke effekten av disse faktorene. Fra modellene har vi bygget risikokart for hjortepåkjørsler i de tre kommunene.

Kunnskapen vil også komme andre områder i Møre og Romsdal til gode. Både gjennom utvikling av et analysegrunnlag som er relevant for andre områder og en økt generell innsikt om hvilke risikofaktorer som fører til høyere påkjørselsfrekvens. Analysene og et risikokart vil være et viktig grunnlag for muligheter for målretting av aktuelle tiltak langs aktuelle veiene i fylket.



Figur 2. Antall trafikkdrepte hjort i Norge og Møre og Romsdal fylke fra 2000/01 til 2021/22. Kilde: www.ssb.no.

2 Materiale og metoder

2.1 Beskrivelse av studieområdet

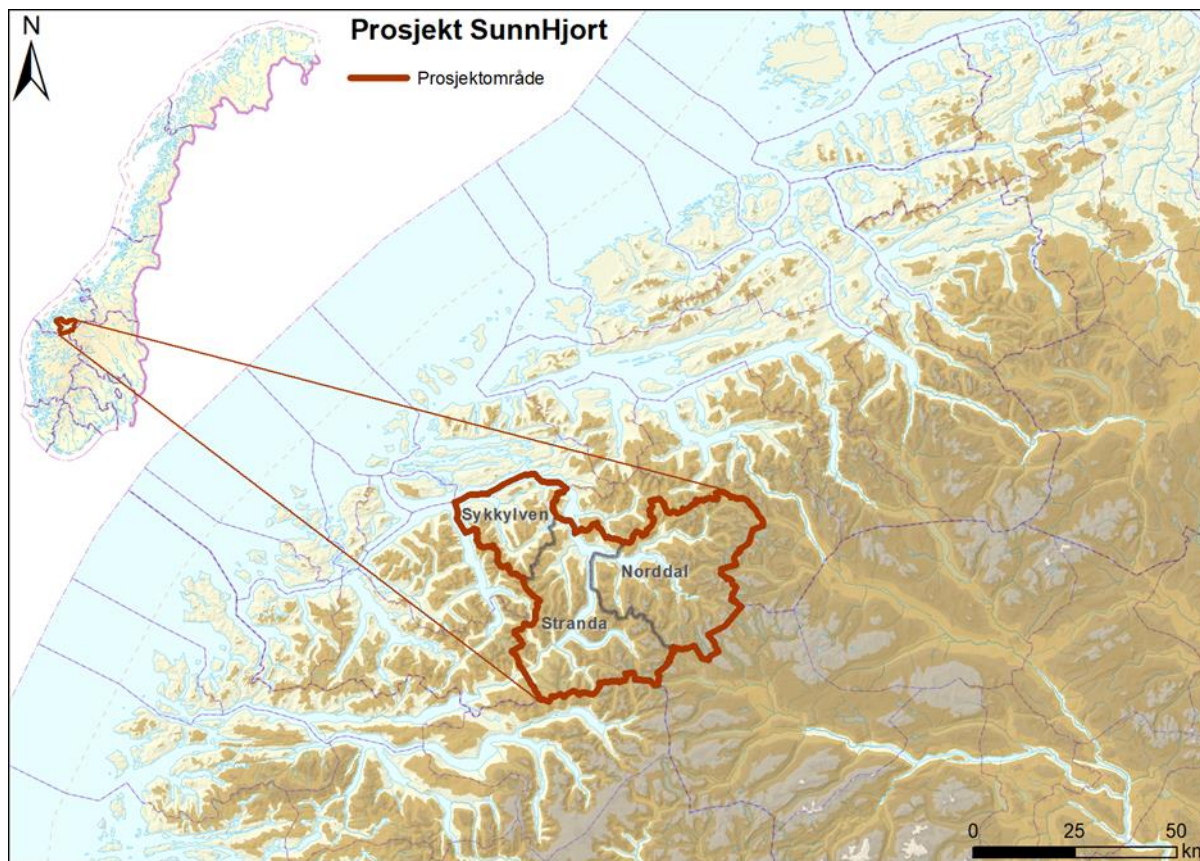
Studieområdet inkluderte kommunene Norddal (fra 01.01.2020 en del av Fjord kommune), Stranda og Sykkylven på Indre Sunnmøre i Møre og Romsdal fylke (figur 3). Området dekker om lag 2147 km² og er karakterisert med fjorder, høye og bratte fjell og med store daler. Arealet uten vann, isbre og bart fjell, grus og blokkmark utgjør 1493 km² (tabell 1).

Jordbruksområdene ligger ofte på flatere og mer fruktbare arealer, men det er også betydelige innslag av bratte jordbruksarealer. Grasproduksjon med eng og beite er den dominerende driftsformen, men i Norddal spesielt er det også en betydelig bærproduksjon. Hovedveiene er ofte plassert i forbindelse med jordbruks- og bosettingsområdene og er en del av kulturlandskapet mange steder. Innmark (jordbruksareal) utgjør 3,1 % av totalarealet, og andelen er størst i Sykkylven. Andel åpen fastmark som er betraktet som relevant hjortearreal utgjør 57,2 %, og andelen er større i Norddal og Stranda enn i Sykkylven. Skog utgjør til sammen 36,2 %, og andelen er størst i Sykkylven. Totalt er det 919 km² tellende jaktareal for hjort i de tre kommunene (tabell 1).

Området har innslag av flere vegetasjonssoner (Moen 1998). De lavereliggende arealene tilhører mellom- og sørboreal sone, med innslag av boreonemoral langs fjordene. De høyereliggende områdene tilhører alpin (oseanisk) sone. Den naturlige skogen består i stor grad av furu, bjørk og or, men gran er plantet i betydelig grad i alle kommunene. Vanlige arter i felt og bunnsjiktet er blåbær og røsslyng, men med innslag av en rekke andre arter av lauvtre, urter og gras.

Tabell 1. Arealfordeling (km²) fordelt etter ulike kategorier i de tre studiekommunene og summert for alle tre (kilde: www.ssb.no). Sum areal er summen av bebygd areal, jordbruksareal, skog, åpen fastmark og våtmark, mens totalt areal også inneholder vann, breer, bart fjell og grus- og blokkmark. Tellende areal er hentet fra www.ssb.no og %-vis tellende areal er tellende areal i forhold til sum areal.

	Norddal		Stranda		Sykkylven		Alle	
	Areal	%	Areal	%	Areal	%	Areal	%
Bebygd areal	4,8	0,9	8,2	1,3	8,3	2,9	21,3	1,4
Jordbruksareal	14,3	2,5	17,8	2,8	14,6	5,0	46,7	3,1
Skog	188,2	33,5	223,3	34,8	128,8	44,4	540,3	36,2
Åpen fastmark	349,5	62,2	379,0	59,1	125,9	43,4	854,4	57,2
Våtmark	5,0	0,9	13,0	2,0	12,3	4,2	30,3	2,0
Sum areal	561,8	100,0	641,3	100,0	289,9	100,0	1492,9	100,0
Totalt areal	943,5		865,9		337,8		2147,2	
Tellende areal	324,7		399,1		195,4		919,3	
% tellende areal	57,8		62,2		67,4		61,6	



Figur 3. Kart over prosjektområdet i Sunnhjort-prosjektet i Møre og Romsdal.

2.2 Datagrunnlaget

2.2.1 Statistisk sentralbyrå

Data fra trafikkdrepte hjort hentet vi fra Statistisk sentralbyrå (ssb.no) sin database. Vi har data fra de tre kommunene fordelt etter fallviltåret (1. april til 31. mars), fra Møre og Romsdal totalt og fra Norge for årene 2000/01 til 2021/22. Dette er den offisielle statistikken i Norge som kommunene rapporterer inn hvert år.

2.2.2 Hjorteviltregisteret

Hjorteviltregisteret (www.hjorteviltregisteret.no) er Miljødirektoratets nasjonale database for registrering og lagring av jaktdata fra hjortevilt, samt data fra fallvilt av ulike arter, herunder viltpåkjørsler. Kartfestede påkjørsler registreres som hovedregel av kommunenes viltansvarlige, eller direkte av ettersøkspersonell som utfører det praktiske arbeidet på oppdrag fra kommunen. Det er anledning til å registrere både påkjørsler som ender med at dyret dør eller blir avlivet, og tilfeller der dyret ikke blir gjenfunnet eller friskmeldes. Av disse er det kun hendelser med bekreftet dødelig utgang som rapporteres videre til SSB og blir en del av den offisielle fallviltstatistikken. Den årlige rapporteringen av fallvilt til SSB følger jaktåret (1. april-31. mars). I skjema for registrering av fallvilt i Hjorteviltregisteret, kan det fylles inn data om en rekke variabler med relevans for trafikkpåkjørte dyr: Art, kjønn, alderskategori, slaktevekt, kjøretøytype, utfall for dyret (død, avlivet, friskmeldt, mv.), dato og tidspunkt for påkjørsel, stedsangivelse med koordinater og anslått nøyaktighet på disse, vegkategori og føre-, veg- og lysforhold mm. Dette er verdifulle data i analyser av påkjørselsrisiko. I hvor stor grad og hvor nøyaktig data er utfylt kan imidlertid variere (Rivrud mfl. 2020).

Det er viktig å merke seg at tallene fra hjorteviltregisteret og antall rapportert trafikkdrepte fra Statistisk sentralbyrå ikke er direkte sammenlignbare. Året er ikke helt harmonisert og i hjorteviltregisteret registreres alle rapporterte påkjørsler. I dette ligger det også påkjørsler som ikke ender i et dødt dyr (se nedenfor). I analysene i denne rapporten har vi brukt kartfesta påkjørsler hentet fra hjorteviltregisteret.

2.2.3 Kartdata og miljøvariabler

I rapporten har vi benyttet standard digitale topografiske kart (N50/N250) fra Statens kartverk for presentasjon av kart (www.kartverket.no). Disse karta ble også brukt til å ekstrahere andre data, som for eksempel høyde over havet og topografisk variasjon. Habitat-type inndeling ble hentet fra digitale markslagskart fra kartserien AR5 fra NIBIO (www.nibio.no). For de ulike analysene ble kartinformasjonen inndelt etter innmark (fulldyrka jord, overflatedyrka jord og innmarksbeite), produktiv skog (barskog, blandingsskog og lauvskog med forventet produksjonsevne for bartrevirke større enn 0,5 m² pr daa og år), lavproduktiv skog (barskog, blandingsskog og lauvskog med forventet produksjonsevne for bartrevirke mindre enn 0,5 m² pr daa og år), myr, åpen fastmark, vann, bebygd areal/samferdsel og ikke kartlagte områder. Arealoversikt pr. kommune ble hentet fra arealstatistikk for Norge (www.kartverket.no), mens fellingsstatistikk og tellende areal ble hentet fra Statistisk sentralbyrå (www.ssb.no).

2.3 Analyser

2.3.1 Statistiske analyser – modellering av risiko for påkjørsel

For å beregne risiko for påkjørsel brukes ofte tilsvarende modeller som ved modellering av habitatseleksjon (Boyce mfl. 2002, Rivrud mfl. 2020). Felles for begge er at den relative sannsynligheten for en hendelse modelleres, mens begrepene som benyttes (risiko vs. seleksjon) er forskjellige.

Målet her er å beregne hvilke faktorer som påvirker romlig eller stedlig variasjon i risiko for påkjørsel av hjort basert på posisjoner for påkjørsler i de tre kommunene. For å beregne romlig/stedlig risiko må vi se observasjonene i sammenheng med hva som er tilgjengelig av areal langs vegene (dvs. posisjoner der påkjørselen kunne skjedd). Dette gjøres ved å generere tilfeldige punkter langs vegene for så å sammenligne de tilfeldige punktenes egenskaper med påkjørselpunktene egenskaper. Et slikt modelldesign benevnes ofte som «bruk-tilgjengelighet» design, og viser til at vi har et sett med observasjoner («bruk», betegnet som 1) og et sett med kontrollpunkter (tilfeldige punkter som beskriver «tilgjengelig», betegnet som 0). For hver enkelt observasjon (påkørsel) og kontrollpunkt (tilfeldig) har vi hentet ut informasjon om miljøegenskaper som kan ha betydning for om påkjørselen skjer, og som kan undersøkes. I vårt tilfelle har vi hentet ut informasjon fra ulike bakgrunnskart (se ovenfor), og som karakteriserer punktene (figur 4).

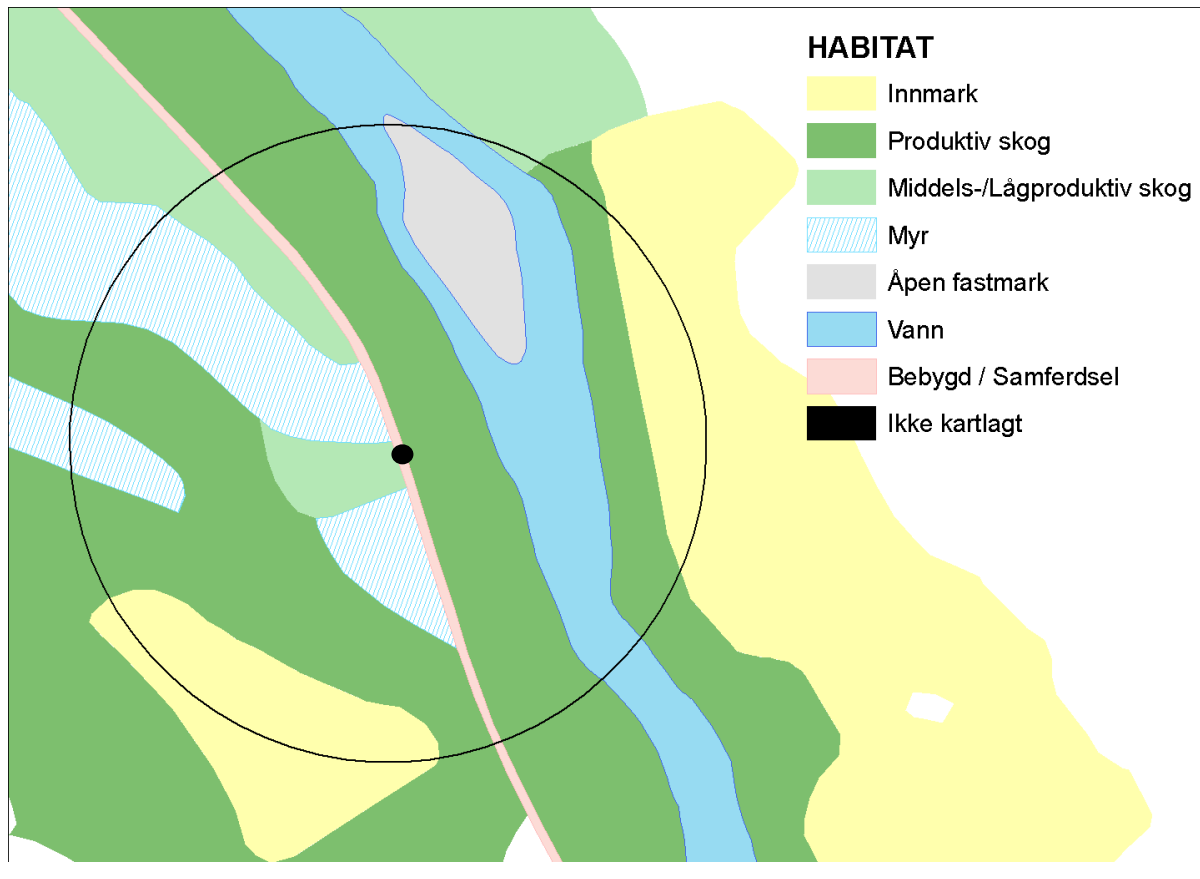
Spesifikt hentet vi ut følgende variabler til analysene:

- Avstand (m) fra punktet til nærmeste innmarksareal
- Avstand (m) til nærmeste bebygde bolighus
- Andelen innmark (alle typer) innenfor en buffersirkel (se figur 4) på 100 og 500 m
- Andelen skog (alle typer) innenfor en buffersirkel (se figur 4) på 100 og 500 m
- Topografisk variasjonsindeks (Topographic Ruggedness Index -TRI, her kalt topografisk variasjon)
- Fartsgrense på de aktuelle offentlige vegene

Den topografiske robusthetsindeksen (TRI) ble utviklet for å uttrykke høydeforskjeller mellom tilstøtende celler i en digital høydemodel (DEM)(Riley mfl. 1999). Den beregner forskjellen i høydeverdier fra en sentercelle (som i dette tilfellet inneholder påkjørselspunktet og de åtte cellene som omgir den (Riley mfl. 1999)). Så kvadrerer den hver av de åtte høydeforskjellsverdiene for å gjøre dem positive, summerer dem og tar kvadratrotten. Den beskriver med andre ord hvordan terrenget rundt et punkt ser ut fra flat mark/topografi (tilnærmet 0) til særs variabel topografi (vanligvis er maks rundt 8). I tillegg hentet vi informasjon om vegkategori for påkjørselspunktet. Vi beregnet også antallet felte hjort pr km² tellende areal for hver av de tre kommunene pr år i studieperioden som et mål på bestandstetthet og eventuelle endringer i denne. Dette er et grovt mål, men er vanlig brukt som et mål på endringer i bestandstettheten (Mysterud mfl. 2007). Det har vært en fordel om vi kunne hatt mer nøyaktig informasjon om lokal hjortetetthet for eksempel på jaktvaldnivå i samme tidsperiode, men dette var ikke tilgjengelig for denne undersøkelsen. Vi hentet videre ut fartsgrenser for de ulike offentlige vegene i kommunene. Fartsgrensene varierte fra 30 til 80 km/t på de aktuelle veistrekningene. Vi klassifiserte deretter fartsgrensen i 3 kategorier; 50 (alle strekninger med 30, 40 og 50 km/t grense), 60 (strekninger med 60 og 70 km/t fartsgrense) og 80 (alle strekninger med 80 km/t). Påkjørselspunktene og kontrollpunktene ble dermed «knyttet sammen» med miljøvariabler, bestandstetthet og veidata for å analysere effekten av ulike forhold på påkjørselsrisiko.

Deretter estimerte vi parametere for de ulike miljøvariablene med en logistisk regresjon, som er godt egnet for å analysere responsvariabler med to utfall (såkalt binær responsvariabel). De estimerte parameterverdiene fra denne modellen tilsvarende den relative risikoen for påkjørsel på logaritmisk skala. Ved habitatmodellering benevnes ofte parameterestimaterne for seleksjonskoeffisienter (Boyce mfl. 2002), som vi her kaller «risikokoeffisienter» (Rivrud mfl. 2020). Disse igjen kan brukes til å predikere «relativ risiko» for påkjørsel. I vårt tilfelle beskriver relativ risiko et forholdstall som angir sannsynligheten for at en påkjørsel skjer på et sted (punkt) med gitte egenskaper (eks avstand til innmark) i forhold til sannsynligheten for påkjørsel på et annet sted (punkt). Man kan dermed «vekto» risikoen langs ulike steder på ulike veistrekninger basert på informasjonen for modellene. Den angir ikke absolutt risiko, eks. hvor mange påkjørsler det vil være på ett år, men relativ risiko som et forholdstall om forskjell i sannsynlighet for at en påkjørsel skjer ett sted kontra et annet sted med gitte miljømessige forhold.

Påkjørslene eller «observasjonene» fra de tre studiekommunene som blir brukt i analysene må sammenlignes med kontrollpunkter langs vegene i det samme området og langs de samme vegene (Figur 10). Vi genererte 4-5 kontrollpunkter for hvert påkjørselspunkt, siden det er vanlig med 3-5 kontrollpunkter per observasjon i generelle «bruk-tilgjengelighet» modeller. I vårt tilfelle tok vi et tilfeldig uttrekk av kontrollpunkter som resulterte i 5 kontrollpunkter per påkjørsel i Stranda og Sykkylven, mens forholdet var 4:1 i Fjord. Den tilfeldige fordelingen av kontrollpunktene ble en vurdering av nok punkter fordelt langs veiene i forhold til antallet påkjørsler per kommune og at de skulle stå noenlunde i forhold til antallet kilometer med offentlige veg det er i kommunen. Til sammen gav dette 733 posisjoner for sommersesongen, hvorav 128 påkjørselspunkter og 605 tilfeldig punkter, og 1112 posisjoner for vintersesongen hvorav 194 påkjørselspunkter og 918 tilfeldige punkter.



Figur 4. Illustrasjon av et kartfesta påkjørselspunkt med ulike habitatklasser i kartet. Sirkelen illustrerer en buffer på 100 eller 500 m rundt påkjørselspunktet.

2.3.2 Oppbygning og utvelgelse av risikomodeller

For å teste ut hva som påvirker risikoen for påkjørsler brukte vi logistiske regresjonsmodeller med eller uten tilfeldige effekter, såkalt GLMs (Generell lineære modeller) eller GLMMs (Generelle lineære blanda modeller). De ble kjørt og modellert i statistikkprogrammet R med pakken «lme4» (Bates et al. 2015) for å beregne effektene av ulike variabler. Vi utviklet to ulike separate modellsett for å kunne beskrive påkjørselspunktene egenskaper, ett på «lokalt» nivå med andel av innmark og skog på 100m buffer og en på «landskapsnivå» med andel innmark og skogshabitat med 500m buffer rundt selve påkjørselspunktet.

Siden man kan forvente seg at kommunene kan være litt forskjellige av flere hensyn (for eksempel antall km vei) så testet vi først om «kommune» burde inkluderes som en tilfeldig effekt. I alle modellsettene falt denne ut og vi valgte dermed å bruke vanlig GLM hvor responsvariabelen var påkjørselspunkt (1) versus tilfeldig valgt punkt (0). Vi testet videre korrelasjonen (Peasons produktmoment korrelasjon; r) mellom de ulike variablene som vi ville inkludere, for å unngå for nær sammenheng mellom en eller to variabler. Det viste seg at variablene «avstand til innmark» og «avstand til bolig» var tett korrelert ($r=0,78$), og vi valgte dermed å gå videre med kun «avstand til innmark» fordi vi anså den som mest relevant. Gjennom testing av modellen før et endelig modelloppsett viste det seg at miljøvariablene «avstand til innmark», «andel innmark» og «andel skog» påvirker modellresultatet når de inkluderes i samme modell, selv om de i utgangspunktet ikke var veldig tett korrelert ($r < 0,4$). Vi gjennomførte derfor ulike modellutvelgelser basert på fem utgangsmodeller hvor avstand til innmark, andel innmark innenfor 100m og 500m og andel skog innenfor 100 og 500m ble inkludert i de ulike modellene sammen med de andre variablene.

Utgangsmoellene inkluderte dermed følgende variabler: avstand til innmark (modell 2), andel innmark innenfor 100m (modell 1)/500m (modell 4) eller andel skog innenfor 100m (modell 3)/500m (modell 5), topografisk variasjon (TRI), fartsgrense (kategorisk; 50, 60 og 80 km/t), felte dyr pr km² tellende areal, og sesong (vinter: 1. oktober til 31.mars, sommer: 1. april til 30. september). I tillegg til de lineære effektene så testet vi for ikke-lineære effekter av forklaringsvariablene, dvs «kurvatur» i effektene. Det gjorde vi ved å inkludere kvadrerte verdier av de kontinuerlige variablene som egne variabler. Vi inkluderte i tillegg interaksjoner (samvariasjoner) mellom de kategoriske variablene sesong og fart, men ikke mellom de kontinuerlige variablene fordi utvalget (antallet påkjørsler) ikke var stort nok til det.

For å velge den modellen for hver av de 5 utgangsmoellene som best beskriver dataene, så gjennomførte vi modellseleksjonen basert på AIC (Akaike Information Criterion). I utgangspunktet er det modellen med lavest AIC som er å foretrekke, men modeller med $\Delta AIC < 2$ anses ofte som likeverdige modeller (Burnham og Anderson 2002). I praksis gjør man dette ved å starte med en modell hvor alle variable er inkludert, for så å kutte ut en og en variabel til man står igjen med den modellen med laveste verdi eller den med færrest variabler innenfor en $\Delta AIC < 2$.

Modellresultatene som presenteres her er de med lavest AIC. Predikert relativ påkjørselsrisiko for hver av variablene inkludert i modellene blir vist i figur ved å predikere påkjørselsrisiko separat for hver variabel. Det vil si at for skog predikeres påkjørselsrisiko for alle verdier av andel skog innenfor påkjørselspunktet, mens de øvrige variablene holdes uforandret på gjennomsnittet av den enkelte variabelen. De predikerte verdiene ble videre skalert for hver variabel ved å dele på den høyeste predikerte verdien, slik at den predikerte relative påkjørselsrisikoen varierte mellom 0 og 1.

For å vise hvor påkjørsler foregår mest hyppig, har vi laget en «distribusjonsmodell» som viser tettheten i den romlige fordelingen av påkjørsler basert på en kernel-distribusjon ved bruk av en «brownian brigde»-metode (Horne mfl. 2007, Calenge 2019). I praksis ble dette gjort ved å sortere posisjonene i rekkefølge langs veiene og lage fiktive tidspunkter som reflekterte rekkefølgen på påkjørselspunktene. Fordelingen av påkjørslerne bestemmer på denne måten den «relative sannsynligheten» for den romlige fordelingen av påkjørsler.

Vi viser dette gjennom å plote den såkalte utnyttelses distribusjonen (UD; «Utilization distribution») av posisjonene langs påkjørsels-strekningene på ulike skalaer på kart. Disse strekningene ble deretter klassifisert i skala fra lav (60 % kontur) til høy (20 % kontur) relativ påkjørselsrisiko basert på UD konturene.

2.3.3 Analyseverktøy

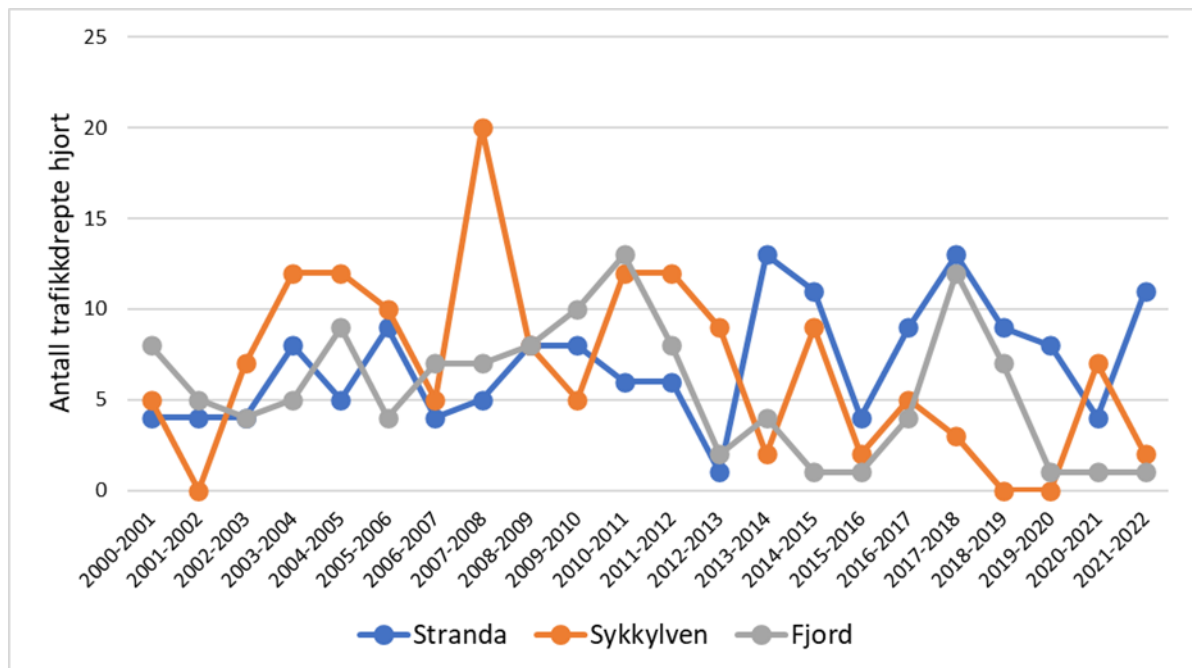
Til å behandle data, hente ut og beregne egenskaper for påkjørselsposisjoner for hjort og gjøre analyser har vi benytta flere ulike dataprogram. Kart- og analyseprogrammet Q-GIS (www.qgis.org) ble brukt til å beregne forskjellige verdier av ulike miljøvariabler og til utføre noen ulike analyser og kartframstillinger. De statistiske analysene ble utført i programmet R (www.r-project.org) med ulike programpakker. For behandling av data og framstilling av enkle figurer brukte vi programmene Minitab (www.minitab.com) og Microsoft Excel 2010.

3 Resultat og diskusjon

3.1 Påkjørselsstatistikk i studiekommunene

3.1.1 Antall trafikkdrepte hjort i offisiell statistikk

Totalt ble det registrert 423 trafikkdrepte hjort fra 2000/01 til 2021/22 i studiekommunene, mens det siden 2009/10 har blitt registrert 236 trafikkdrepte. I gjennomsnitt har det blitt registrert 19,2 trafikkdrepte hjort årlig siden 2000, mens det siden 2009 har blitt registrert 18,2 årlige trafikkdrepte. Årlig antall påkjørte hjort varierte en god del i de tre kommunene (figur 5). I Stranda har tallet variert fra 1 til 13 dyr årlig og selv om variasjonen er betydelig så har det vært registrert flest trafikkdrepte siden 2013. I Sykkylven var det en økning fra til 2007/08, mens det siden har vært en nedadgående trend. I to av de fire siste åra har det ikke blitt rapportert om trafikkdrepte hjort, mens variasjonen i hele perioden siden 2000/01 var mellom 0 og 20 dyr årlig. I Fjord kommune har det variert mellom 1 og 13 årlige trafikkdrepte hjort. I løpet av de 10 siste årene har det i 8 av åra vært registrert mindre enn 4 trafikkdrepte hjort.

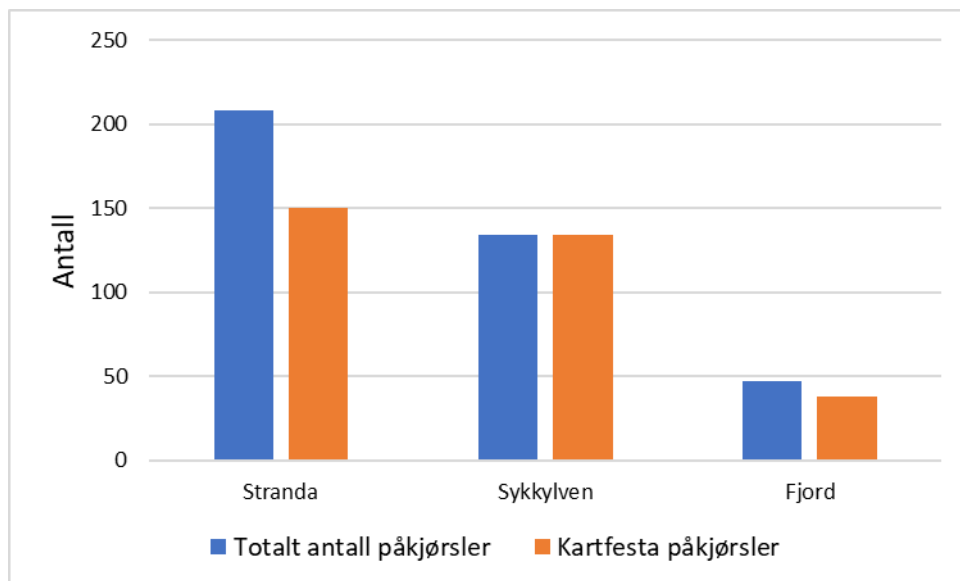


Figur 5. Antall trafikkdrepte hjort registret per år i perioden 2000/01 til 2021/22 fordelt etter kommune i studieområdet. Kilde: www.ssb.no.

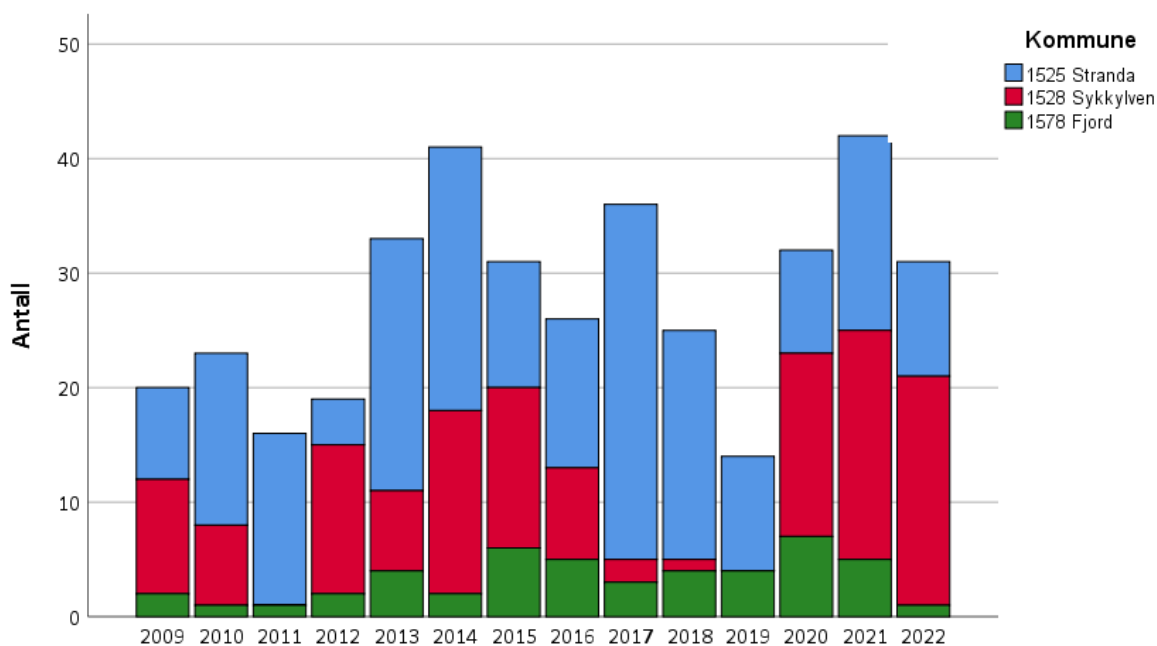
3.1.2 Registrerte påkjørsler

I Hjorteviltregisteret er det registrert 389 påkjørsler i de tre kommunene i perioden 01.01.2009 – 31.12.2022, fordelt på 208 i Stranda, 134 i Sykkylven og 47 i Fjord kommune (figur 6). I gjennomsnitt ble det registrert knappe 28 påkjørsler pr år, med en variasjon fra 14 i 2019 til 42 i 2021 (figur 7). Det er en betydelig variasjon mellom åra, med det er en svak tendens til økning i perioden totalt sett. For den enkelte kommune varierer det også gjennom perioden. For Stranda var det en økning fram til 2017, for så å avta etter det. I Sykkylven har det vært et vesentlig høyere nivå for påkjørsler i perioden 2020-2022 i forhold til de tre foregående åra. Variasjonen har vært mindre i Fjord og er uten en tydelig trend i utviklingen i løpet av perioden. Av de 389 påkjørslene hadde 322 eller 82,8 % kartfesta

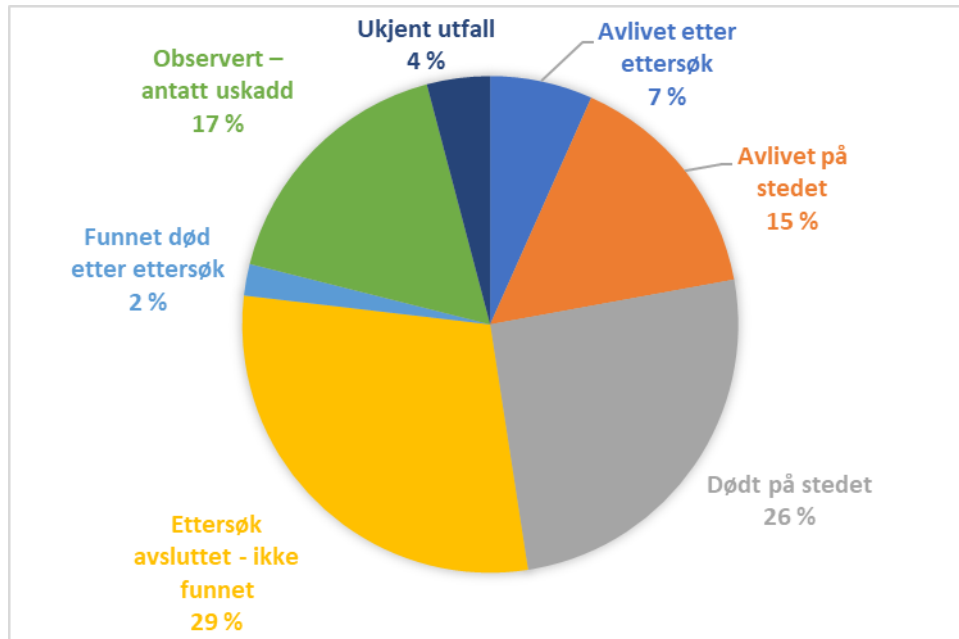
posisjoner og henholdsvis var det 150 kartfesta posisjoner i Stranda, 134 i Sykkylven og 38 i Fjord. Disse kartfesta påkjørselsposisjonene danner grunnlaget for risikoanalysene (se kap. 3.1.5).



Figur 6. Totalt antall registrerte påkjørsler og kartfesta antall påkjørsler fordelt på de tre studiekommunene. Kilde: www.hjorteviltregisteret.no



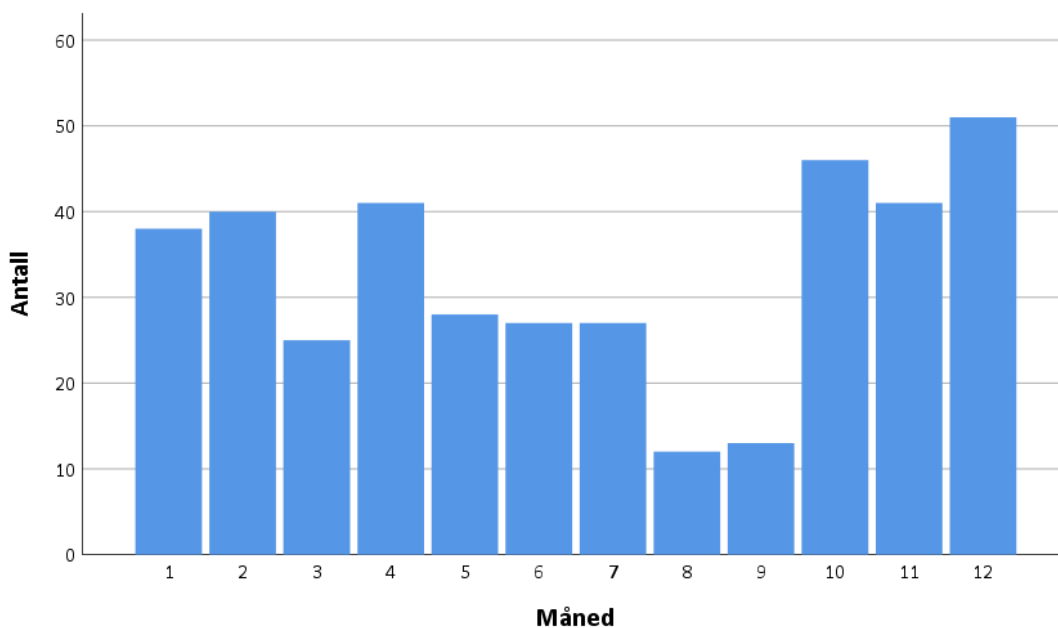
Figur 7. Årlig antall påkjørte hjort i perioden 2009-2022 fordelt på de tre studiekommunene. Kilde: Hjorteviltregisteret.no



Figur 8. Fordelingen av utfall av registrerte påkjørte hjort i perioden 2009-2021 i de tre studiekommunene som er rapportert i hjorteviltregisteret (n=389). Kilde: www.hjorteviltregisteret.no

Utfallet av påkjørslene er skissert i figur 8. Knappe 50% av påkjørslene endte med et dødt dyr som resultat, enten av det var dødt på stedet, ble avlivet på stedet eller etter ettersøk, eller ble funnet dødt etter ettersøk. I 29% av tilfellene ble det gjennomført et ettersøk uten å finne dyret, mens i 17% av tilfelle ble det påkjørte dyret observert og antatt uskadd. Til sammen 4% av tilfellene står registret med ukjent utfall.

Det er registrert flest påkjørsler seinhøstes og desember er den måneden i året som har hatt flest påkjørsler i perioden 2009-2022 (figur 9). Minst påkjørsler er registrert i august og september.



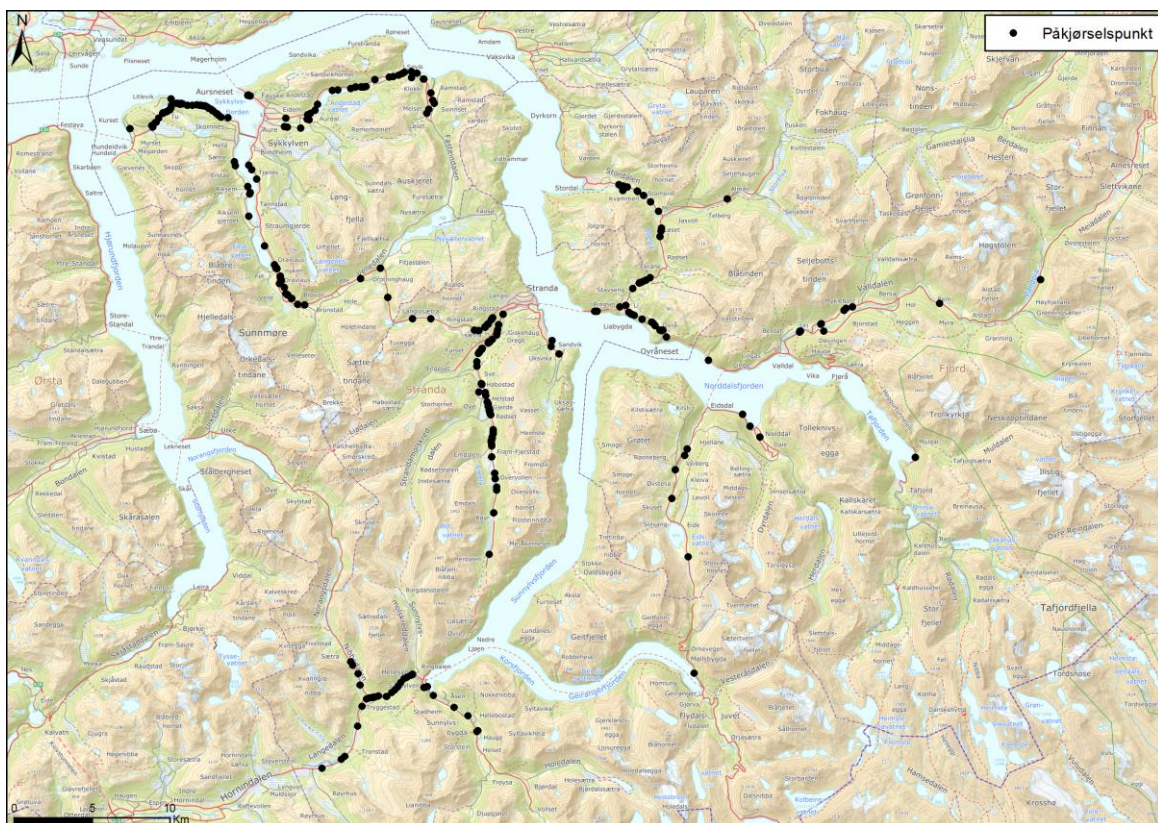
Figur 9. Antall registrerte påkjørsler i hjorteviltregisteret fordelt etter måned i perioden 2009-2022. Kilde: Hjorteviltregisteret.no

3.1.3 Hva karakteriserer påkjørselspunktene?

Av de 322 stedfestede påkjørselspunktene så skjedde 297 (92,2%) på riksveiene/fylkesveiene, mens de resterende 25 (7,8%) skjedde på kommunale veier (figur 10). Alle påkjørslerne i Fjord kommune ble registret på riksvei, til sammen 38 stk., mens i Stranda skjedde 148 av påkjørslerne på riksvei og 2 påkjørsler på kommuneveier. I Sykkylven var skjedde 111 stk. på riksveier og 23 stk. på kommunale veier.

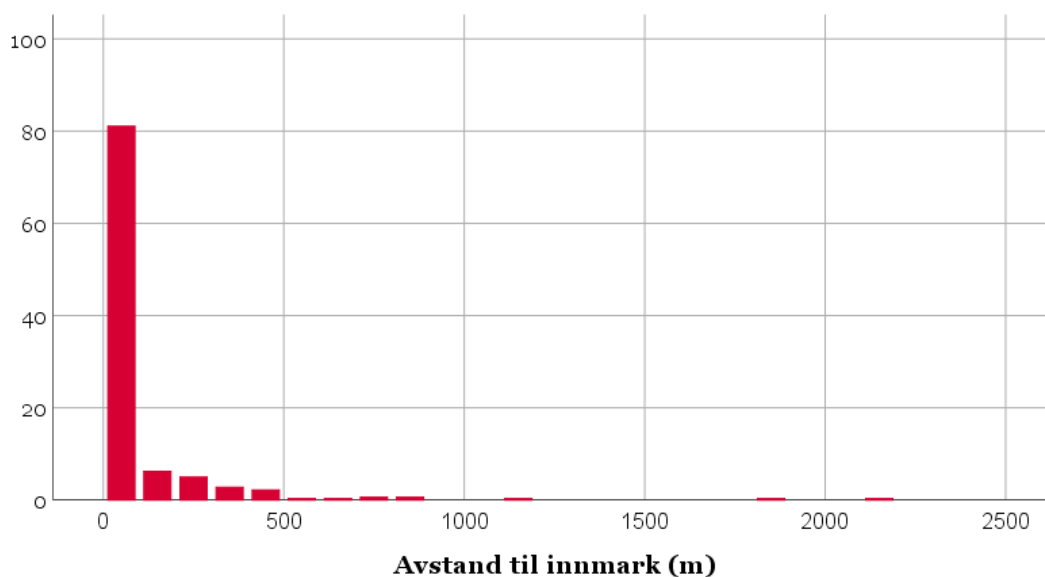
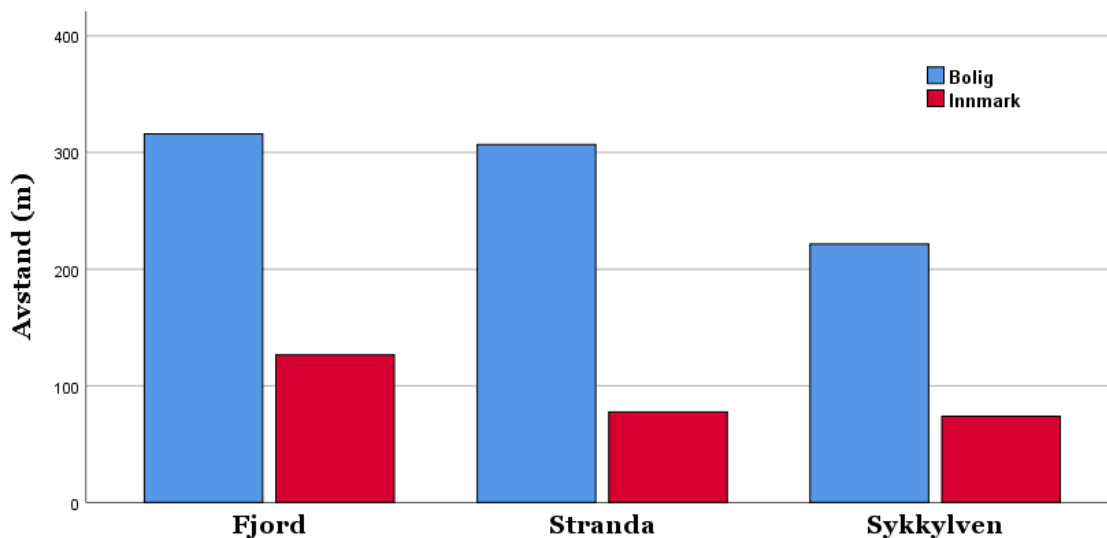
Påkjørselspunktene lå i gjennomsnitt 82 m (standardavvik [sd] $\pm 211,7$ m) fra nærmeste innmark, med variasjon fra 0 til 2102 m. Avstanden var i gjennomsnitt noe lengre i Fjord sammenlignet med Stranda og Sykkylven (figur 11, øverst). Hele 81% av påkjørslerne skjedde innen 100 m fra innmark (figur 11, nederst), og så mange som 56% skjedde mindre enn 10 m fra innmarka. Dette vil i praksis si at påkjørslerne i stor grad skjer i innen jordbrukslandskapet. Avstanden til nærmeste bolighus var i gjennomsnitt 272 m (sd $\pm 383,4$ m), og var noe kortere i Sykkylven enn i de to andre kommunene (figur 11, øverst). Variasjonen var også her betydelig fra 20 m til 3515 m.

Andel innmark innenfor en buffer (formet som en sirkel) på 100 og 500 m var henholdsvis i gjennomsnitt på 32% og 22,1% (figur 12, øverst). Variasjonen var fra 0 til 90% innenfor bufferen på 100 m, mens den varierte fra 0 til 71% innenfor bufferen på 500 m fra punktet. Andelen innmark var noe høyere i Fjord enn i de to andre kommunene for begge kategoriene, sannsynligvis fordi de fleste påkjørslerne her skjer på hovedveiene i Stordal og i Valldal hvor arealet er dominert av innmark (figur 12, nederst). Andelen innmark er i 500 m bufferen rundt påkjørselspunktet er stort sett noe lavere enn i 100 m bufferen, og også her er den noe større i Fjord enn i Stranda og Sykkylven. For andelen skog ser man at den er noe større i Sykkylven enn i de to andre kommuner for 100 m bufferen, mens den i 500 m bufferen er noe større i Stranda (figur 12, nederst). De to siste variablene sier mest om hvordan landskapet er sammensatt, og må vurderes som risiko på landskapsnivå.

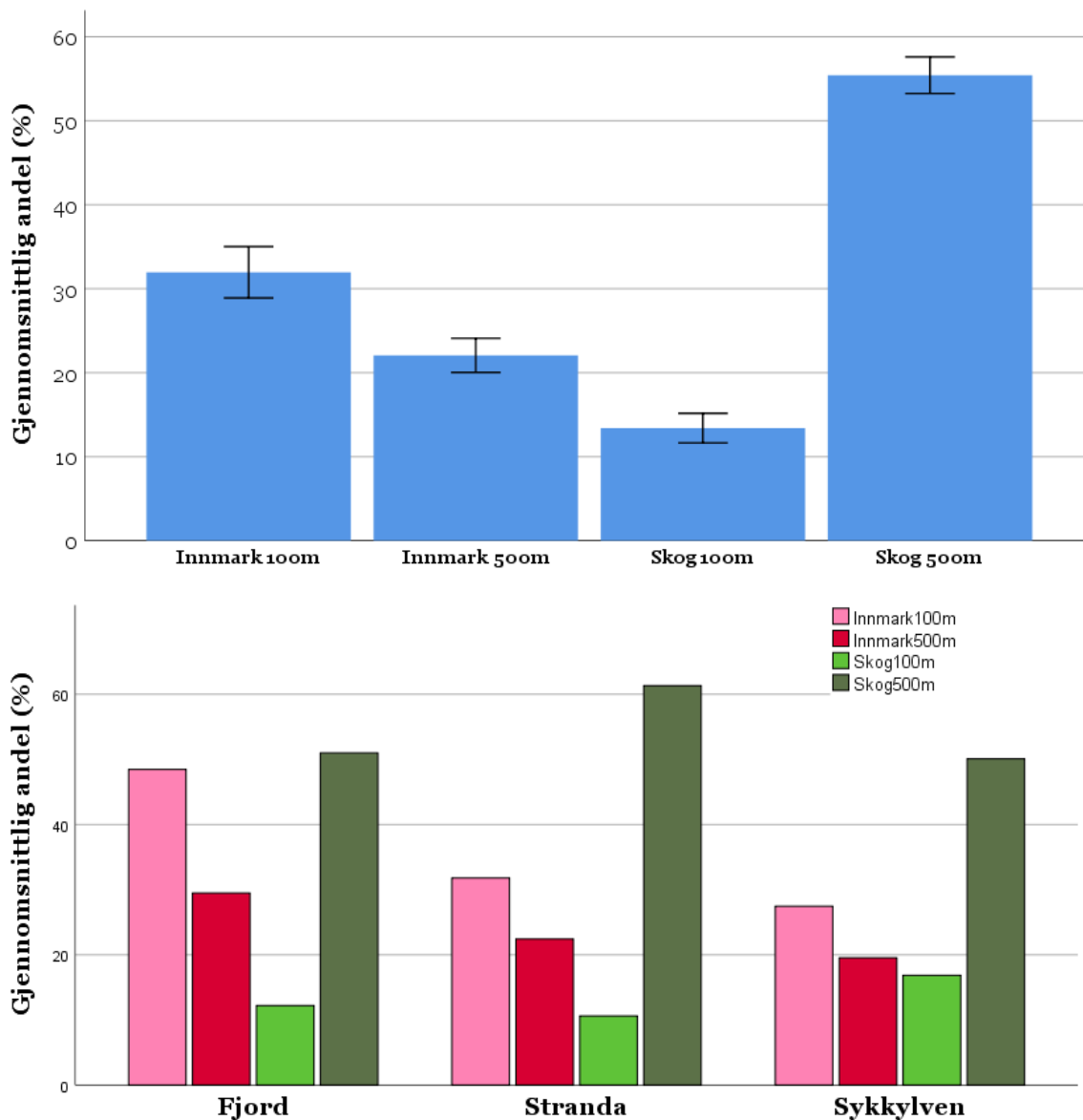


Figur 10. Oversikt over kartfesta påkjørselspunkter som er brukt i analysene (n=322). Kilde: www.hjorteviltregisteret.no.

Topografisk variasjonsindeks (TRI) har en gjennomsnittsverdi på 1,37 ved påkjørselspunktene, og varierte fra 0,125 til 7,18. Den var noe høyere i Stranda enn i de to andre kommunene. Denne verdien i seg selv sier ikke så mye, og må derfor sees i sammenheng med de tilgjengelige punktene og analysene (se nedenfor).



Figur 11. Gjennomsnittlig avstand (m) til nærmeste bolig (blå kolonner) og nærmeste innmark (røde kolonner) for påkjørselspunkter fordelt etter kommune (øverst), og fordelingen av avstand til innmark til påkjørselspunktene (nederst).



Figur 12. Gjennomsnittlig andel av innmark og skog innenfor en buffer (sirkel) på 100 m og 500 m rundt påkjørselspunktene (øverst) og gjennomsnittlig andel (%) av de samme variablene fordelt på de tre kommunene (nederst).

3.1.4 Risikofaktorer for påkjørsler

For å finne romlig eller stedlig variasjon i risikofaktorer for påkjørsler brukte vi en såkalt «risikomodel», hvor ulike miljøfaktorer ble testet. For å beregne denne stedlige risikoen må påkjørselspunktene sammenlignes med andre (tilfeldige) punkter langs de samme vegene, dvs. posisjoner der påkjørselen kunne skjedd. For hver enkelt observasjon (påkørsel) og kontrollpunkt (tilfeldig) har vi hentet ut informasjon om miljøegenskaper som kan ha betydning for om påkjørselen skjer akkurat der (dette er forklart mer i detalj i kap. 2.3.1.).

Utgangsmoellene ble basert på to skalaer av tilgang til innmark og skog, andel innmarksareal og andel skogareal innen en sirkel på 100m («lokalt nivå») og 500m («landskapsnivå») rundt påkjørselspunktene, samt avstand til innmark. Dette gav oss til sammen 5 ulike modeller, som gav konsistente resultater i forhold til hvilke variabler som ble inkludert i sluttmodellene (se tabell 2).

I alle de fem sluttmodellene ble topografi og fartsgrense inkludert (figur 13, tabell 2). Dette vil i praksis si at topografi og fartsgrense er viktig for risiko for påkjørsler uavhengig av de andre variablene man tester for. Med økende topografi så øker den relative risikoen for at en påkjørsel skjer et gitt sted, men risikoen flater ut når den topografiske variasjonen blir veldig høy (figur 13a). Det at topografien påvirker risikoen er sannsynligvis knyttet til at slike steder er mindre oversiktlige for bilførerne, og at i områder med mye topografisk variasjon så har bilførerne mindre oversikt av området rundt selve vegbanen. Fra tidligere undersøkelser vet vi at hjorten oftere krysser veier på steder med mindre topografisk variasjon (Meisingset et al. 2013). Så selv om hjorten krysser vegen sjeldnere på plasser med mye topografi, så er risikoen for påkjørsler høyere, noe som understreker at dette er en såkalt «fører-effekt».

Risikoen for påkjørsler øker betydelig når fartsgrensen øker fra 60 km/t til 80 km/t, mens den for 60 km/t eller lavere ikke er forskjellig. Litt avhengig av hvilken modell man velger (tabell 2), så øker risikoen mellom 3,8 og 7,8 ganger, når fartsgrensen øker fra 60 til 80 km/t. Dette tilsvarer en økning på 265 til 685% i risiko. Tidligere undersøkelser i Møre og Romsdal har vist at en økning i fartsgrensen fra 50 til 60 km/t gir 7 ganger høyere relativ risiko for påkjørsel, mens en økning fra 50 til 80 km/t gir 14 ganger høyere risiko (Meisingset mfl. 2014). Tilsvarende resultat er funnet for elgpåkjørsler i Sverige (Seiler 2005, Neumann mfl. 2012) og i USA (Danks og Porter 2010). Når det gjelder vegkategori, så gjelder de samme faktorene begge vegtyper selv om det er flest påkjørsler på «de større» riks/fylkesveiene (hovedveiene). Det var imidlertid litt «ubalanse» i dataene, slik at vi ikke eksplisitt kan teste om det er forskjell i risiko mellom vegkategoriene. Dette har igjen sammenheng med at fartsgrensen ofte er høyere på hovedveiene.

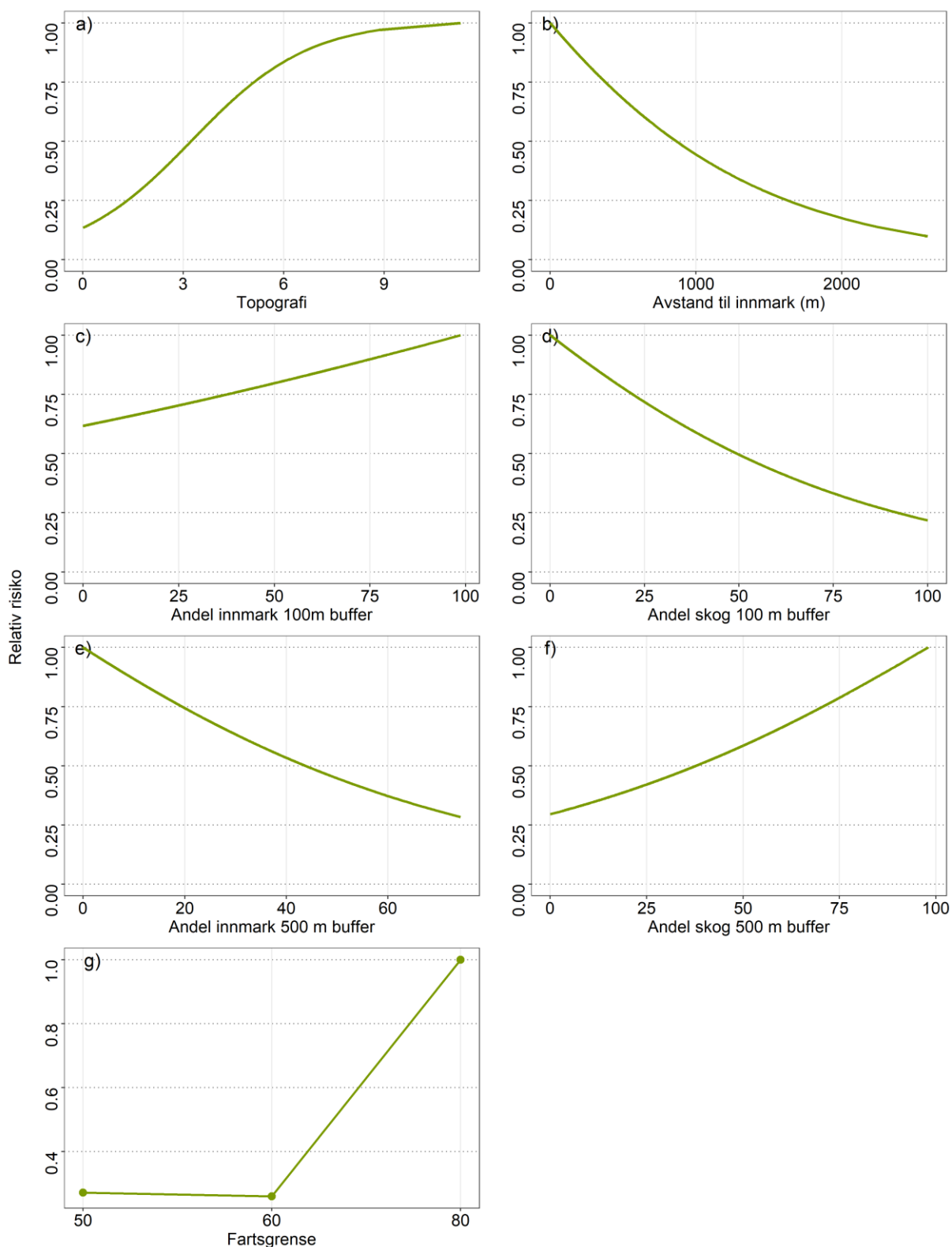
Med økende andel innmark innenfor en sirkel på 100m fra påkjørselspunktet så øker risikoen (figur 13c), mens økende andel skog har motsatt effekt (figur 13d). Modellen forteller at hvis andelen innmark innenfor en 100 m sirkel øker med 10% så øker relativ risiko med 7%. Det at risikoen avtar med andel skog innenfor 100m sier noenlunde det samme (18% reduksjon per 10% redusert andel av skog innenfor 100 m), og at hjorten sannsynligvis krysser vegene mindre i rene skogsområder. Det motsatte mønsteret av andelen innmark innenfor 100 m finner vi for variabelen avstand til innmark (figur 13b). Her går risikoen ned med 10% pr 100 m økende avstand fra innmark. Siden hjorten ofte er å finne på innmark eller i nærheten av innmark i store deler av året, vil hjorten ofte krysse veger i forbindelse med beiting. Resultatene fra de tre modellene på lokalt nivå forteller noenlunde den samme historien, at aktiviteten av hjort er stor i nærhetene av innmark og at krysning av veger ofte skjer her, og dermed at risikoen for påkjørsler er større i slike områder. Er topografien i tillegg variabel og fartsgrensen 80 km/t, vil dette ytterligere øke risikoen.

I utgangspunktet skulle man tro at områder med mye innmark og mindre skog skal gi en god oversikt for bilførerne og at risikoen dermed skulle bli lavere. Det at risikoen likevel er stor i slike områder har sannsynligvis sammenheng med lysforholdene. Både om vinteren og sommeren skjer påkjørslerne i stor grad på tidspunkter med lite dagslys eller mørke (figur 14), da sikten er lavere for bilførerne. Frekvensen av påkjørsler er størst om morgenen mellom kl. 06.00 og 08.00 og om kvelden/natten mellom kl. 19.00 og 02.00. Spesielt om morgenen overlapper dette gjerne med topper i trafikkmengde. I tillegg overlapper tidspunktene med når hjorten er i aktivitet og krysser veiene oftest (Meisingset mfl. 2013).

På landskapsnivå er mønsteret annerledes med hensyn til andel skog og andel innmark (figur 13e og f, tabell 2). Relativ risiko øker med andelen skog innenfor 500 m og den går ned med økende andel innmark, som er det motsatt mønsteret som vi fant ved 100 m buffersone. Den sannsynlige grunnen for dette mønsteret er at på landskapsnivå, altså på større skala, så er hjorten avhengig av skog og skogdekning. Det betyr at i slike områder har mer tilhold av hjort, og dermed så øker risikoen for påkjørsler. Det betyr også at i tilnærmet rene innmarksområder, hvor det er lang avstand til skog, så er risikoen lavere. Dette understreker igjen at i områder med en blanding av skog og innmark er risikoen høyere enn i rene skogsområder eller rene innmarksområder på lokalt nivå.

Hverken sesong eller bestandstetthet ble inkludert i sluttmodellene (unntatt modell 3, tabell 2). Selv om flere hjort blir påkjørt i vinterhalvåret, og risikoen er høyere per se, så ser risikobildet til å være det samme gjennom året. Det betyr i praksis at risikofaktorene er uforandret gjennom året. En økning i antallet påkjørsler i månedene i vinterhalvåret har sannsynligvis størst sammenheng med at hjorten oftere krysser veiene da, fordi de i større grad brukere lavereliggende arealer hvor veiene ligger og at lysforholdene gjør det vanskeligere å oppdage kryssende hjort. Topper i antall påkjørsler i mørke perioder av døgnet og/eller året er funnet hos en rekke andre studier på hjortedyr både i Norge og mange andre steder på den nordlige halvkule (Haikonen and Summala 2001, Sudharsan et al. 2006, Haikonen and Summala 2001, Dussault et al. 2006, Danks and Porter 2010, Meisingset 2014).

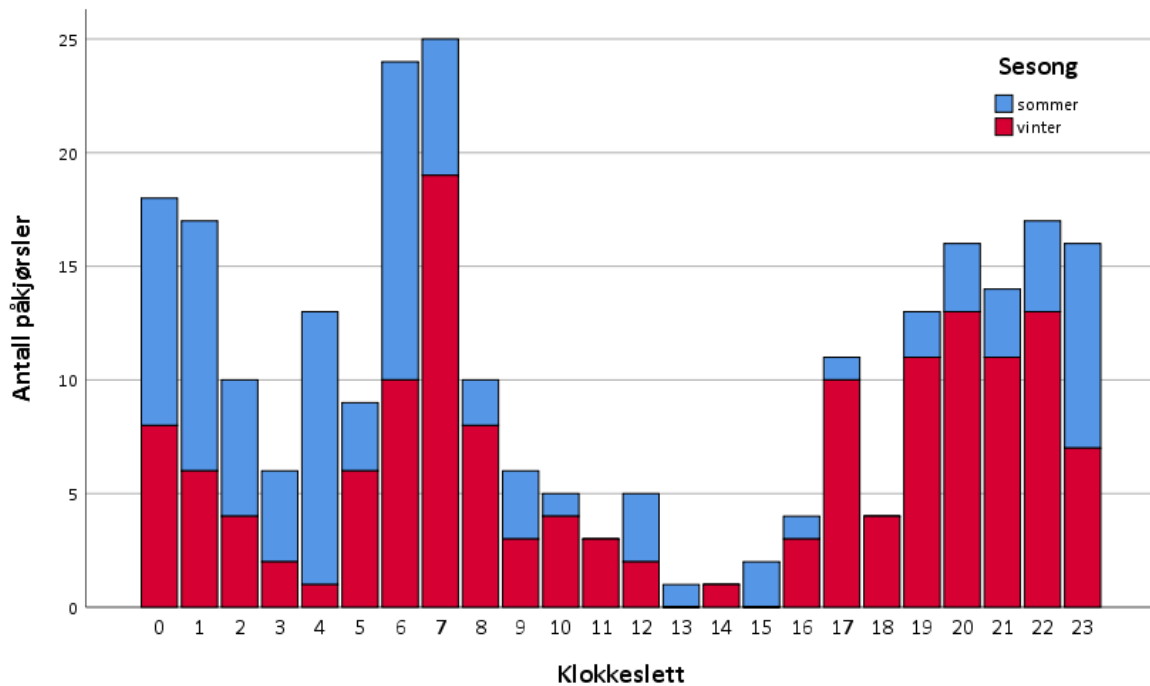
Vi fant ingen direkte effekt av at bestandsstørrelsen påvirket risikofaktorene for påkjørsler. En økning i bestanden fører ofte til flere påkjørsler (Mysterud 2004, Solberg mfl. 2009), og kanskje spesielt i vinterhalvåret (Meisingset mfl. 2014). En svakhet med våre analyser er imidlertid at bestandstetthet i dette tilfelle er målt som felte dyr på kommunenivå. Selv om dette fanger opp storskala endringer i bestandene, så fanger dette målet i mindre grad de lokale tetthetene og endringene i disse. Det er ganske sannsynlig at et område med høy tetthet av hjort har flere påkjørsler enn et område med mindre hjort. Dette betyr imidlertid ikke at risikofaktorene endres, selv om bestandstettheten på større skala endres.



Figur 13. Relativ risiko for påkjørsler i forhold til topografi (terrain ruggednes index -TRI; a), avstand til innmark (m; b), andel innmark innenfor en 100m buffersone (c), andel skog innenfor en 100m buffersone (d), andel innmark innenfor en buffersone på 500m (e), andel skog innenfor en buffersone på 500m (f), og fartsgrense (g). Kurvene er basert på modellresultatene presentert i tabell 2.

Tabell 2. Resultater fra risikomodellene (modell 1 til 5) med variabler, variabel estimat, standardfeil (S.E.), z-verdi og p-verdi. TRI – terrain ruggednes index (topografi). Se ellers teksten for forklaring av variablene.

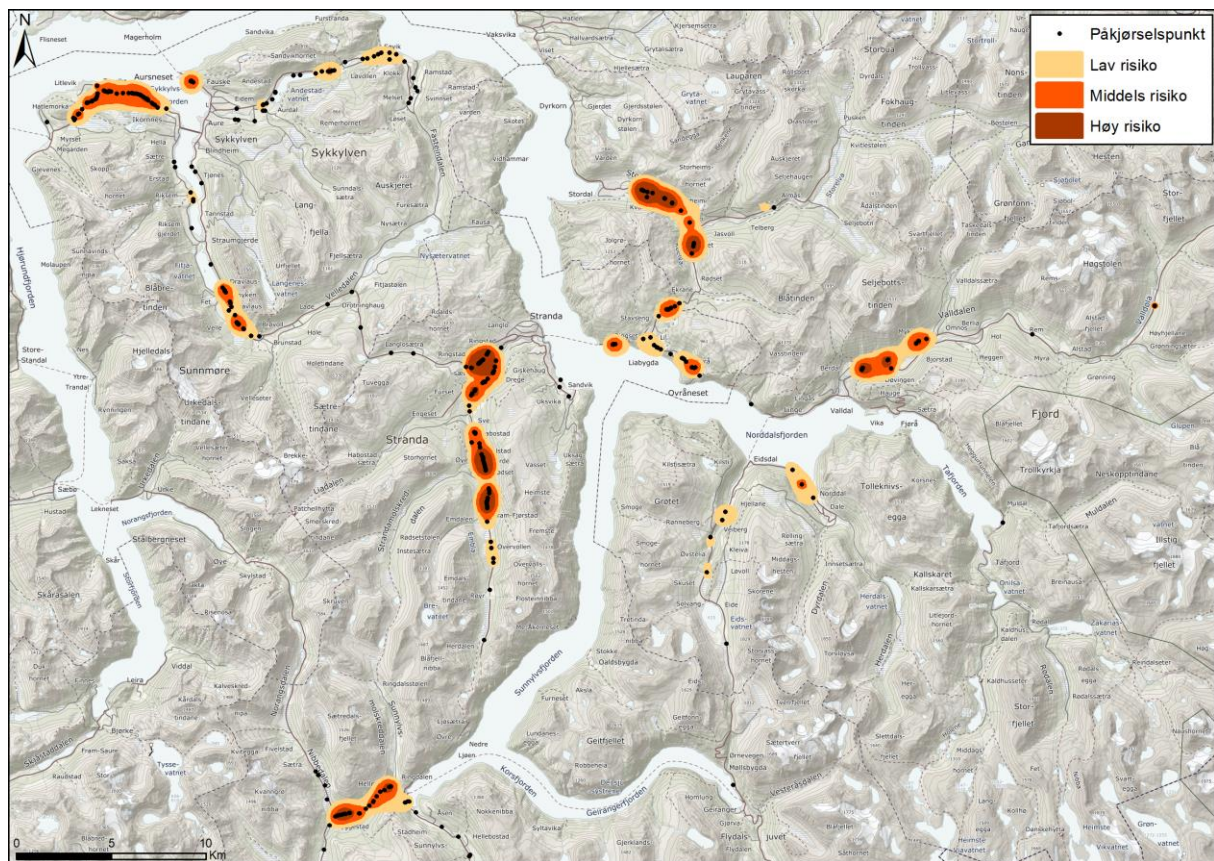
	Variabel	Estimat	S.E.	z-verdi	p-verdi
Modell 1	Intercept	-3,07059	0,28152	-10,619	<0,0001
	Andel innmark 100m	0,00688	0,00249	2,76	0,0068
	TRI	0,57432	0,20000	2,872	0,0041
	TRI ²	-0,15971	0,04702	-3,396	0,0007
	Fartsgrense (60 vs 50 km/t)	0,04616	0,26929	0,171	0,864
	Fartsgrense (60 vs 80 km/t)	1,57636	0,23442	6,724	<0,0001
Modell 2	Intercept	-2,69639	0,25479	-10,583	<0,0001
	Avstand til innmark	-0,00101	0,00032	-3,146	0,0017
	TRI	0,50160	0,19948	2,515	0,0119
	TRI ²	-0,14779	0,04767	-3,1	0,00194
	Fartsgrense (60 vs 50 km/t)	-0,01245	0,26705	-3,146	0,963
	Fartsgrense (60 vs 80 km/t)	1,59570	0,23365	6,829	<0,0001
Modell 3	Intercept	-3,01335	0,28312	-10,644	<0,0001
	Andel skog 100m	-0,01848	0,01181	-1,565	0,1176
	Andel skog 100m ²	-0,00060	0,00021	-2,864	0,0042
	TRI	1,03511	0,19760	5,239	<0,0001
	TRI ²	-0,01516	0,04375	-3,464	0,0005
	Fartsgrense (60 vs 50 km/t)	0,01699	0,27067	0,062	0,9500
	Fartsgrense (60 vs 80 km/t)	2,05907	0,23933	8,603	<0,0001
	Sesong (sommer vs vinter)	0,23591	0,14331	1,646	0,0997
Modell 4	Intercept	-2,68228	0,31170	-8,605	<0,0001
	Andel innmark 500m	-0,021465	0,01128	-1,904	0,056955
	Andel innmark 500m ²	0,000488	0,00019	2,559	0,0105
	TRI	0,562743	0,20287	2,774	0,0055
	TRI ²	0,167405	0,04796	-3,49	0,0005
	Fartsgrense (60 vs 50 km/t)	-0,03595	0,26876	-0,134	0,8936
	Fartsgrense (60 vs 80 km/t)	1,521358	0,23642	6,435	<0,0001
Modell 5	Intercept	-3,23645	0,28177	-11,486	<0,0001
	Andel skog 500m	0,016657	0,00358	4,652	<0,0001
	TRI	0,294851	0,20303	1,452	0,14643
	TRI ²	-0,12962	0,04740	-2,735	0,00624
	Fartsgrense (60 vs 50 km/t)	-0,00045	0,26821	-0,002	0,99866
	Fartsgrense (60 vs 80 km/t)	1,323695	0,236546	5,596	<0,0001



Figur 14. Antall påkjørsler fordelt etter klokkeslett gjennom døgnet, fordelt på sommer- og vintersesong. Totalt antall påkjørsler som var tidfestet var 250 (n=250).

3.1.5 Risikostrekninger

Vi har utarbeidet risikokart basert på analysene av påkjørselspunkter (Brownian bridge, se kap. 2.3.2 for nærmere forklaring) og gjennom disse analysene identifisert endel særskilte vegstrekninger med høyere risiko enn andre områder i kommunene. Disse strekningene ble deretter klassifisert i skala fra lav til høy relativ påkjørselsrisiko. Vi identifiserte i alt 11 strekninger som hadde minst middels eller høy risiko over en viss distanse, der det har skjedd et visst antall faktiske påkjørsler i studieperioden (figur 15). Det betyr ikke at andre strekninger er uten risiko for påkjørsler, men den er klassifisert som lavere i resten av området. Generelt ligger disse strekningene på noen av de viktigste hovedvegene, og de var mellom 0,7 km og 6,5 km lange. Hver av strekningene er beskrevet i tabell 3. Disse strekningene kan være aktuelle for tiltak av ulik karakter (se kap. 3.1.6).



Figur 15. Risikostrekninger identifisert gjennom analyser av påkjørsler. Strekingene er klassifisert i skala fra lav til høy relativ påkjørselsrisiko (se ellers nærmere forklaring i kap. 2.3.2).

3.1.6 Aktuelle tiltak

Det er en rekke tiltak som er brukt til å forebygge påkjørsler av hjortevilt. Mange av tiltakene som er blitt brukt har liten eller ingen dokumenterte effekter for å redusere antallet påkjørsler (Storaas mfl. 2005, Langbein mfl. 2011). Et godt eksempel på dette er ordinære fareskilt som er brukt mye i Norge. Det mest effektive tiltaket for å redusere omfanget av trafikkpåkjørsler er bruk av viltgjerder i kombinasjon med faunapassasjer (Rytwinski mfl. 2016). Dette tiltaket er imidlertid kun realistisk langs de større europavegene som har høye trafikk tall på grunn av høye utbyggingskostnader og økte barriereeffekter for viltet. Bruk av viltgjerder på korte strekninger uten bruk av kryssingsstrukturer kan også i verste fall flytte påkjørslene fra et område til et annet (Huijser mfl. 2016).

Det som vi anser som de mest aktuelle tiltakene i studieområdet er nedsatt fartsgrense (enten permanent eller periodevis) eller utvidet siktrydding langs vegkantene. I noen tilfeller kan også økt veibelysning eller periodevis blinkende fareskilt være aktuelt. Som vist i kap. 3.1.4 og 3.1.5 er det enkelte strekninger som har betydelig høyere risiko for påkjørsler enn andre. Flere av disse strekingene er langs eller ved innmarksarealer, slik at siktrydding ikke er aktuelt her. Langs innmarksarealer eller i område dominert av innmark vil derfor nedsatt fartsgrense eller blinkende fareskilt være mest aktuelt. Disse kan selvsagt også kombineres. Redusert fartsgrense og/eller blinkende fareskilt har sannsynligvis største effekt hvis dette gjennomføres periodevis. Siden frekvensen av påkjørsler er størst om morgenen mellom kl. 06.00 og 08.00 og om kvelden/natten mellom kl. 19.00 og 02:00, kan dette være aktuelle perioder. Vi fant ingen betydelige endringer i risiko i ulike perioder av året. Men sesongmessig eller periodevis tiltak kan tilpasses de enkelte risikoområdene, siden tidspunktene mest størst risiko varierer. Hvis man har lokal kunnskap om når flest påkjørsler skjer, bør dette kunne gjennomføres og sannsynligvis ha størst effekt på føreratferden.

Utvidet siktrydding kan ha betydelig effekt i skogsområder. Ofte ligger slike områder i nærheten av innmark og siktrydding i slike områder kan være effektive tiltak. Slik rydding er vist å kunne redusere påkjørselsfrekvensen med opptil 50 % (Meisingset mfl. 2014). En reduksjon av hjortbestanden i lokale områder kan også være forebyggende på påkjørsler, særlig kombinert med andre tiltak.

Tabell 3. Identifiserte risikostrekninger i studieområdet med distanse, risikovurdering og noen kjennetegn. Strekningene er identifisert gjennom analysene til grunnlag for figur 15.

Kommune	Veg	Strekning	Distanse	Risiko	Kjennetegn
Fjord	Stordalsvegen – FV 650	Midtbust – Løset (Stordal)	5,5 km	Høy til middels	Stor andel innmarksareal, med noe skog i nærheten, lite topografi men endel bratte vegskråninger, 70 og 80 km/t sone
Fjord	Valldalsvegen – FV 63	Øygarden - Myklebost	5,1 km	Middel	Stor andel innmarksareal, med noe skog i nærheten, lite topografi men endel bratte vegskråninger, 60 og 80 km/t sone
Sykkylven	Sørestrandvegen - FV 5914	Jarnes – Myrset	6,5 km	Middels	Blanding av skog og innmark arealer, variabel topografi, stort sett 80 km/t sone
Sykkylven	Sykkylvsvegen - FV 60	Hjordtal - Fet	3,9 km	Middels til lav	Skog på den ene siden av vegen og stort sett innmark på den andre, helling ned mot vegen på skogsida, relativt flatt på innmark, men bratte vegskråninger. 80 km/ sone
Sykkylven	Dalevegen – FV 5916	Løset - Klokk	3,8 km	Lav	Blanding av skog og innmarksarealer, variabel topografi, 80 km/t sone
Stranda	Liabygdvegen – FV 650	Stavsengfjellet - Bjørkheim	1,8 km	Middels	Blanding av skog og innmark arealer, variabel topografi, 80 km/t sone
Stranda	Gravanesvegen – FV 650	Liabygda ferjekai - Ringsettunnelen	0,7 km	Middels	Skog, bratt topografi, 80 km/t sone
Stranda	Liabygdvegen – FV 650	Lihammaren – Ovråttunnelen (Liabygda)	3,0 km	Lav til middels	Blanding av skog og innmarksarealer, variabel topografi, 80 km/t sone
Stranda	Hevsdalsvegen – FV 60	Storgjerdet – Styggejuvene	1,7 km	Høy	Skog på begge sider av vegen, med hogstflater og plantefelt av gran. Helling på begge sider og bratte vegskråninger. 80 km/ sone
Stranda	Dalevegen – FV 60	Drege – Rustene (Strandadalen)	1,9 km	Middels til høy	Skog på begge sider av vegen, med plantefelt av gran. Noe innmark. Helling på begge sider og bratte vegskråninger. 80 km/ sone
Stranda	Dalevegen – FV 60	Sve – Fjørstad (Strandadalen)	5,0 km	Høy	Stor andel innmarksareal, med noe skog, middels variabel topografi men endel bratte vegskråninger, 80 km/t sone
Stranda	Langedalsvegen – FV 60	Hellesylt – Litlebøen	3,6 km	Høy til middels	Blanding av skog og innmarksarealer, variabel topografi med endel bratte vegskråninger, 80 km/t sone

4 Konklusjon

Risikoen for påkjørsler i studiekommunene økte med økende fartsgrense og topografisk variasjon ved påkjørselspunktet. I tillegg økte den med økende andel innmark lokalt og i områder ved eller i nærheten av innmark. En økende andel skog har motsatt effekt, her reduseres risikoen andel av skog innenfor 100 m fra påkjørselspunktet. Resultatene fra modellene på lokalt nivå forteller noenlunde den samme historien, at aktiviteten av hjort er stor i nærhetene av innmark og at krysning av veger ofte skjer her, og dermed at risikoen for påkjørsler er større i slike områder.

Vi identifiserte i alt 11 vegstrekninger i studieområdet som hadde minst middels eller høy risiko, som varierte fra 0,7 km til 6,5 km. Langs disse strekningene vil man sannsynligvis ha effekt av tiltak for å redusere risikoen. De mest aktuelle tiltakene langs disse strekningene er nedsatt fartsgrense (enten permanent eller periodevis) eller utvidet siktrydding langs vegkantene 8i skogområder). I noen tilfeller kan også økt veibelysning eller periodevis blinkende fareskilt være aktuelle tiltak.

Litteraturreferanser

- Bashore, T. L., W. M. Tzilkowski, og E. D. Bellis. 1985. Analysis of deer-vehicle collision sites in Pennsylvania. *Journal of Wildlife Management* 49:769–774.
- Boyce, M. S., P. R. Vernier, S. E. Nielsen, og F. K. A. Schmiegelow. 2002. Evaluating resource selection functions. *Ecological Modelling* 157:281–300.
- Burnham, K. P., og D. R. Anderson. 2002. *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach*. Springer-Verlag.
- Calenge, C. 2019. Home Range Estimation in R: the adehabitatHR Package:<https://cran.biodisk.org/web/packages/adehabitatHR>.
- Danks, Z. D., og W. F. Porter. 2010. Temporal, Spatial, and Landscape Habitat Characteristics of Moose–Vehicle Collisions in Western Maine. *Journal of Wildlife Management* 74:1229–1241.
- Fahrig, L., og T. Rytwinski. 2009. Effects of roads on animal abundance: An empirical review and synthesis. *Ecology and Society*, 14(1), 21. *Ecology and Society* 14:21–41.
- Forman, R. T. T., og L. E. Alexander. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29:207–231.
- Frair, J. L., E. H. Merrill, H. L. Beyer, og J. M. Morales. 2008. Thresholds in landscape connectivity and mortality risks in response to growing road networks. *Journal of Applied Ecology* 45:1504–1513.
- Gagnon, J. W., R. E. Schweinsburg, og N. L. Dodd. 2007. Effects of Roadway Traffic on Wild Ungulates: A Review of the Literature and Case Study of Elk in Arizona. In *Proceedings of the 2007 International Conference on Ecology and Transportation*:449–458.
- Gunson, K. E., G. Mountrakis, og L. J. Quackenbush. 2011. Spatial wildlife-vehicle collision models: a review of current work and its application to transportation mitigation projects. *Journal of Environmental Management* 92:1074–1082.
- Haikonen, H., og B. A. Summala. 2001. Haikonen_2001_AmJPrevMed_deer vehicle crashes.pdf. *American Journal of Preventive Medicine* 21:209–213.
- Horne, J. S., E. O. Garton, S. M. Krone, og J. S. Lewis. 2007. Analyzing animal movements using Brownian bridges. *Ecology* 88:2354–2363.
- Huijser, M. P., E. R. Fairbank, W. Camel-Means, J. Graham, V. Watson, P. Basting, og D. Becker. 2016. Effectiveness of short sections of wildlife fencing and crossing structures along highways in reducing wildlife-vehicle collisions and providing safe crossing opportunities for large mammals. *Biological Conservation* 197:61–68.
- Langbein, J., R. Putman, og B. Pokorny. 2011. Traffic collisions involving deer and other ungulates in Europe and available measures for mitigation. Sider 215–259 i R. Putman, M. Apollonio, og R. Andersen, redaktører. *Ungulate Management in Europe: Problems and Practices*. Cambridge University Press.
- Malo, J. E., F. Suarez, og A. Diez. 2004. Can we mitigate animal-vehicle accidents using predictive models? *Journal of Applied Ecology* 41:701–710.
- Meisingset, E. L., Ø. Brekkum, og U. S. Lande. 2020. Sunnhjort – Et merkeprosjekt for hjort på indre Sunnmøre - Sluttrapport. NIBIO-rapport 6:1–71.
- Meisingset, E. L., Ø. Brekkum, og L. E. Loe. 2010. Hjortens habitatbruk og atferd i relasjon til vei - En analyse av påkjørsler og posisjonsdata fra hjort. *Bioforsk Rapport* 83:1–34.
- Meisingset, E. L., og A. Krokstad. 2000. Hjortebeiting på eng: skader, registrering og metodikk. Ressurssenteret i miljølære, Rapport 1:3–44.
- Meisingset, E. L., L. E. Loe, Ø. Brekkum, B. Van Moorter, og A. Mysterud. 2013. Red deer habitat selection and movements in relation to roads. *Journal of Wildlife Management* 77:181–191.
- Meisingset, E. L., L. E. Loe, Ø. Brekkum, og A. Mysterud. 2014. Targeting mitigation efforts: The role of speed limit and road edge clearance for deer-vehicle collisions. *Journal of Wildlife Management* 78:679–688.
- Meisingset, E. L., V. Veiberg, og R. Langvatn. 1997. Beiteskader på graseng av hjort. Forskningsrapport. Ressurssenteret i miljølære, Tingvoll 1:1–34.
- Moen, A. 1998. *Nasjonalatlas for Norge: Vegetasjon*. Statens kartverk, Hønefoss (In Norwegian).
- Mysterud, A. 2004. Temporal variation in the number of car-killed red deer *Cervus elaphus* in Norway. *Wildlife Biology* 10:203–211.

- Mysterud, A., E. L. Meisingset, V. Veiberg, R. Langvatn, E. J. Solberg, L. E. Loe, og N. C. Stenseth. 2007. Monitoring population size of red deer: an evaluation of two types of census data from Norway. *Wildlife Biology* 13:285–298.
- Neumann, W., G. Ericsson, H. Dettki, N. Bunnefeld, N. S. Keuler, D. P. Helmers, og V. C. Radeloff. 2012. Difference in spatiotemporal patterns of wildlife road-crossings and wildlife-vehicle collisions. *Biological Conservation* 145:70–78.
- Øpstad, S., G. Hysten, og E. Meisingset. 2022. Beiteskade av hjort i foryngingsfelt og ung produksjonsskog av gran og furu - Områdebruk og forvaltningstiltak for å redusere skadeomfang. NIBIO Rapport 8:96.
- Riley, S. J., S. D. DeGloria, og R. Elliot. 1999. A Terrain Ruggedness Index that Quantifies Topographic Heterogeneity. *Intermountain Journal of Sciences* 5:23–27.
- Rivrud, I. M., C. M. Rolandsen, G. R. Rauset, M. Kvasnes, A. Mysterud, og E. J. Solberg. 2020. Hjortevilt påkjørsler i Norge: Årsaksforhold, lokalisering, risiko og datakvalitet. NINA Rapport 1806:70.
- Rytwinski, T., K. Soanes, J. A. G. Jaeger, L. Fahrig, C. S. Findlay, J. Houlahan, R. Der Van Ree, og E. A. Van Der Grift. 2016. How effective is road mitigation at reducing road-kill? A meta-analysis. *PLoS ONE* 11:1–25.
- Seiler, A. 2005. Predicting locations of moose-vehicle collisions in Sweden. *Journal of Applied Ecology* 42:371–382.
- Solberg, E. J., C. M. Rolandsen, I. Herfindal, og M. Heim. 2009. Hjortevilt og trafikk i Norge: En analyse av hjorteviltrelaterte trafikkulykker i perioden 1970-2007. NINA Rapport 463:1–84.
- Spellerberg, I. 1998. Ecological effects of roads and traffic: a literature review. *Global Ecology and Biogeography* 7:317–333.
- Storaas, T., K. B. Nicolaysen, H. Gundersen, og B. Zimmermann. 2005. Prosjekt Elg – trafikk i Stor-Elvdal 2000-2004 hvordan unngå elgpåkjørsler på vei og jernbane. Høgskolen i Hedmark Oppdragsrapport nr. 1 - 2005:66.
- Trombulak, S. C., og C. A. Frissell. 2000. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. *Conservation Biology* 14:18–30.
- Ueno, M., T. Matsuishi, E. J. Solberg, og T. Saitoh. 2009. Application of cohort analysis to large terrestrial mammal harvest data. *Mammal Study* 34:65–76.
- Veiberg, V. 2001. Sluttrapport Hjorteskadeprojektet 1998- 2000. Norsk hjortesenter Rapport 1:1–58.
- Vistnes, I., C. Nellemann, P. Jordhøy, og O. Strand. 2004. Effects of infrastructure on migration and range use of wild reindeer. *Journal of Wildlife Management* 68:101–108.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.