

Høgskolen i Hedmark
Rapport nr. 5 - 1997

Vilt-trafikk i Østerdalen
Del 1:
Tiltak for å begrense elg
nær jernbanelinjen

Harry P. Andreassen,
Hege Gundersen
og Torstein Storaas

Online-versjon

ISBN: 82-7671-378-5

ISSN: 1501-8563

Utgivelsessted: Elverum

Det må ikke kopieres fra rapporten i strid med åndsverkloven og fotografiloven eller i strid med avtaler om kopiering inngått med KOPINOR, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

Rapporten kan bestilles ved henvendelse til Høgskolen i Hedmark.
(<http://www.hihm.no>)

I rapportserien fra Høgskolen i Hedmark publiseres FoU-arbeid og utredninger. Dette omfatter kvalifiseringsarbeid, stoff av lokal og nasjonal interesse, oppdragsvirksomhet, foreløpig publisering før publisering i et vitenskapelig tidsskrift etc.



Høgskolen i Hedmark

Tittel: Vilt-trafikk i Østerdalen. Del 1: Tiltak for å begrense elg nær jernbanelinjen			
Forfattere: Harry P. Andreassen, Hege Gundersen og Torstein Storaas			
Nummer: 5	Utgivelsesår: 1997	Sider: 40	ISBN: 82-7671-378-5 ISSN: 1501-8563
Oppdragsgiver: Jernbaneverket			
Emneord: Elgpåkjørsler - Rørosbanen - Snødybde - Temperatur - Elgtetthet - Topografi - Beiteforandring - Elgtrekk - Tiltak - Viltgjerd - Skogrydding - Luktstoff - Fôring - <i>Alces alces</i>			
Sammendrag: Etter oppdrag fra Jernbaneverket har vi vurdert forskjellige tiltak for å redusere togpåkjørsler av elg langs jernbanelinjen i Østerdalen. Vi har særlig konsentrert vårt studie til kommunene Stor-Elvdal og Rendalen, hvor den største andelen av elgpåkjørslene skjer og hvor flest tiltak er satt i verk. Dette studiet består av: 1) et litteraturstudie og 2) en analyse av faktorer som påvirker elgpåkjørsler og effekten av iverksatte tiltak i Østerdalen.			
Litteraturstudiet Påkjørsler inntreffer hovedsakelig i perioder med høy viltaktivitet. En stor andel hjortedyr blir påkjørt i forbindelse med sesongbestemte trekk fra sommer- til vinterbeiteområder, når fjorårskalvene støtes vekk når elgkua skal kalve på nytt, i brunstperioder når okse/bukk-aktiviteten er stor og i demring og skumring når beiteaktiviteten er størst. De fleste elgpåkjørsler i Norge er forbundet med elgtrekket og skjer hovedsakelig vinterstid, da elgen begynner trekket straks det kommer snø. I tillegg kan landskapsmønsteret, tilgang på beite/vann, bestandstetthet og trafikkmengde påvirke antall påkjørsler. En lang rekke tiltak er tatt i bruk i forsøk på å redusere viltpåkjørsler omkring i verden. Spesielle lyd- og lyseffekter (f. eks. viltspeil), samt luktstoffer, synes å ha liten til ingen virkning. Rydding av vegetasjon langs tog- og veitraséer ser imidlertid ut til å ha en positiv virkning med hensyn til antall påkjørsler, mens ledegjerd forbundet med sikre overganger rapporteres å redusere antall hjortedyrpåkjørsler med 60 til 100%. Fôring på bestemte områder har kun vært forsøkt i mindre grad, men ser også ut til å kunne redusere elgens aktivitet langs trafikkerte traseer.			
Faktorer som påvirker elgpåkjørsler i Østerdalen Vi fant en sammenheng mellom topografi, dvs. avstanden fra dalbunnen til den høyeste toppen innen en radius på 2,5 km og antall påkjørsler, med flere påkjørsler på strekninger der det var høye åser. Dette gjaldt for øvrig bare for den sørlige (sør for Alvdal) delen av banen.			

Påkjørselsfrekvensen var hyppigere i nærheten av tverrgående sidedaler og dessuten lavere på strekninger nær tettsteder enn på strekninger med mer spredt bebyggelse. Varigheten av perioden fra snødybden overskred 30 cm frem til temperaturen stabiliserte seg på varmegrader forklarte det meste av årsvariasjonen i elgpåkjørsler. Bestandstetthet korrelerte positivt med påkjørselsfrekvensen etter å ha korrigert for variasjonen forårsaket av påkjørselsperiode. Vi fant også at endringer av beitetilgangen langs et par kortere strekninger økte antall elgpåkjørsler betraktelig.

Effekten av iverksatte tiltak

Vi analyserte hvorvidt tiltak som gjerder, skogrydding langs jernbanetraséen, lukstoff og fôring reduserte antall påkjørsler. Dette ble gjort ved å sammenligne antall observerte påkjørsler før og etter at tiltaket ble iverksatt med det forventede antall påkjørsler i gitt påkjørselsperiode. Alle tiltak reduserte antall påkjørsler, men lukstoff var det eneste som gav en signifikant reduksjon. Tiltakene er imidlertid utført i liten skala (korte strekninger over kort tid), og analysen bærer preg av dette.

Fem lengre strekninger i Stor-Elvdal og Rendalen kommuner ble funnet å ha høy påkjørselsrisiko. To av disse skyldes antagelig lokale forandringer i beiteforhold på grunn av hogst. Tre områder (rundt Imsdalen, Tresa og Bjøråa) har tradisjonelt blitt sett på som høyrisiko-områder.

Konklusjon

Vi konkluderer med at påkjørselsrisikoen skyldes trekkende elg, som i hovedsak følger tverrgående daler ned til Østerdalen vinterstid. I områder med høy påkjørselsrisiko er Østerdalen smal med bratte åskanter, noe som gjør at elgen blir konsentrert på et lite område langs jernbanelinjen.

Tiltak bør settes i verk over lengre strekninger (flere km, helst oppimot en mil lange strekninger), og ikke slik det blir gjort i dag over bare korte strekninger. Dette fordi påkjørselsstedene varierer mye fra år til år.

Forslag til tiltak

Gjerdene langs Østerdalen er satt opp i korte strekninger, enten nylig eller de har vært funksjonelle kun i få år, noe som gir lite styrke til de statistiske analysene av effekten av gjerde. Til tross for at vi ikke fikk statistisk signifikant reduksjon i antall påkjørsler langs strekninger med gjerder viser andre studier at gjerder er det sikreste og mest varige tiltaket. Vi foreslår derfor at gjerder blir satt opp over en 10 km lang strekning ved Tresa. Det bør også settes i verk tiltak på lengre strekninger langs Imsdalen og Bjøråa. I disse områdene foregår det nå fôring for å stoppe trekkende elg før den når jernbanelinjen. Dette synes til å ha en viss effekt, og fôring bør settes i gang i større stil med påfølgende studier, og fortrinnsvis i et samarbeidsprosjekt mellom Grunneierforingen i Stor-Elvdal og Jernbaneverket. Vi foreslår å rydde skog i 20 m brede striper på begge sider av jernbanelinjen som et strakstiltak på strekninger hvor det uventet oppstår mange påkjørsler.



Høgskolen i Hedmark

Title: Game-vehicles in Østerdalen. Part 1: Remedial actions to reduce the presence of moose along the railway.			
Author(s): Harry P. Andreassen, Hege Gundersen and Torstein Storaas			
Number: 5	Year: 1997	Pages: 40	ISBN: 82-7671-378-5 ISSN: 1501-8563
Financed by: The Norwegian National Rail Administration			
Keywords: Moose train collisions - Rørosbanen railway - Snow depth - Temperature - Moose density - Topography - Food availability - Migration - Remedial action - Fences - Clear felling - Scent marking - Feeding stations - <i>Alces alces</i>			
Summary: We have evaluated various mitigative techniques to reduce train-moose collisions in Østerdalen, SE Norway. Our study has been limited to Stor-Elvdal and Rendalen municipalities which experience the highest proportion of collision in the valley. We have performed 1) a literature survey and 2) analysed factors which may affect the number of moose-train collisions in the valley, and the effect of the remedial actions used to reduce moose-moose collisions.			
Literature survey Collisions are mainly experienced during periods of high game activity. A high proportion of deer-vehicle accidents appear during migrations between a summer and a winter habitat, during dusk when browsing activity is high, or during rutting when the buck activity is high. In Norway, moose-train collisions occur mainly during winters due to the migration from summer to winter habitats. In addition, landscape structure, food/water availability, population density and traffic density seem to affect the number of deer-vehicle accidents. A multitude of mitigating technologies is known throughout the world. Remedies based on sounds or light effects (i.e. Swareflex reflectors) seem to have small or no effect. Scentmarking proposed to alert animals do also have minimal effect. Vegetation removal along roads or train lines may be a promising mitigative technique. Obviously, fencing in combination with underpasses or overpasses are effective, as they reduce accidents by 60 - 100%. Feeding stations in particular areas reduce movement, and may be worth pursuing.			
Factors affecting train-moose collisions in Østerdalen The number of train-moose collisions was highest in areas surrounded by high hills in the southern part of Østerdalen (south of Alvdal), and lowest near urban areas. In Stor-Elvdal and Rendalen municipalities the number of collisions was associated to side valleys. Most			

accidents occurred during an accidental period which started when the snow depth exceeded 30 cm during winter and ended when the temperature stabilised around 0° C in spring. The duration of the accidental period explained most of the yearly variation in number of accidents. There was also a positive correlation between the density of moose and the number of accidents. On shorter, local distances, the number of train-moose accidents seemed to depend on the availability of food, or change in the availability of food due to logging.

The effect of operating mitigative techniques

We analysed the effect of each mitigative technique by comparing the number of accidents before and after the mitigative effort started by the expected number of accidents depending on the length of the accidental period those years. All mitigative efforts reduced the number of accidents. Scentmarking was, however, the only action which reduced the number of accidents significantly.

Five distances were found to be characterised by a high number of accidents. The high number of accidents in two of these distances is probably due to logging activities. The other three distances have always been risky areas, characterised by side valleys, and high or steep hills.

Conclusion

We conclude that the moose-train collisions are mainly due to migrating moose during winter, which are canalised through the side valleys from the hills surrounding the railway down to the Østerdalen.

There is a need for conducting mitigative efforts in longer distances than what is commonly used today, preferably several km. This because the site of accidents varies considerably from year to year. Fences are the most secure and durable effort. We therefore suggest a 10 km long fence in Tresa, where it has always been a high number of moose-train collisions. In the two other areas characterised by a high number of accidents (Imsdalen and Bjøråa) we suggest an intensifying of the already operative feeding stations in the side valleys. Feeding stations seem to reduce migration distance of moose during winter. In addition, immediate effort may be done by clear felling areas surrounding the railway.

FORORD

Jernbaneverket ønsket en vurdering av tiltak for å redusere antall elgpåkjørsler langs jernbanen i Østerdalen. Dette prosjektet, *Vilt-trafikk i Østerdalen*, består av to deler: del 1: *Tiltak for å begrense elg nær jernbanelinjen* og del 2: *Tiltak ved påkjørsler og nesten-påkjørsler av elg*.

Den første delen er rapportert her, og tar for seg de økologiske faktorene som påvirker at elg oppholder seg nær jernbanelinjen, samt effekten av iverksatte tiltak. Den andre delen rapporteres i en senere rapport d. å. og tar for seg hvilke faktorer knyttet til selve fremføringen av tog som påvirker påkjørsler, samt togpersonellens erfaringer med elgpåkjørsler.

Vi har hatt svært god hjelp av en referansegruppe bestående av Hanne M. Haave ved Høgskolen i Hedmark, Sæming Hanestad som representant for viltnemnda i Rendalen, Håvard Haug fra viltnemnda i Stor-Elvdal, Ola Kristiansen og Gunnar Vestby fra Jernbaneverket region nord, Knut Nicolaysen og Sven Sletten som representant for grunneierne og Trond Øfstaas fra Grunneierforeningen. Referansegruppa, Hans Brenden fra NSB Hamar og Live Hesthagen og Lars Sælthun fra Jernbaneverket, og Kari Seeberg ved Høgskolen i Hedmark har vært til god hjelp i forbindelse med diverse datainnsamling. I tillegg til de ovennevnte har vi også fått kommentarer på rapporten fra Leif Kastdalen hos fylkesmannen i Oslo og Akershus, Miljøvernavdelingen, Odd Reidar Fremming og Bjørn Stang fra Høgskolen i Hedmark, avd. Evenstad og May Britt Håbjørg og Kari Moxnes fra Forskningsparken i Ås.

Faglig ansvarlig for prosjektet var Torstein Storaas fra Høgskolen i Hedmark, avd. Evenstad. Prosjektleder i Jernbaneverket har vært Cristopher Schive og Halstein Gåsemyr. Prosjektet er finansiert av Jernbaneverket.

Dette oppdraget ble tildelt Høgskolen i Hedmark i januar 1997.

Evenstad 4. juli 1997.

Harry P. Andreassen
(sign.)

Hege Gundersen
(sign.)

Torstein Storaas
(sign.)

INNHold

1. INNLEDNING	11
2. LITTERATURSTUDIE	12
2.1 Elgens forflytningsmønster	12
2.1.1 Elgens ulike forflytningstyper	12
• Spredning	12
• Sesongbestemte trekk	12
• Daglig forflytning	13
2.1.2 Elgens forflytninger i Østerdalen	14
2.2 Årsaker til elgpåkjørsler	14
2.2.1 Kjente årsaker til viltpåkjørsler	15
• Aktivitetsrytmer	15
• Klimatiske faktorer	15
• Ressurstilgang og landskapsmønstre	15
• Trafikkmengde	16
• Bestandsstørrelse	16
2.2.2 Årsaker til påkjørsler langs togtraséen i Østerdalen	16
2.3 Tiltak for å redusere viltpåkjørsler	16
2.3.1 Kjente tiltak mot viltpåkjørsler	16
• Lyd	16
• Lys og viltspeil	17
• Luktstoffer	17
• Fôr	17
• Rydding	17
• Gjerde	17
• Sammendrag	18
2.3.2 Tiltak mot viltpåkjørsler langs togtraséen i Østerdalen	19
3. ANALYSE AV ÅRSAKER TIL - OG TILTAK MOT ELGPÅKJØRSLER	19
3.1 Problemstilling	19
3.1.1 Årsaker til påkjørsler	19
3.1.2 Effekten av iverksatte tiltak	19
3.2 Metoder	20
3.2.1 Datamateriale	20
3.2.2 Analyse av årsaker til påkjørsler	20
• Landskapsmønsteret	20
• Klimatiske faktorer	21
• Bestandsstørrelse	21
• Beitetilgang	21
3.2.3 Effekten av iverksatte tiltak	21
3.3 Resultater	22
3.3.1 Elgpåkjørsler på Rørosbanen	22
3.3.2 Årsaker til påkjørsler	26
• Landskapsmønsteret	26
• Klimatiske faktorer	28
• Bestandsstørrelse	28
• Beitetilgang	29

3.3.3 Effekten av iverksatte tiltak	29
• Gjerder	29
• Skogrydding	30
• Luktstoff	30
• Fôring	31
3.3.4 Risikofylte steder	31
• Neta til Rasta (km Oslo 219-223)	31
• Messelt til Stai (km Oslo 232-236)	31
• Tresa til Frøsa (km Oslo 249-260)	31
• Bjørånes til Kjølshøbekken (km Oslo 262- 268)	31
• Granholmen til Hanestad (km Oslo 276-283)	32
3.4 Diskusjon	32
3.4.1 Årsaker til påkjørsler	33
3.4.2 Vurdering av iverksatte tiltak	34
3.4.3 Oppfølgende undersøkelser	35
3.4.4 Konklusjon	35
4. FORSLAG TIL TILTAK	36
• Granholmen - Hanestad	36
• Tresa - Frøsa	36
• Messelt - Stai og Bjørånes - Kjølshøbekken	37
• Strakstiltak	37
5. REFERANSER	37

1. Innledning

Kommunikasjonsårer og bosetning, som del av urbaniseringsprosesser har det siste århundret ført til en sterk oppsplitting av naturlige landskap (Fahrig og Merriam 1994). Et av de klareste "sårene" vi mennesker påfører landskapet, og dermed viltbestander, er veier og jernbanelinjer som fungerer som barrierer for det naturlige forflytningsmønsteret til viltet (Andreassen m. fl. 1995). Enkelte viltarter, slik som elgen, gjennomfører sesongbestemte vandringer mellom sommer- og vinterbeiteområder (Andersen 1991a og b, Odden m. fl. 1996). Dette elgtrekket følger bestemte traséer fra år til år, nedarvet gjennom generasjoner (Andersen 1991a og b). Under trekket har elgen derfor en tendens til å krysse nyere menneskeskapt barrierer som jernbanelinjer (Andersen m. fl. 1991, Ulleberg og Jaren 1991), noe som nødvendigvis skaper en konflikt med menneskets behov for transportårer.

Jernbaneverket og NSB har de siste 4 årene gjennomført grundige registreringer av dyrepåkørsler på jernbanen i hele Norge. Til sammen er det påkjørt 4189 dyr i periode 1993 - 1996 (**tabell 1**), hvorav elgpåkjørsler utgjør 65%. Elgpåkjørsler er en belastning både økonomisk, økologisk og psykisk. Enkelte eiere av jaktretten påføres store tap av en jaktbar ressurs. Påkjørlene fører dessuten til materielle skader og togforsinkelser, togpersonell belastes psykisk (Vatshelle 1995), og det faktum at det årlig må ettersøkes en mengde sårede elg vitner om lidelser blant et stort antall dyr. Viltulykker vanskeliggjør dessuten en målrettet forvaltning av viltressurser, bl. a. fordi dødsfall forårsaket av påkjørsler kan få kraftige og ukontrollerbare følger for bestandsutviklingen (Lutz 1991, Petersson og Danell 1992, Foster og Humphrey 1995).

Tabell 1. Antall vilt og husdyr påkjørt av tog i Norge i perioden 1993-1996.

Dyreart	Antall påkjørt
Elg	2705
Rådyr	521
Hjort	54
Rein	118
Moskus	7
Gaupe	3
Bjørn	1
Rev	3
Ørn	3
Sau	568
Geit	3
Storfe	50
Hest	3
Hund	150

Vi har fått i oppdrag fra Jernbaneverket å utrede muligheten for å redusere mengden av elg som oppholder seg nær jernbanelinjen i Østerdalen. Rørosbanen som går gjennom Østerdalen er den togbanen i Norge med flest antall elg påkjørt per år i forhold til banens lengde (**tabell 2**).

Studiet er gjort ved å:

- 1) Gjennomføre et litteraturstudie hvor vi ser på deler av elgens biologi som kan være viktig for å forstå elgpåkjørsler. Videre har vi sett på kjente årsaker til påkjørsler og studier som analyserer effekten av iverksatte tiltak for å redusere påkjørsler;
- 2) Analysere hvilke økologiske faktorer som påvirker antall elgpåkjørsler, analysere effekten av tiltak iverksatt for å redusere påkjørsler i Stor-Elvdal og Rendalen kommuner, og komme med forslag til videre tiltak for å begrense elg nær jernbanelinjen.

Tabell 2. Antall påkjørte elg per km jernbanelinje og år for de lengste banene i Norge.

Bane	Ant. påkjørsler per km per år
Rørosbanen	0,36
Gjøvikbanen	0,34
Bratsbergbanen	0,34
Vestfoldbanen	0,28
Nordlandsbanen	0,25
Meråkerbanen	0,20
Bergensbanen	0,18
Sørlandsbanen	0,18
Randsfjordbanen	0,17
Hoved + Dovrebanen	0,11
Raumabanen	0,07
Kongsvingerbanen	0,06
Solørbanen	0,05
Østfoldbanen	0,02

2. Litteraturstudie

Skal vi forstå hvorfor elgpåkjørsler inntreffer må vi ha kjennskap til elgens biologi. Spesielt gjelder dette elgens forflytningsmønster. Elg blir nødvendigvis påkjørt fordi den beveger seg ut på jernbanelinjen, og man kan derfor anta at individer som beveger seg mye vil ha en større risiko for å oppholde seg på jernbanelinjen enn mer stasjonære individer. Nedenfor gir vi derfor et sammendrag av studier på elgens forflytningsmønster (kapittel 2.1). Etterpå går vi gjennom rapporter og vitenskapelige studier som beskriver årsaker til elgpåkjørsler (kapittel 2.2) og studier som viser effekten av mulige tiltak for å redusere påkjørsler (kapittel 2.3).

2.1 Elgens forflytningsmønster

Dyrs forflytning kan deles inn i: 1) *Spredning* av unge dyr i kjønnsmodningsfasen bort fra fødeområdet (Stenseth og Lidicker 1992); 2) *sesongbestemte trekk* mellom sommer- og vinterbeiteområder (Andersen 1991a og b); og 3) *daglig forflytning*, som angir

forflytninger for å utføre daglige gjøremål innenfor beiteområder (Burt 1943).

2.1.1 Elgens ulike forflytningstyper

- **Spredning**

Ett år gamle elgkalver skal om våren etablere seg på egenhånd når moren på nytt skal kalve. Disse ettåringene sprer seg vanligvis ikke så langt fra morens område i det sørlige Norge (Andersen og Sæther 1996). Likevel synes påkjørselsrisikoen våren å være høyere for disse unge dyrene enn dyr i andre aldersklasser (Lavsund og Sandegren 1991, Fjeld og Roer 1996).

- **Sesongbestemte trekk**

De fleste elgstammene i Norge har en tendens til å foreta trekk mellom bestemte områder med godt beite sommerstid, til bestemte vinterbeiteområder (Cederlund m. fl. 1987, Sweanor og Sandegren 1989, Andersen 1991a og b, Sæther m. fl. 1992, Odden m. fl. 1996, Kastdalen og Storaas 1997). Dette sesongbestemte trekket foretas av elgen i hele sitt utbredelsesområde (LeResche 1974, Pulliainen 1974). Forflytningen skyldes økende snømengde med tilhørende tyngre forflytning og redusert mattilgang, og går vanligvis mellom høyereliggende sommerområder og lavereliggende vinterområder (Cederlund m. fl. 1987, Andersen 1991a og b, Haagenrud 1995, Odden m. fl. 1996). Fôret, som om høsten stort sett består av feltskiktvegetasjon (gress og urter) og løv, blir utilgjengelig på grunn av løvfall og snø vinterstid. Nede i dalene er det imidlertid mindre snø og større tilgang på fôr om vinteren.

Trekket fra sommerområdene starter straks det kommer snø (Sandegren m. fl. 1985, Histøl og Hjeljord 1993), men opphold i trekket kan forekomme i perioder uten snøfall. Trekkende elg på vei ned til lavereliggende beiteområder er sterkt utsatt for påkjørsler da vegnettet og

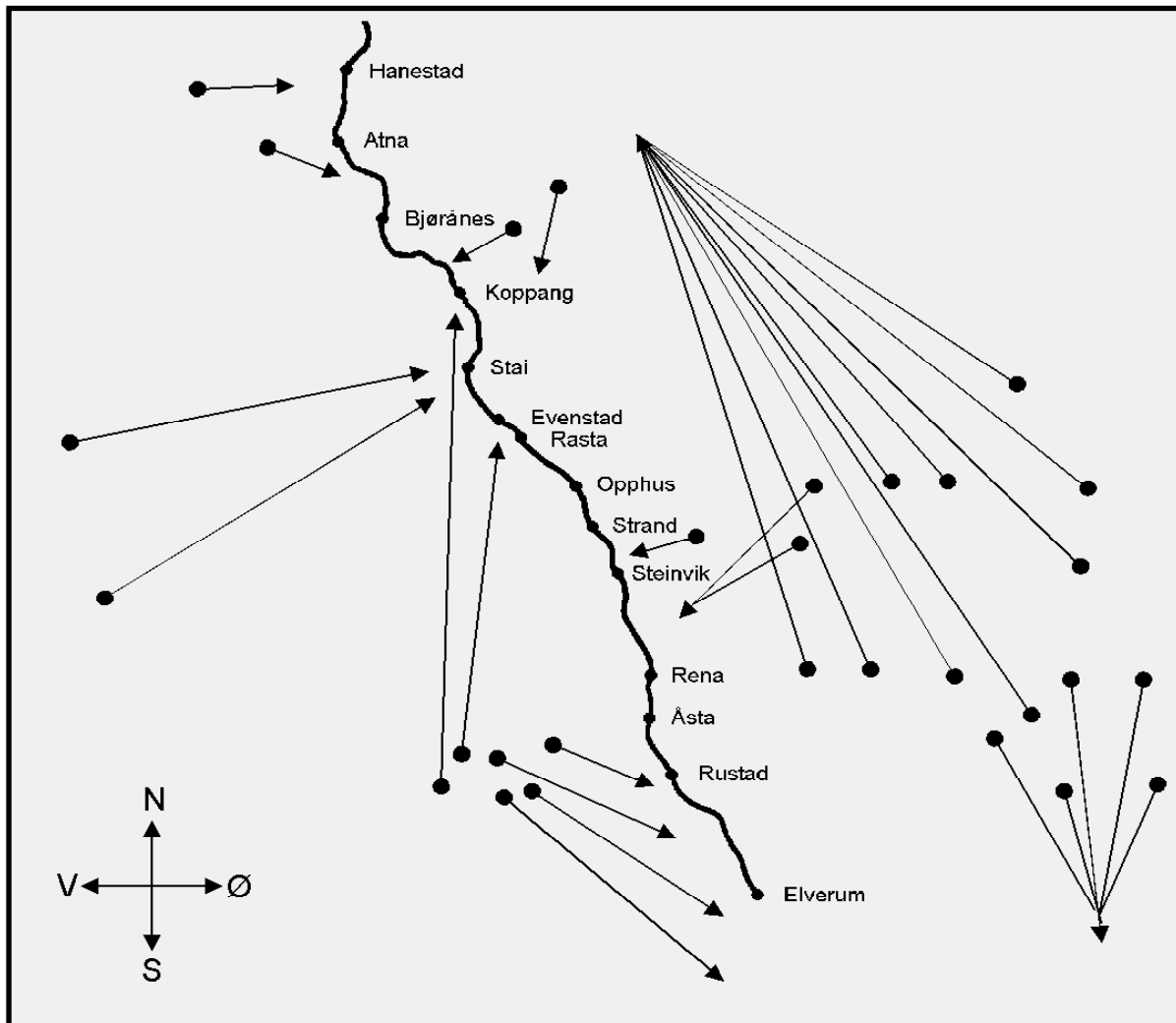
jernbanelinjen i stor grad er konsentrert til dalbunner. Det er også vist at elgkuer trekker lengre distanser enn okser (Andersen og Sæther 1996), og elgkuer vil dermed kunne være mer utsatt for påkjørsler enn elgokser (Andersen m. fl. 1991).

• Daglig forflytning

Størrelsen på beiteområdet varierer kraftig fra individ til individ. Vanligvis har okser større områder enn kuer sommerstid (Lorentsen m. fl. 1991), mens trekkende elg bruker større områder enn stasjonære

elg både sommer og vinter (Andersen og Sæther 1996, Odden m. fl. 1996). I år med store snømengder synes forflytningsevnen å bli hemmet, og elgen bruker da mindre beiteområder enn i år med lite snø (Odden m. fl. 1996).

Til tross for både individ- og sesongvariasjoner i beiteområdestørrelse har den daglige forflytningen liten innvirkning på påkjørselsfrekvensen sammenlignet med trekkaktiviteten.



Figur 1. Elgtrekk i Østerdalen fra sommerområder (sirkler) til vinterområder (piler). Etter Sæther og Heim 1991, Odden m. fl. 1996.

2.1.2 Elgens forflytninger i Østerdalen

Denne rapporten skal vurdere elgpåkjørsler langs jernbanen i Østerdalen. Det er gjort 2 studier i Hedmark fylke der bruk av radiotelemetri viser forflytningsmønsteret til elgen i området (Sæther og Heim 1991, Odden m. fl. 1996). Disse studiene viser at ca. 75% av merkede elg trekker lenger enn 10 km mellom et sommer- og et vinterbeiteområde, spesielt i snørike år. Elg merket øst for Glomma har en tendens til å trekke østover eller sørover, og dermed vekk fra Østerdalen og Rørosbanen om vinteren (**figur 1**), mens elg merket vest for Glomma har en sterk tendens til å trekke helt ned i dalen i Stor-Elvdal og Rendalen kommuner. Sæther og Heim (1991) mener at mange av elgene som kommer vestfra anvender Imsdalen under trekket og kommer ned i Østerdalen ved Stai. Odden m. fl. (1996) mener også at elgen anvender dalfører under trekket.

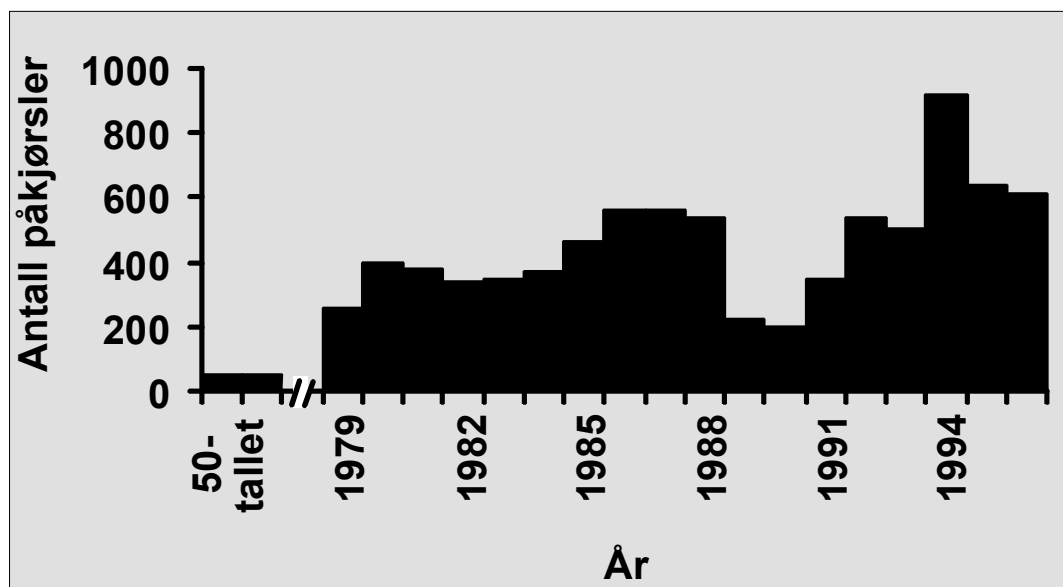
Som andre studier har vist for elgtrekket i Norge, starter også trekket i Østerdalen når beiteplanter ikke lenger er tilgjengelig oppe i liene når snømengden overskrider

0,5 m (Heitman og Johansen 1995, Halgunset 1996).

Det er ikke blitt påvist noen forskjell i trekkemønster eller daglig forflytningsmønster mellom kjønn eller mellom forskjellige aldersgrupper av dyr som kan gi noen forventning om hvilke individer som vil være mest utsatt for påkjørsler i Østerdalen.

2.2 Årsaker til elgpåkjørsler

Mens det på 50-tallet ble registrert rundt 50 påkjørte elg på jernbanen her i landet per år, økte dette antallet jevnt fram til slutten av 1980-tallet, og har de siste årene steget ytterligere (den midlertidige nedgangen i 1989 og 1990 skyldes antageligvis uvanlig små snømengder) (**figur 2**). Økningen de siste ti årene kan skyldes forskjellige forhold, slik som økte elgbestander, endret kjøremønster av tog, endret atferdsmønster hos elg, og/eller bedre registrering av påkjørslene de siste årene.



Figur 2. Utviklingen av antall påkjørte elg på jernbanen i Norge.

Allerede i 50-årene ble det tatt initiativ for å redusere antall elgpåkjørsler på jernbanen (Christensen 1956). Utredningen av Christensen (1956) ble fulgt opp med flere rapporter på 80- og 90-tallet som i stor grad beskriver de samme årsakene til påkjørsler og foreslår samme forebyggende tiltak (kapittel 2.2.1 og 2.2.2). Nedenfor går vi gjennom den litteraturen som beskriver faktorer som kan påvirke antall påkjørsler, både langs bilveier og jernbanelinjer.

2.2.1 Kjente årsaker til viltpåkjørsler

- **Aktivitetsrytmer**

Påkjørselsfrekvensen henger nøye sammen med elgens aktivitetsrytme. På årsbasis gir dette seg utslag i store påkjørselstall i perioder med sesongbestemte vandringer hos hjortedyr (Allen og McCullough 1976, Goodwin og Ward 1976). Det er også vist at høy aktivitet av okser/bukker relatert til brunsttiden øker påkjørselstallene (Peek og Bellis 1969, Allen og McCullough 1976, Vincent m. fl. 1988, Gleason og Jenks 1993).

I Sør-Sverige sammenfaller perioder med mange viltulykker med perioden når ettåringer forlater moren (våren) og med brunstperioden (høsten), mens påkjørslene i Nord-Sverige er mer relatert til trekket mellom sommer- og vinterbeiter (Lavsund og Sandegren 1991, se også Wahlström og Liberg 1995, Fjeld og Roer 1996).

Til daglig finner man den høyeste påkjørselsfrekvensen i tussmørkeperioden når hjortedyr har sin høyeste beiteaktivitet (Peek og Bellis 1969, Carbaugh m. fl. 1975, Allen og McCullough 1976, Andersen m. fl. 1991, Loe 1993). Det er også blitt hevdet at innføring av sommertid i USA førte til en økning i antall viltpåkjørsler, muligens på grunn av økt trafikkmengde i tussmørket (Allen og McCullough 1976).

- **Klimatiske faktorer**

Andersen m. fl. (1991) analyserte elgpåkjørsler langs Nordlandsbanen og mente at det i hovedsak var trekkende elg som ble påkjørt. Dette ble konkludert fordi størsteparten av påkjørslene skjedde vinterstid, spesielt i vintre med store snømengder og dager rett etter snøfall. Ulleberg og Jaren (1991) registrerte at 83% av alle elgpåkjørsler i Norge i perioden 1985-1988 skjedde vinterstid. Mest karakteristisk var dette for Nordlandsbanen og Rørosbanen, hvor henholdsvis 95% og 94% av elgpåkjørslene fant sted om vinteren. Også på jernbanene i Aust-Agder har det blitt påvist en sammenheng mellom elgpåkjørsler og snømengde (Fjeld og Roer 1996).

Det blir også påkjørt flere elg på dager med kuldegrader enn på dager med varmegrader (Andersen m. fl. 1991, Loe 1993). Spesielt for elgen er at den om vinteren tåler temperaturer ned til -30°C før den må øke metabolismen (Renecker og Hudson 1986). Om vinteren er imidlertid elgen lite tolerant mot varme, og ved temperaturer mellom -5 og 0°C må den redusere beiteaktiviteten for å unngå overoppheting (Renecker og Hudson 1986). Andersen m. fl. (1991) forklarte dermed det reduserte antall påkjørsler på varme dager ($\sim 0^{\circ}\text{C}$) med lavere elgaktivitet.

Ellers synes andre klima- og værforhold, som regn og skydekke, å ha liten innvirkning på påkjørselsfrekvensen (Waring m. fl. 1991, Hartwig 1993).

- **Ressurstilgang og landskapsmønstre**

Hjortedyrpåkjørsler skjer ofte på steder hvor viltet er nødt til å krysse trafikkårer for å få tilgang på ressurser som skjul, fôr og vann (Feldhamer m. fl. 1986, Gleason and Jenks 1993). Dessuten benytter dyr gjerne bestemte typer landskap ved de ulike forflytningstypene (kapittel 2.1.1).

For eksempel antas det at elgen benytter dalfører på sin vandring mellom sommer- og vinterbeiter (kapittel 2.1.2). Påkjørsler er derfor gjerne knyttet til bestemte landskapstyper som enten gir tilgang på ressurser eller brukes som trekkårer (Peek og Bellis 1969, Carbaugh m. fl. 1975, Bashore m. fl. 1985, Feldhamer m. fl. 1986).

• Trafikkmengde

Det ville være naturlig å anta at sannsynligheten for påkjørsler øker med økt trafikkmengde, men studiene på dette området er ikke entydige. Noen har funnet klare sammenhenger mellom biltrafikk og påkjørsler (Allen og McCullough 1976), mens andre ikke har sett noen sammenheng mellom trafikkmengde og viltulykker (Gleason og Jenks 1993, Groot Bruinderink og Hazebroek 1996). Atferdsstudier viser dessuten at hjortedyrenes adferd nær bilvei ikke blir nevneverdig påvirket av antall biler som kjører på veien (Waring m. fl. 1991, Hartwig 1993).

• Bestandsstørrelse

Ikke uventet er det funnet en klar sammenheng mellom økte hjortedyrbestander og antall hjortedyrpåkjørsler (McCaffery 1973, Story og Kitchings 1979, Vincent m. fl. 1988, Lavsund og Sandegren 1991, Lutz 1991). Men også når det gjelder bestandsstørrelse er resultatene tvetydige, da det faktisk er flere studier som ikke finner noen sammenheng mellom bestandsstørrelse og trafikkulykker (Case 1978, Hartwig 1994, Groot Bruinderink og Hazebroek 1996, Myrjord 1996).

2.2.2 Årsaker til påkjørsler langs togtraséen i Østerdalen

Det er gjort en del studier av elgpåkjørsler i Østerdalen. I likhet med mange av studiene henvist til ovenfor (kapittel 2.2.1), viser også studiene fra Østerdalen en klar sammenheng mellom snømengde og antall

påkjørte elg (Loe 1993, Myrjord 1996). Dette er blitt satt i sammenheng med trekkende elg som samler seg langs Koppangsøyene (Heitman og Johansen 1995). Det er også blitt vist at antall påkjørsler minker på våren når temperaturen stabiliserer seg over 0° C (Loe 1993). Størrelsen på elgbestanden i Stor-Elvdal kommune synes derimot ikke å påvirke antall påkjørsler (Myrjord 1996).

2.3 Tiltak for å redusere viltpåkjørsler

Det er blitt foreslått en mengde tiltak for å redusere antall påkjørsler (se Groot Bunderink og Hazebroek 1996, Romin og Bissonette 1996 for et sammendrag av tiltak). De samme tiltakene er blitt satt i verk for å redusere både tog- og bilpåkjørsler. Skal et tiltak ha noen effekt må det forandre dyrets adferd, f. eks. ved at elgen stopper opp, flykter, eller på annen måte forandrer sitt forflytningsmønster (Romin og Bissonette 1996). Nedenfor går vi gjennom de tiltakene som har vært prøvd ut, og gir en vurdering av de ulike tiltakenes effektivitet.

2.3.1 Kjente tiltak mot viltpåkjørsler

• Lyd

Fløyter som produserer ultrasoniske lyder, enten plassert langs trafikkerte traseer eller plassert på kjøretøy, har vært aktivt brukt i mange land. Video-opptak av hjortedyr i nærheten av lydinstallasjoner viser imidlertid at de ikke har noen effekt på hjortedyrs adferd (Schober og Sommer 1984; se også Myrstad 1982). Det ble heller ikke observert en eneste reaksjon hos hjortedyr i eksperimenter med et variert antall varselsfløyter på biler (Romin og Dalton 1992). Et sammenfattende studie fra alle stater i USA konkluderte med at lydsystemer ikke reduserer antall påkjørsler (Romin og Bissonette 1996).

• Lys og viltspeil

Forskjellige lysmekanismer (enten blinkende lys på kjøretøy, eller opplysning av områder) ser ikke ut til å påvirke hjortedyrs adferd (Myrstad 1982).

Viltspeil (Swareflex reflektorer) er speil som står langs veikanter og reflekterer kjøretøyets lys inn i skogen med et rødt skjær som påstås å skremme hjortedyr vekk fra veien. Viltspeil er en av de få tiltakene som det er gjort eksperimenter med ved bl. a. å dekke til speilene annenhver uke i opptil 3 år, og sammenligne antall påkjørsler i de ukene speilene var tildekket med de ukene speilene ikke var tildekket. Zacks (1986) har imidlertid ikke funnet noe som tyder på at hjortedyr frykter rødt lys. Tvert imot så viser de aller fleste rapportene at viltspeil ikke har noen effekt på viltpåkjørsler (Ohlbrich 1984, Zacks 1986, Waring m. fl. 1991, Woodham 1991, Armstrong 1992, Romin og Dalton 1992, Reeve og Anderson 1993). Kun ett studie har funnet at viltspeil reduserer påkjørsler (Schafer m. fl. 1985). Zacks (1986) mener at denne positive effekten av viltspeil skyldtes bilistenes mer forsiktige kjøring på områdene med viltspeil.

• Luktstoffer

Luktstoff er et nyere middel for å redusere påkjørsler. En vanlig type luktstoff er "Duftzaun" som består av luktkomponenter av bjørn, ulv, gaupe og menneske. Dette er ment å påvirke hjortedyr til å skjerpe sansene i forbindelse med andre inntrykk som lys og lyder. Eksperimenter gjort med luktmiddelet "Duftzaun" på en lang rekke viltarter viste at de fleste artene sluttet å reagere på luktstoffet innen 2 døgn etter at stoffet var satt ut (Lutz 1994).

Under Olympiaden i 1994 ble det med hell brukt "Duftzaun" på E6 sør for Lillehammer, spesielt sammen med sperrebånd. Det er imidlertid uklart

hvorvidt det var luktstoffet, eller et av de mange andre tiltak satt i verk samtidig, som var årsak til det reduserte antall viltpåkjørsler på denne strekningen (Kastdalen og Strømmen 1995).

• Fôr

Fôring, f. eks. utplassering av høyballer for elg, synes å kunne påvirke hjortedyrs adferd, enten ved å redusere trekkdistansen (Heitman og Johansen 1995) eller ved å gjøre dyr mer stasjonære (Carbaugh m. fl. 1975, Miller og Litvaitis 1992, Ingebretsen og Kristiansen 1997). Hvor effektivt dette er for å hindre elgpåkjørsler er det foreløpig ikke gjort noen studier på.

• Rydding

Rydding av skog eller beiteplanter nær trafikkerte traseer har ofte blitt foreslått for å redusere viltulykker (Jaren m. fl. 1991, Ulleberg og Jaren 1991, Gleason and Jenks 1993, Romin og Bisonette 1996). Rydding av skog langs begge sider av togtraseer i 20 - 60 m bredde synes å ha en ganske høy reduserende effekt på elgpåkjørsler forårsaket av tog. I de områder hvor denne skogryddingen er blitt registrert har man funnet mellom 23 og 90% reduksjon i antall elgpåkjørsler (Liebe 1989, Wiseth og Pedersen 1989, Ulleberg og Jaren 1991). Hovedsakelig skyldes dette at elg krysser den åpne gaten på tvers, uten å oppholde seg på jernbanelinjen (**figur 3**).

• Gjerde

Gjerder er den sikreste måten å redusere viltpåkjørsler på. De fleste studier viser mellom 60 og 100% reduksjon i hjortedyrpåkjørsler, avhengig av gjerde kvaliteten (Goodwin og Ward 1976, Lehtimaki 1981, Ward 1982, Ludwig og Bremicker 1983, Skølving 1985, Gleason og Jenks 1993). Imidlertid skjer det en viss økning i antall ulykker i enden av korte gjerdelengder (Lehtimaki 1981). Oppsettelsen av gjerde bør imidlertid kombineres med såkalte "faunapassasjer" (Salvig 1991, Madsen 1994). De mest

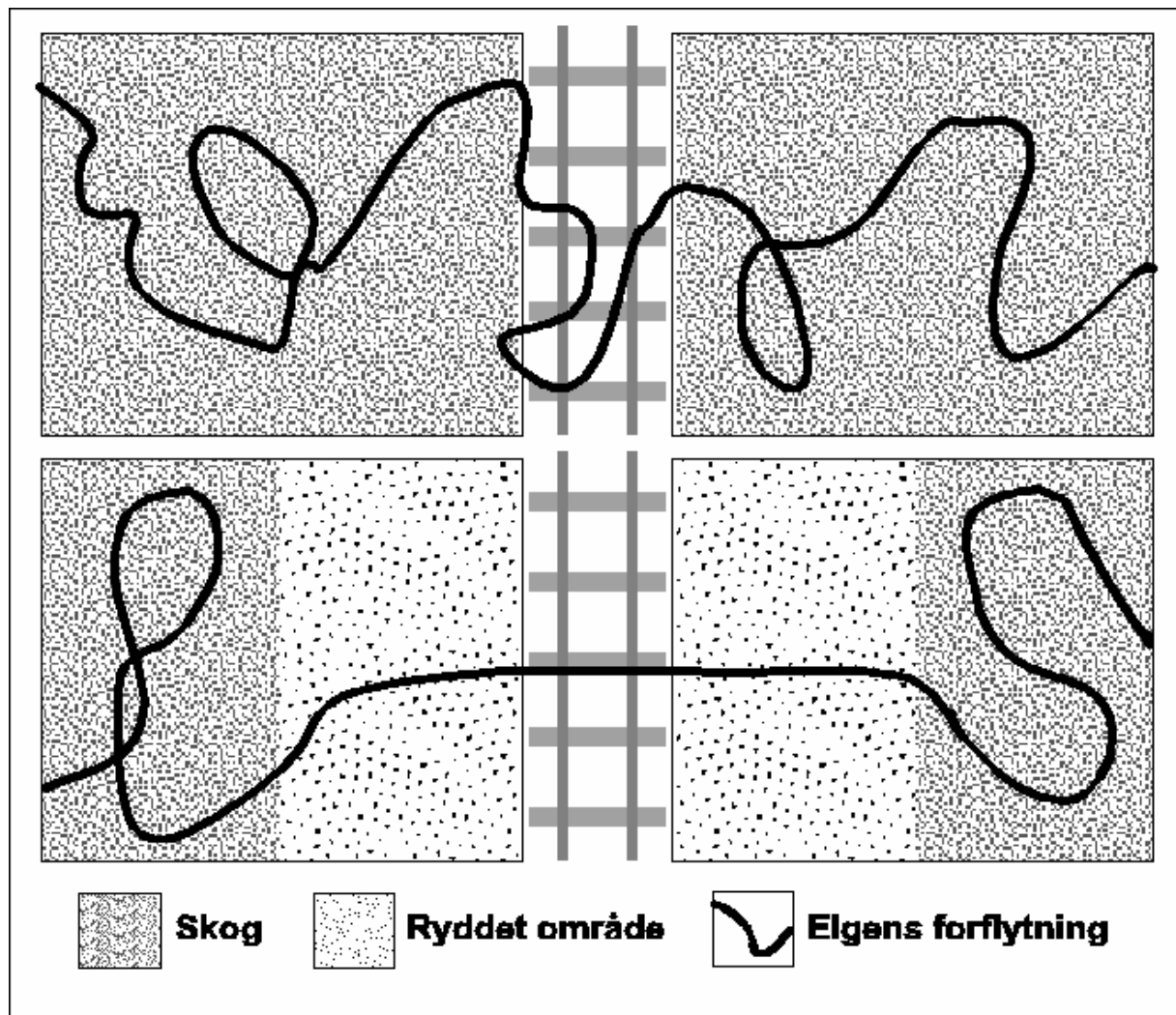
anvendelige faunapassasjer for elg er broer over (*overganger*) eller tunneler under (*underganger*) jernbanelinjen.

• **Sammendrag**

To oppsummerende studier som har vurdert forskjellige tiltak for å redusere antall viltpåkjørslar ble publisert i 1996 (Groot Bunderink og Hazebroek 1996, Romin og Bissonette 1996). Begge konkluderte med at lyd, lys og luktstoffer ikke har noen påvist effekt. Gjerder, under-

og overganger har helt tydelig vært de mest effektive tiltakene. Videre tyder studier på at rydding langs trafikkerte traseer også har en viss effekt. Fôring foreslås, men har hittil vært for lite testet.

I tillegg til de faktorene som er nevnt overfor har det også blitt vurdert å senke bestandsstørrelsen av hjortedyr for å redusere antall påkjørslar.



Figur 3. Elgens kryssing av jernbanesporet i områder hvor det ikke er blitt ryddet skog langs jernbanelinjen (over), og der det er blitt ryddet langs jernbanelinjen (under). Etter Ulleberg og Jaren 1991.

2.3.2 Tiltak mot viltpåkjørsler langs togtraséen i Østerdalen

Langs togtraséen i Østerdalen er det blitt satt i verk flere tiltak for å redusere antall elgpåkjørsler. Da trekket ned i dalen synes å være grunnet beiteforhold er det foreslått at trekket kan stoppes før dalbunnen med ekstra fôring på bestemte plasser (Heitman og Johansen 1995, Halgunset 1996). Fôringstiltak er allerede satt i gang flere steder i Stor-Elvdal kommune (Øfstaas pers. komm.). I tillegg er det i enkelte utsatte områder ryddet skog inntil jernbanelinjen (Vestby pers. komm.), bygd gjerder på to kortere strekninger (Toldnes 1987) og lukstoffet "Duftzaun" er prøvd ut (Fagermyr 1995, Myrjord 1996).

3. Analyse av årsaker til - og tiltak mot elgpåkjørsler

3.1 Problemstilling

Tidligere elgstudier gjort i Østerdalen viser at den største andelen elg blir påkjørt når elgen trekker ned i dalbunnen om vinteren. Det er i hovedsak klimatiske faktorer som er blitt påvist å ha en effekt på antall påkjørsler. Noen tiltak er satt i verk for å redusere påkjørsler i Østerdalen, men effektiviteten av disse har ennå ikke blitt vurdert.

Vi vil videre i denne rapporten analysere ulike årsaker til påkjørsler langs jernbanen i Østerdalen, samt vurdere hvilken effekt iverksatte tiltak har hatt på antall påkjørsler.

3.1.1 Årsaker til påkjørsler

Vi vil analysere hvilke *romlige* faktorer (landskap og beitetilgang) som påvirker elgpåkjørsler i Østerdalen. Vi forventer at landskapsmønsteret kan forklare de regionale trendene i påkjørselslokaliteter, mens forandringer i beitetilgangen p.g.a. hogst vil kunne forklare lokale variasjoner

fra år til år. I tillegg vil vi analysere hvordan *tidsmessige* faktorer, d.v.s. faktorer som endrer seg fra år til år (klima og bestand), påvirker antall påkjørsler. Ut fra tidligere studier har vi analysert følgende:

- 1) *Landskapsmønsteret*; hvorvidt høydeforskjellen til nærliggende åser og tilstedeværelsen av tverrgående daler og tettsteder korrelerer med antall elgpåkjørsler. Hvis det er trekkende elg som blir påkjørt forventer vi å finne en større andel påkjørsler nær tverrgående daler og åser. Vi forventer også, naturlig nok, å finne færre påkjørsler i nærheten av tettbebygde strøk.
- 2) *Beitetilgang*; hvordan skogavvirkning nær jernbanelinjen påvirker antall påkjørsler. Avvirkning forandrer beitetilgangen enten ved å redusere tilgangen på beite, eller øke beite gjennom hogstavfall og nyetableringer av buskvegetasjon. Vi forventer økt antall påkjørsler ved økt beitetilgang.
- 3) *Klimatiske faktorer*; hvordan snømengde, tid etter siste snøfall og temperatur påvirker antall påkjørsler. Vi forventer å finne en større andel påkjørsler ved store mengder snø og kuldegrader slik det er blitt registrert før for elgpåkjørsler i Norge. I tillegg forventer vi en større andel påkjørsler dagene rett etter snøfall, da snøfall ser ut til å framskynde trekket.
- 4) *Bestandsstørrelse*; hvorvidt bestandens størrelsen korrelerer med antall elgpåkjørsler. Vi forventer å finne at antall påkjørte elg øker med bestandsstørrelse.

3.1.2 Effekten av iverksatte tiltak

Her vil vi analysere effekten av iverksatte tiltak. Dette vil bli gjort ved å sammenligne antall påkjørsler på stedet før og etter tiltaket ble iverksatt, etter å ha korrigert for eventuelle faktorer som også har variert i denne perioden, f. eks. snømengde. Følgende tiltak vil bli analysert:

- 1) *Gjerder*
- 2) *Skogrydding*
- 3) *Luktstoffet "Duftzaun"*
- 4) *Fôring*

3.2 Metoder

3.2.1 Datamateriale

Dataene om påkjørsler brukt i denne rapporten stammer fra Jernbaneverket/NSB sine registreringer og fra viltnemndene i Stor-Elvdal og Rendalen. Vi har til sammen fått inn 5 datasett med delvis overlappende registreringer. Disse 5 datasettene har vi samkjørt for å få en mest mulig helhetlig samling av data. Fullstendig registrering inneholder kilometerstand fra Oslo til nærmeste 100 m (heretter kalt *km Oslo*), og tidspunkt for påkjørsle.

Vi har til sammen hatt tilgang til data fra 1234 registrerte påkjørsler for Rørosbanen fra og med desember 1982 til mars 1997, hvorav 5 observasjoner ble fjernet da det ikke var registrert tid og sted for påkjørselen. En del av dataene, bl. a. fra tidlig på 80-tallet, er mangelfulle og de ulike analysene er derfor bygd på ulike datasett:

- For beskrivelsen av påkjørselsstedene langs Rørosbanen (Elverum - Røros) har vi anvendt data fra 1. januar 1989 til mars 1997 (kapittel 3.3.1).
- For beskrivelsen av påkjørselsstedene i Stor-Elvdal og Rendalen kommuner har vi anvendt data fra 1. juli 1985 til mars 1997 (kapittel 3.3.1).
- For analysen av effekten av landskapsmønstre har vi anvendt data fra 1. januar 1989 til 1. mars 1997 for hele Rørosbanen, mens for analysen av årsaker til påkjørsler har vi anvendt data fra 1. juli 1985 til mars 1997 for Stor-Elvdal og Rendalen kommuner (kapittel 3.3.2).

- For analysen av effekten av iverksatte tiltak har vi anvendt data fra 1. juli 1985 til mars 1997 for Stor-Elvdal og Rendalen kommuner (kapittel 3.3.3).

Bestandsstørrelsen av elg er beregnet ved bruk av bestandsmodellen "Cersim", som estimerer den forestående høstbestanden ut fra sett-elg-registreringer, basert på elgobservasjoner gjort av jegere (sett-elg skjema).

Sett-elg skjema fra Stor-Elvdal har vi fått fra Grunneierforeningen i Stor-Elvdal.

Daglig snømengde og gjennomsnitts temperatur ved værstasjonen på Evenstad er skaffet til veie fra meteorologisk institutt.

3.2.2 Analyse av årsaker til påkjørsler

• Landskapsmønsteret

For å forklare variasjonen i påkjørsle i hele Østerdalen har vi delt inn Rørosbanen i 10 km lange soner. For hver sone har vi registrert hvorvidt det er et tettsted og hvorvidt det er en tverrgående dal innen sonen. Som et mål på *topografi* har vi målt høydeforskjellen fra dalbunnen til høyeste punkt innenfor en radius på 2,5 km fra sonens sentrum. Vi har utført en ANCOVA-analyse for å velge den eller de av disse landskapsparametrene som forklarer antall påkjørsler best.

For å se om tverrdaler kanalisere elg ned i Stor-Elvdal og Rendalen kommuner vinterstid, slik det er antatt (Sæther og Heim 1991, Heitman og Johansen 1995, Myrjord 1996, Odden m. fl. 1996), har vi sett på antall påkjørsler innen en sone 2 km sør og 2 km nord for alle tverrdaler. En ANOVA-analyse ble brukt ved sammenligningen av antall elg påkjørt per kilometer per år i disse dalsonene med antall elg påkjørt per kilometer per år på strekningene utenfor disse dalsonene.

- **Klimatiske faktorer**

For å teste om elgpåkjørsler er uavhengig av snø har vi sammenlignet andel dager med bestemte snømengder (*forventet*) med andel påkjørsler under de gitte snømengdene (*observert*) ved bruk av en χ^2 -analyse. Det samme ble gjort for analysen av temperatur.

- **Bestandsstørrelse**

For analysen av effekten av bestandsstørrelse på elgpåkjørsler har vi anvendt Cersim-estimer fra Stor-Elvdal kommune. Analysen er gjort ved å se om bestandsstørrelser er knyttet til antall påkjørsler per år ved bruk av multippel regresjonsanalyse. På denne måten fikk vi korrigert for eventuelle andre faktorer som varierer årlig (slik som klima).

- **Beitetilgang**

Vi har ingen mål på hvordan fôrkvaliteten varierer langs Rørosbanen. For å vurdere hvordan beitetilgangen påvirker antall påkjørsler har vi anvendt området rundt Furuset gård (Nabben: km Oslo: 220) i Stor-Elvdal, og Storholmen utenfor Hanestad gård (km Oslo: 282-283) i Rendalen, som begge har vært utsatt for endret beitetilgang. Skogene mellom jernbanelinjen og Glomma ved Nabben ble hogd i løpet av vinteren 91/92. Etter hogsten ble hogstavfall liggende som tilgjengelig beite for elgen utover vinteren (Flugsrud pers. komm.). Storholmen var frem til 1980 brukt som beitemark for husdyr. Siden den gang har den imidlertid delvis grodd til med løvkratt og småfuru, og har etter hvert fungert som et godt beiteområde for elg vinterstid (Hanestad pers. komm.). Sommeren 1996 ble dette området igjen ryddet til beitemark for husdyr slik at elgen måtte søke etter nye beiteområder vinteren 96/97.

Vi sammenlignet antall elg påkjørt i disse to områdene før og etter at beitetilgangen ble forandret. Eventuelle faktorer som

varierer fra år til år, slik som klima (snø og temperatur) og bestandsstørrelse, ble inkludert i en multippel regresjonsanalyse for å beregne antall forventede påkjørsler før og etter forandring av beitetilgangen. Det forventede antall påkjørsler før og etter forandringen i beitetilgang ble sammenlignet statistisk med det observerte antall ved bruk av en χ^2 -analyse.

3.2.3 Effekten av iverksatte tiltak

De ulike tiltakene utprøvd for å redusere antall elgpåkjørsler i Stor-Elvdal og Rendalen er: 1) Gjerder av tre typer; plantefeltnett og glassfiberbånd, satt opp ved Tresa nord for Koppang, og metallgjerde ved Stai; 2) skogrydding, foretatt i 5 - 15 meters brede belter på hver side av jernbanelinjen; 3) luktstoffet "Duftzaun", utprøvd på flere 500 m lange strekninger; og 4) fôring, gjennomført i Imsdalen og Bjøråkjølen siden vinteren 94/95 frem til i dag (**tabell 3**).

Felles for alle tiltakene er at de er prøvd ut på relativt korte strekninger og over korte tidsepoker (bortsett fra gjerdet ved Tresa). Dette medfører visse problemer med hensyn til analyseringen av tiltakene. Eventuelle effekter av tiltak kan nemlig skyldes ukontrollerbare faktorer som tilfeldigvis har påvirket antall påkjørsler på samme sted og til samme tid som tiltakene har vært utprøvd.

For å ta hensyn til disse ukontrollerbare faktorene har vi sammenlignet det observerte antall påkjørsler før og etter tiltaket ble iverksatt med det forventede antall påkjørsler før og etter tiltaket ble iverksatt. Det forventede antall påkjørsler er funnet etter å ha tatt hensyn til mellomårsvariasjonen i faktorer som påvirker påkjørselsantallet. Forventet antall påkjørsler på stedet med tiltak før og etter tiltaket ble iverksatt ble sett i forhold til det observerte antall påkjørsler før og etter tiltak. All analysering av iverksatte tiltak ble gjort ved bruk av χ^2 -analyser.

Tabell 3. Tidspunkt og kilometerstand (km Oslo) for de ulike tiltakene satt i verk for å redusere antall påkjørsler i Stor-Elvdal og Rendalen kommuner.

Tiltak	År	Fra (km Oslo)	Til (km Oslo)
Gjerde			
plantefeltnett	1986	250,8	251,7
glassfiberbånd	1986	251,7	254,1
metall	Sommeren 1995	233,7	234,7
Skogrydding			
	1990	261,5	271,7
	1993	232,0	233,7
	1993	234,6	235,5
	1993	241,0	245,2
	1995	289,3	290,3
	1995	299,5	299,7
	1996	284,9	285,3
	1996	298,9	299,9
Luktstoff			
	Høsten1994 og januar 1996	207,0	207,5
	Høsten1994 og januar 1996	222,4	222,9
	Høsten1994 og januar 1996	233,0	233,5
	Høsten1994 og januar 1996	242,2	242,7
	Høsten1994 og januar 1996	250,4	250,9
	Høsten1994 og januar 1996	256,0	256,5
	Høsten1994 og januar 1996	264,1	264,6
	Høsten1994 og januar 1996	277,0	277,5
	Høsten1994 og januar 1996	282,2	282,7
	Høsten1994 og januar 1996	291,7	292,2
Fôring			
Imsdalen	1994	230,0	236,0
Bjøråkjølen	1994	260,0	268,0

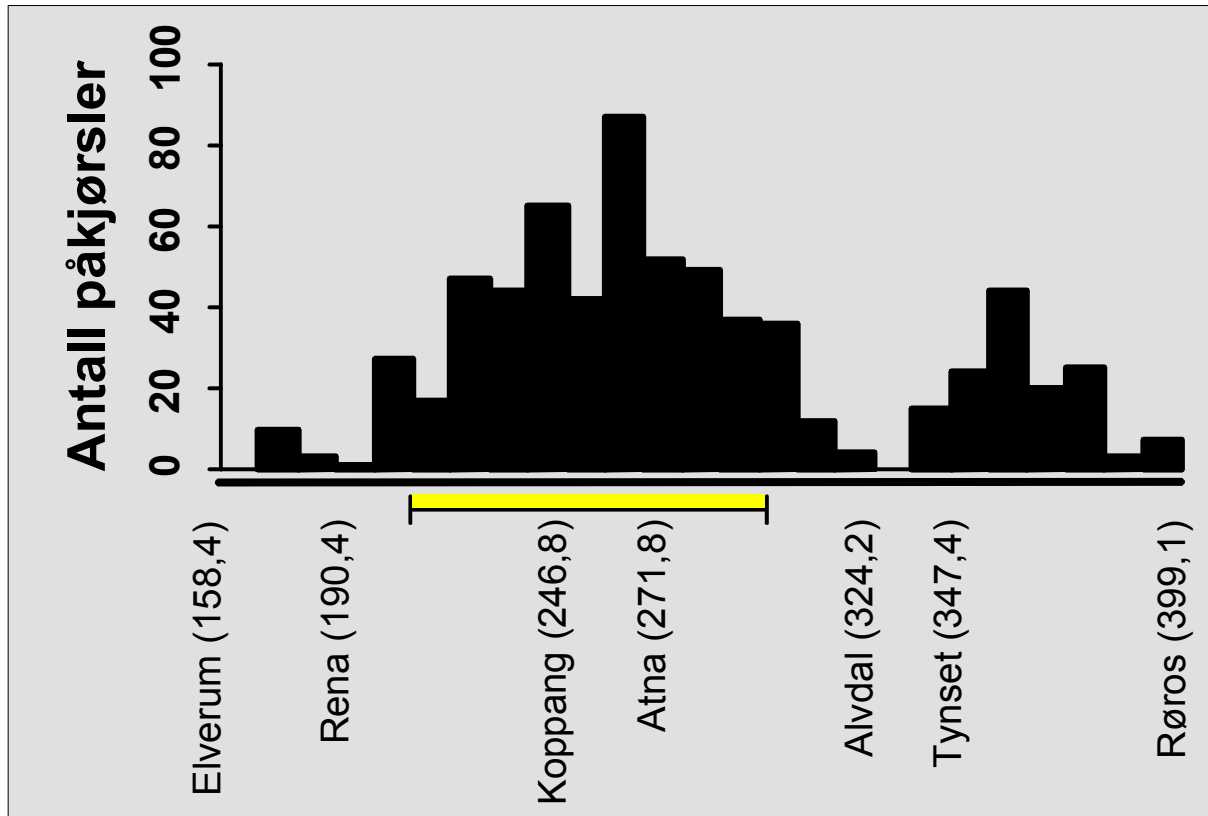
3.3 Resultater

3.3.1 Elgpåkjørsler på Rørosbanen

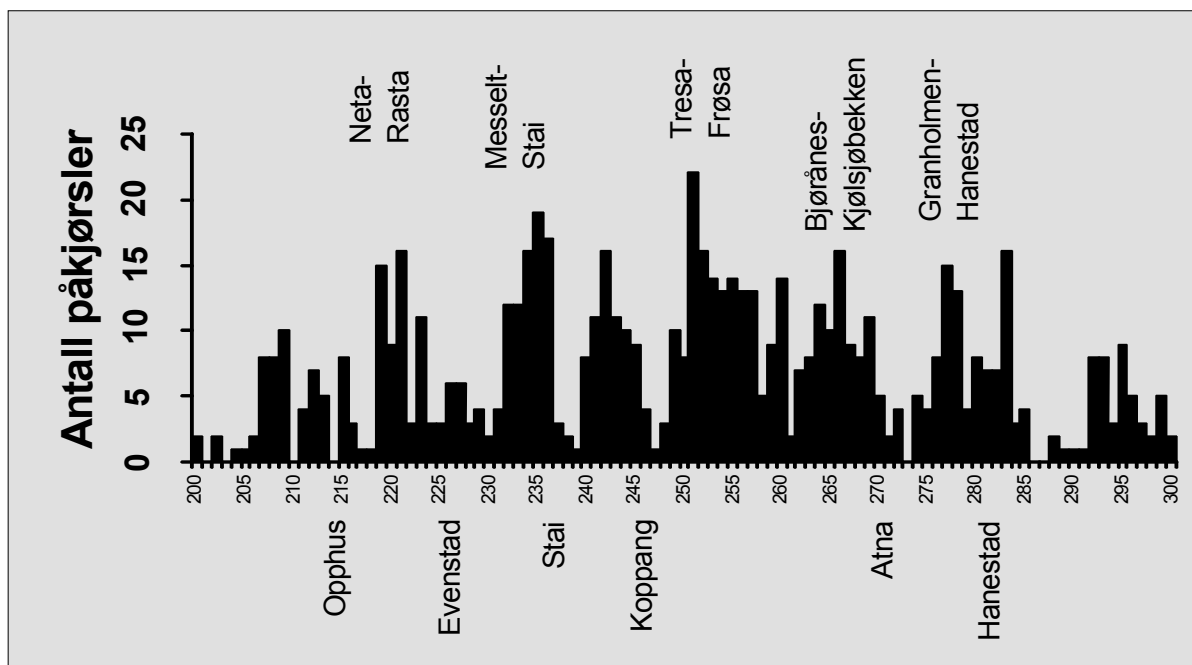
I perioden 1. januar 1989 til 1. mars 1997 registrerte vi 671 elgpåkjørsler langs Rørosbanen (Elverum-Røros). 71% av alle registrerte påkjørsler skjer i Stor-Elvdal og Rendalen kommuner (**figur 4**). I tillegg skjer 15% av påkjørslene rundt Tynset (km Oslo: 335-365).

En mer detaljert beskrivelse av påkjørselsstedene for Stor-Elvdal og

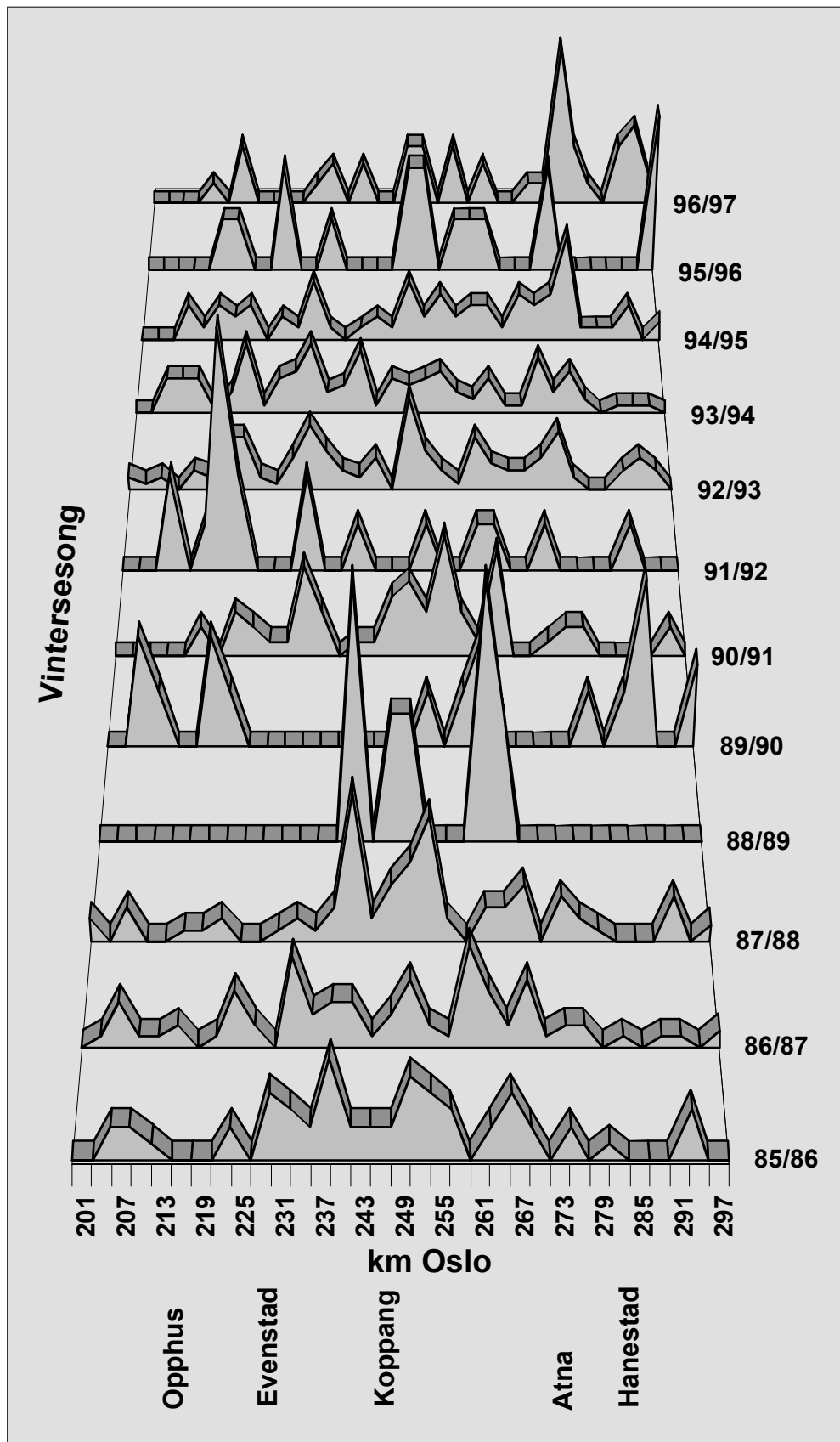
Rendalen kommuner viser at enkelte lengre strekninger er, eller har vært, sterkt utsatt for påkjørsler gjennom disse årene (**figur 5**). Dette er strekningene fra Neta til Rasta (km Oslo 219-223); fra Messelt til Stai (km Oslo 232-236); fra Tresa til Frøsa (km Oslo 249-260); fra Bjørånes til Kjølshøbekken (km Oslo 262- 268) og Granholmen til Hanestad (km Oslo 276-283) (**figur 5**). Hvis man ser på påkjørselsstedene fra år til år så er det imidlertid vanskelig å se noe mønster for påkjørselsstedene (**figur 6**).



Figur 4. Antall elgpåkjørsler for hver 10 km sone langs strekningen fra Elverum til Røros i perioden 1. januar 1989 til mars 1997. Streken over Koppang og Atna markerer strekningen som går gjennom kommunene Stor-Elvdal og Rendalen



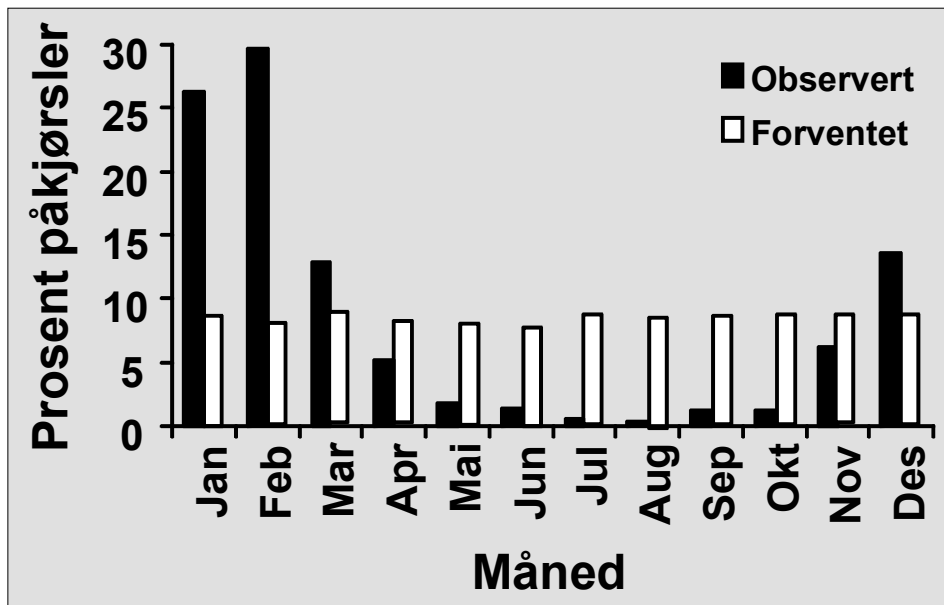
Figur 5. Antall elgpåkjørsler for hver km i Stor-Elvdal og Rendalen i perioden 1. juli 1985 til mars 1997.



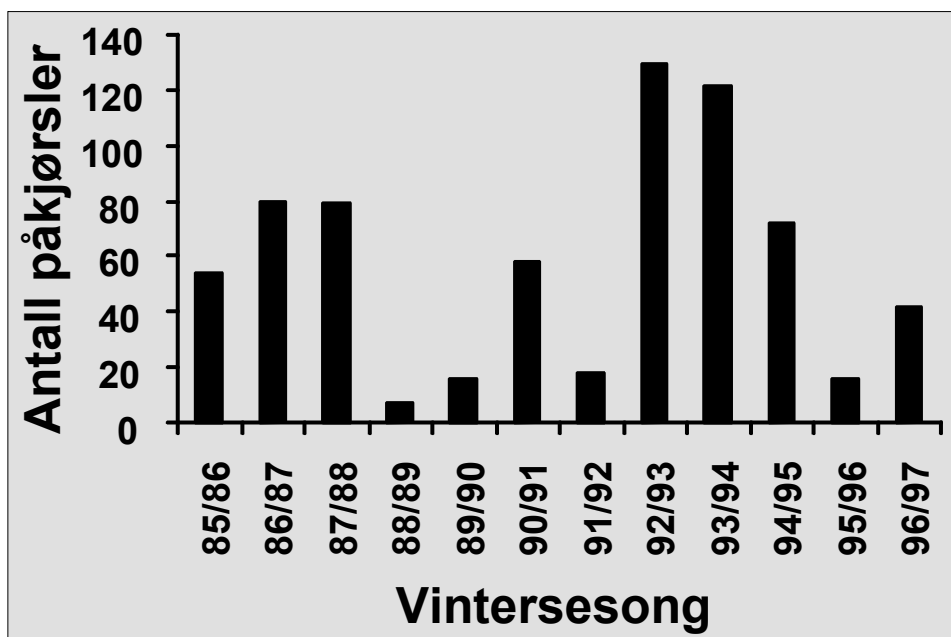
Figur 6. Andel påkjørsler per år for hver 3 km i Stor-Elvdal og Rendalen i perioden 1. juli 1985 til mars 1997.

Påkjørslene skjer hovedsakelig i vintermånedene, desember til mars, og da spesielt i januar og februar når 56% av alle påkjørslene i løpet av året skjer (**figur 7**). I den videre analyse av påkjørsler (unntatt analysen av landskapsmønsteret) har vi derfor delt inn året i vintersesonger med start 1. juli og slutt 30. juni året etter.

Antall påkjørsler varierer sterkt fra år til år (**figur 8**). Hovedårsakene til dette, ifølge litteraturen, ligger i klimatiske årsvariasjoner, bestandsvariasjoner og/eller variasjoner i beitetilgangen (kapittel 2.2.1).



Figur 7. Prosent påkjørsler per måned i Stor-Elvdal og Rendalen. Det er vesentlig flere påkjørsler i vintermånedene. (Statistikk for sammenligningen av forventet og observert: $\chi^2 = 965,5$, d.f. = 11, $p < 0,001$.)



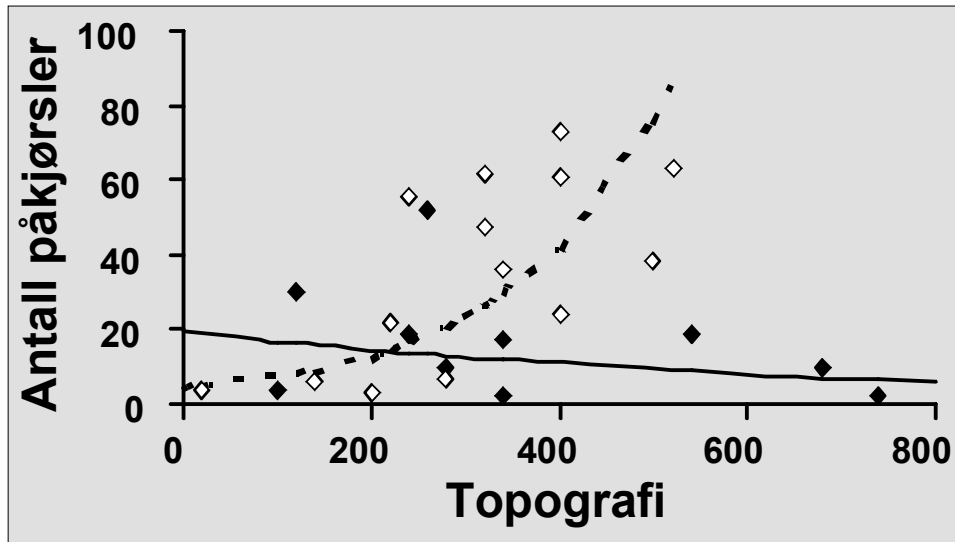
Figur 8. Antall påkjørsler per år i Stor-Elvdal og Rendalen.

3.3.2 Årsaker til påkjørsler

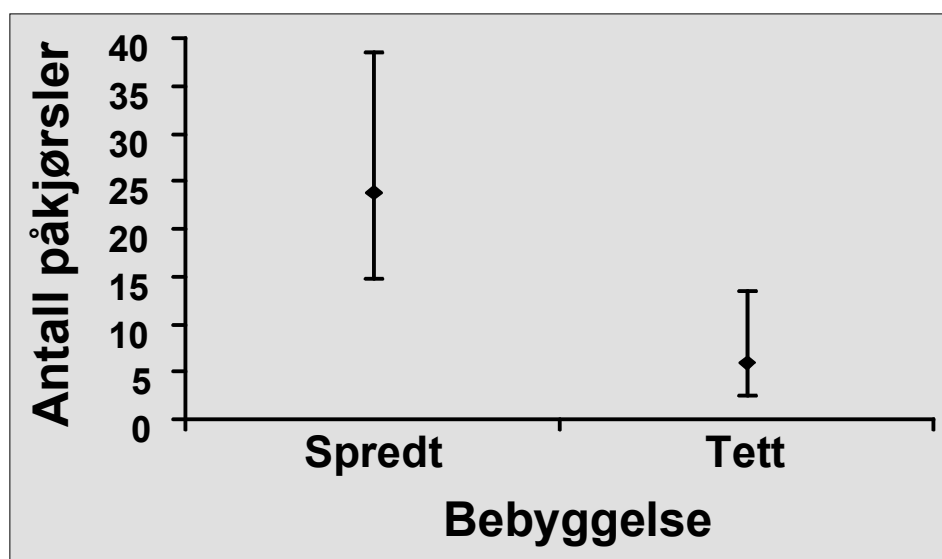
- **Landskapsmønsteret**

Topografi forklarte en god del av variasjonen i antall påkjørsler langs Rørosbanen. Dette varierte imidlertid mellom den sørlige og nordlige delen av strekningen. Sør for Alvdal kommune økte

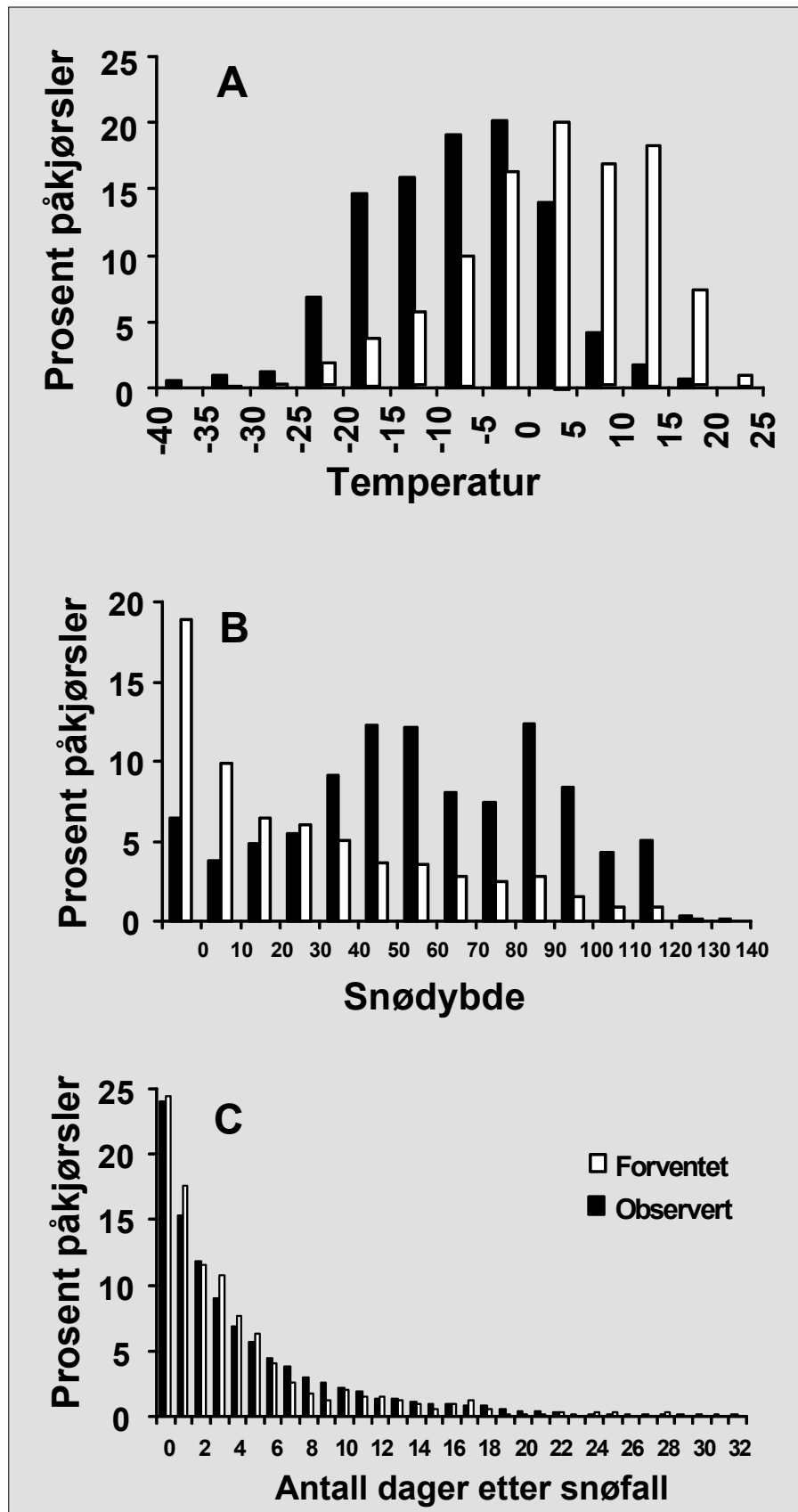
antall påkjørsler med høydeforskjellen fra dalbunnen til det omkringliggende terrenget, mens det ikke var noen sammenheng mellom antall påkjørsler og topografi fra Alvdal og nordover (**figur 9**). I tillegg var antall påkjørsler mindre på steder der jernbanelinjen går gjennom et tettsted enn steder med mer spredt bebyggelse (**figur 10**).



Figur 9. Antall påkjørsler (Elverum - Røros) og topografi (høydeforskjellen mellom dalbunnen og omkringliggende åser). Stiplet linje og hvite markører viser hvordan antall påkjørsler øker med større høydeforskjell mellom dalbunnen og omkringliggende åser på strekningen Elverum til Alvdal. Heltrukket linje og svarte markører viser hvordan antall påkjørsler ikke er påvirket av topografi på strekningen Alvdal til Røros. (Statistikk for interaksjonen $F = 13,74$, $p = 0,002$.)



Figur 10. Antall påkjørsler med 95% konfidensintervall i 10 km soner med og uten tettbebyggelse ($F = 7,86$, $p = 0,011$).



Figur 11. **A)** Andel dager med forskjellige temperaturer (forventet) og andel påkjørsler (observert) ($\chi^2 = 851$, d.f. = 12, $p < 0,001$). **B)** Andel dager med forskjellige snømengde (forventet) og andel påkjørsler (observert) ($\chi^2 = 1458$, d.f. = 14, $p < 0,001$). **C)** Andel dager med forskjellige antall dager etter snøfall (forventet) og andel påkjørsler (observert) ($\chi^2 = 34$, d.f. = 31, $p = 0,250$).

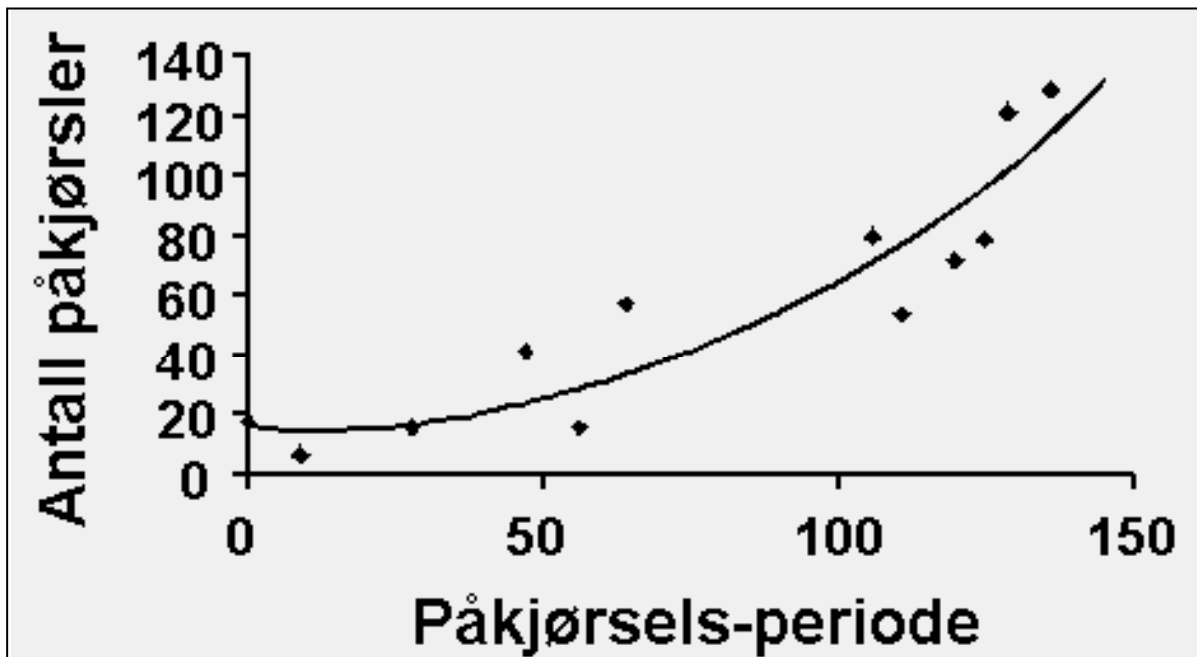
I Stor-Elvdal og Rendalen kommuner ligger 29% av jernbanelinjen langs 4 km-strekninger (2 km sør og 2 km nord) ved tverrgående daler. Langs disse 29% av linjen skjer 59% (SE = 0,03) av påkjørsle. Dette var en statistisk signifikant ($p < 0,001$) større andel elg påkjørt per km enn på strekninger uten tverrdaler.

- **Klimatiske faktorer**

Det er en klar sammenheng mellom antall elgpåkjørsler og temperatur (**figur 11A**) og også mellom antall elgpåkjørsler og snømengde (**figur 11B**). På dager med kuldegrader er påkjørselsrisikoen 5,5 ganger høyere enn på dager med

varmegrader. Likeledes er påkjørselsrisikoen 12,4 ganger høyere når snødybden overskrider 30 cm enn ved lite eller manglende snø. Vi fant imidlertid ingen sammenheng mellom antall dager etter snøfall og antall påkjørsler (**figur 11C**).

De to klima-variablene, snømengde og temperatur, kunne kombineres i en variabel vi har kalt *påkjørselsperiode*, som hvert år startet når snømengden overskred 30 cm og varte frem til temperaturen stabiliserte seg på varmegrader. Antall dager i denne påkjørselsperioden forklarte 83% av årsvariasjonen i elgpåkjørsler (**figur 12**).



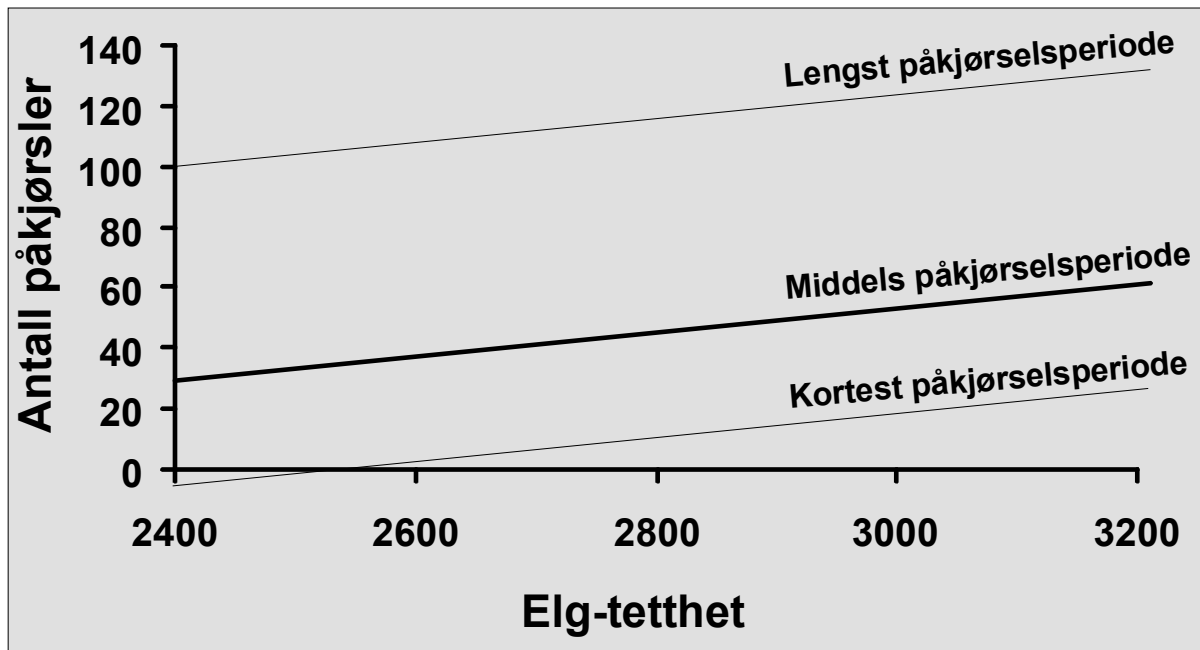
Figur 12. Sammenhengen mellom antall elg påkjørt og påkjørselsperiode (antall dager i året etter at snømengden overstiger 30 cm og fram til temperaturen stabiliserer seg på varmegrader) ($F = 50,04$, $p < 0,001$).

- **Bestandsstørrelse**

Det var ingen sammenheng mellom den årlige variasjonen i elgbestanden og antall påkjørsler ($p = 0,800$). Imidlertid, etter å ha korrigert for påkjørselsperiode fant vi en positiv trend mellom bestandsstørrelse og antall påkjørsler (**figur 13**). Påkjørselsperiode og elgbestand forklarte

til sammen 89% av års-variasjonen i antall elgpåkjørsler.

Siden påkjørselsperioden og elgbestand er to faktorer som varierer årlig så har vi korrigert for disse to faktorene i den videre analysen av beitetilgangen og effekten av iverksatte tiltak (kapittel 3.3.3).



Figur 13. Sammenhengen mellom antall elg påkjørt og elgbestandens størrelse avhengig av påkjørselsperiodens lengde ($F = 5,04$, $p = 0,052$).

• Beitetilgang

I begge områdene (Nabben og Storholmen) anvendt for å analysere effekten av beitetilgang var antall påkjørsler betraktelig større etter endringen (kapittel 3.2.2) i beitetilgang (**tabell 4**). På Nabben ble det påkjørt 4,0 ganger flere elg de to årene etter hogsten vinteren 1991/92 enn man ville forventet disse årene. Siden 1995

har imidlertid antall påkjørte elg i området normalisert seg, d.v.s. 0-3 elg per år.

På Storholmen ble det vinteren 1996/97 (etter ryddingen av beitemarker for husdyr) påkjørt 10,5 ganger flere elg enn forventet på dette området.

Tabell 4. Forventet og observert antall påkjørsler ved Nabben og Storholmen for årene før og etter endret beitetilgang. Det forventede antall er korrigert for påkjørselsperiode.

		Før	Etter	χ^2	p
Nabben	Forventet	46	10	31,1	<0,001
	Observervert	30	26		
Storholmen	Forventet	23,09	0,91	42,6	<0,001
	Observervert	17	7		

3.3.3 Effekten av iverksatte tiltak

For å analysere effekten av iverksatte tiltak beregnet vi først antall påkjørsler forventet utfra snømengde og temperatur (påkjøringsperioden), og bestandsstørrelse for årene før og etter tiltaket ble satt i verk.

Det forventede antall påkjørsler før og etter tiltak ble sammenlignet med det observerte antallet.

• Gjerder

Etter at metallgjerdet ble satt opp ved Stai har påkjørselsrisikoen blitt redusert med

54% (**tabell 5**). Det ble imidlertid ikke registrert noen effekt av plantefeltnett og glassfiberbånd satt opp ved Tresa (**tabell 5**).

- **Skogrydding**

Rydding av skog førte i snitt til en 18% (S.E. = 6) reduksjon av antall påkjørsler i forhold til forventet (**tabell 5**).

- **Luktstoff**

På de 10 strekningene med luktstoff ble det observert 80% færre påkjørsler enn forventet i de to årene med luktsprøyting enn i år uten sprøyting (**tabell 5**). Selv om alle tiltakene reduserte antall påkjørsler var det bare luktstoff som viste en statistisk signifikant effekt av behandlingen (**tabell 5**).

Tabell 5. Effekten av iverksatte tiltak. Observerte og forventede antall er sammenlignet med en χ^2 - analyse. Oddsratioen (OR) er risikoen for påkjørsler etter at tiltaket ble iverksatt i forhold til risikoen på samme sted før tiltaket ble iverksatt.

Tiltak	km Oslo	Observert antall		Forventet antall		OR	χ^2	p
		Før	Etter	Før	Etter			
Gjerde								
Metallgjerde	233,7-234,7	26	1	24,9	2,1	2,18	0,61	0,435
Plantefeltnett	250,8-251,7	0	7	0,76	6,27	0,00	0,86	0,354
Glassfiberbånd	251,7-254,1	5	40	4,9	41,1	1,02	0,00	0,999
Skogrydding								
	261,5-271,7	38	51	35,7	53,3			
	232,0-233,7	25	12	24	13			
	234,6-235,5	23	7	19,5	10,5			
	241,0-245,2	49	23	46,7	25,3			
	289,3-290,3	0	0	0	0			
	284,9-285,3	4	0	3,9	0,1			
	298,9-299,9	1	0	1	0			
Totalt		140	93	130	103	1,18	1,51	0,291
Luktstoff								
	207,0-207,5	6	0	5	1			
	222,4-222,9	4	0	3,3	0,7			
	233,0-233,5	19	0	15,8	3,2			
	242,2-242,7	1	0	0,8	0,2			
	250,4-250,9	21	1	18,3	3,7			
	256,0-256,5	10	0	8,3	1,7			
	264,1-264,6	5	1	5	1			
	277,0-277,5	8	0	6,7	1,3			
	282,2-282,7	9	1	8,3	1,7			
	291,7-292,2	14	1	12,5	2,5			
Totalt		97	4	84	17	4,9	11,9	<0,001
Fôring								
Imsdalen	230-236	71	10	64,5	16,5	1,8	3,22	0,073
Bjøråkjølen	260-268	70	13	66,1	16,9	1,4	1,14	0,286

- **Fôring**

Fôringen i Imsdalen har pågått siden 1994, delvis med tanke på å begrense trekkelg helt ned i Østerdalen. Hvis vi ser på antall påkjørsler i området fra Messelt til Stai (se **figur 5**) så har antall påkjørsler i dette området sunket med 45 % ut fra hva som var forventet siden fôringen startet (**tabell 5**).

Ved Bjøråkjølen hvor det også har blitt drevet fôring har det vært 27% reduksjon i antall påkjørsler i forhold til det forventede (**tabell 5**).

3.3.4 Risikofylte steder

Overfor (kapittel 3.3.1) beskrev vi 5 lengre strekninger i Stor-Elvdal og Rendalen som har eller har hatt en høy risiko for påkjørsel (**figur 5**). Men det er en kraftig årlig variasjon i påkjørselsstedene (**figur 6**). Eventuelle nye tiltak bør settes inn på de mest utsatte stedene, og varige tiltak bør settes i gang på strekninger som viser en jevn høy påkjørselsrisiko. På noen av disse 5 risikofylte stedene er det allerede satt i gang tiltak, eller hogst har forandret landskapet lokalt og redusert påkjørselsrisikoen. Nedenfor beskriver vi disse 5 strekningene mer i detalj ut ifra våre resultater overfor, for å vurdere om påkjørselsrisikoen fortsatt er høy. I **figur 14** viser vi utviklingen av påkjørsler på disse områdene utfra andel påkjørsler forventet med hensyn til påkjørselsperioden for hvert år.

- **Neta til Rasta (km Oslo 219-223)**

Denne strekningen var karakterisert med høye påkjørselstall i årene fra 1991 til og med 1993, men hadde i tiden både før og etter dette en ganske alminnelig påkjørselsfrekvens. Det er ikke gjennomført tiltak i dette området, annet enn lukstoff på en 500 m strekning vinteren 1994 og 1995. Årene med høye påkjørselstall kan forklares med skoghogsten ved Nabben vinteren 1991,

hvor det ble liggende mye hogstavfall som tiltrakk seg elg de følgende årene. Dette området er ikke lenger beiteområde for elg og er derfor antageligvis ikke lenger noe spesielt risikofylt område (**figur 14**).

- **Messelt til Stai (km Oslo 232-236)**

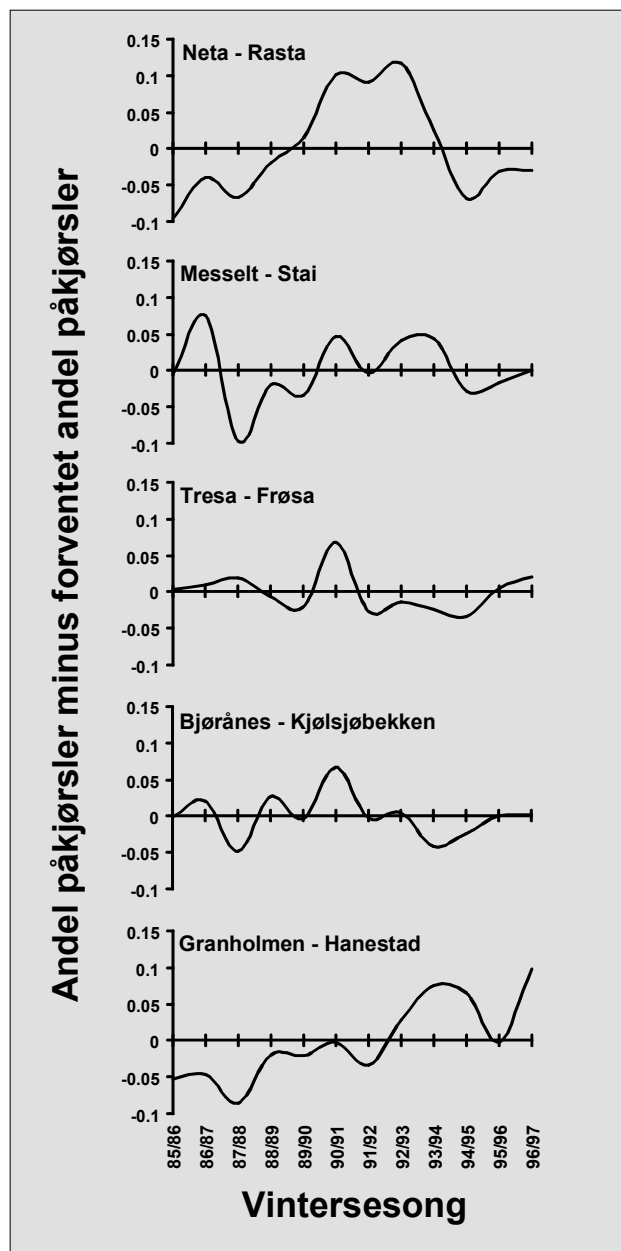
Denne strekningen inkluderer utløpet av Imsdalen som en stor andel elg antas å bruke under elgtrekket vestfra og ned i Østerdalen. Dette området er karakterisert med relativt jevnt høye påkjørselstall, og færrest i år med korte påkjørselsperioder. De siste årene er det langs denne strekningen satt opp et 1 km langt gjerde, det er blitt ryddet skog langs jernbanen, satt ut lukstoff, og det er blitt fôret i Imsdalen. Antall påkjørsler er blitt noe lavere enn forventet utfra påkjørselsperioden, men ligger fortsatt høyt (**figur 14**).

- **Tresa til Frøsa (km Oslo 249-260)**

Denne strekningen inkluderer Tresadalen og nordover, og har lenge vært kjent som et risikofylt område. Antagelig ledes en del elg ned i dalen langs Tresa, og i tillegg er strekningen nord for Tresa karakterisert med ganske bratte åser som gjør at dalbunnen blir smal og derfor sannsynligvis konsentrerer elgen på et lite område. Det er blitt satt opp dårlige gjerder, som ikke har hatt noen påviselig effekt, det er blitt ryddet skog og satt ut lukstoff i området. Likevel har påkjørselstallene holdt seg jevnt høyt fram til i dag (**figur 14**).

- **Bjørånes til Kjølshøbekken (km Oslo 262- 268)**

Også denne strekningen inkluderer et dalutløp (Bjøråa). Muligens anvender en del trekkelg også denne dalen som en trekkerte. Som ved Tresa er Østerdalen også her temmelig smal. Det er blitt satt ut lukstoff i området, samt lagt ut fôr på



Figur 14. Andel påkjørsler i forhold til den forventede andelen per år ut fra påkjørselsperioden. Positive verdier viser år med en høyere andel påkjørsler enn forventet, negative verdier viser år med en lavere andel påkjørsler enn forventet. Kurver som ligger jevnt langs null tyder på jevnt høye påkjørselstall, mens kurver som varierer mye tyder på enkelte risikofylte år. Neta til Rasta: km Oslo 219 - 223; Messelt til Stai: km Oslo 232 - 236; Tresa til Frøsa: km Oslo 249 - 260; Bjørånes til Kjøsjobekken: km Oslo 262 - 268; Granholmen til Hanestad: km Oslo 276 - 283.

Bjøråkjølen. Til tross for at påkjørselstallene har holdt seg høye her, synes det å ha vært en svak reduksjon de siste årene (**figur 14**).

• Granholmen til Hanestad (km Oslo 276-283)

Dette er en strekning hvor antall påkjørsler har økt kraftig siden 1993/1994 sesongen. Også her er dalen temmelig smal. Det er blitt satt ut luktstoff og ryddet skog langs jernbanelinjen. Strekingen inkluderer Storholmen, hvor det har skjedd en betydelig endring i beitetilgangen (tidligere omtalt). Vi antar at den endrede beitetilgangen og dårlig vedlikeholdt skogrydding langs jernbanelinjen har gjort dette til et risikofyllt område.

3.4 Diskusjon

De siste tiårene har elgpåkjørsler langs jernbanenettet i Norge blitt et stadig økende problem. Vi har analysert ulike årsaker til elgpåkjørsler og effekten av tiltak iverksatt for å redusere antall påkjørsler på Rørosbanen. Rørosbanen, som går langs Østerdalen, er den jernbanestrekningen i Norge med høyest risiko for å kjøre på elg per km. De mest utsatte strekningene ligger i Stor-Elvdal og Rendalen kommuner med 71% av alle registrerte påkjørsler på banen. Innenfor Stor-Elvdal og Rendalen kommuner er det imidlertid vanskelig å finne et mønster for hvor, langs jernbanetraséen, påkjørslerne skjer. Hvert år inntreffer påkjørslerne med stor hyppighet på enkelte lokaliteter, mens det andre steder ikke observeres noen påkjørsler. Imidlertid er ikke områder med høy påkjørselsfrekvens de samme fra år til år. I tillegg varierer også det totale antall elg påkjørt langs Rørosbanen mellom de ulike årene. Årsakene til denne variasjonen av påkjørselssteder skyldes både det regionale landskapsmønsteret og lokale forandringer i landskapet, bl. a. hogst, mens den årlige variasjonen i antall påkjørsler i stor grad kan tillegges

klimatiske faktorer og i mindre grad også elgbestandens størrelse. Vi har likevel fokusert på 5 lengre strekninger med særskilt høy påkjørselsrisiko. Disse vil vi nedenfor (kapittel 4) anbefale som områder hvor tiltak bør settes i verk.

3.4.1 Årsaker til påkjørsler

Vi har vist at elg hovedsakelig blir påkjørt vinterstid når det er mye snø og kuldegrader, d.v.s. først og fremst fra desember til mars måned. I en periode fra snømengden overskrider 30 cm fram til temperaturen stabiliserer seg på varmegrader skjer 82% av alle påkjørslerne. Jo lenger denne perioden med snø og kulde varer, jo flere elg blir påkjørt. Denne perioden av året har vi kalt for påkjørselsperioden. Dersom man tar hensyn til den årlige variasjonen i påkjørselsperioden finner man også en svak sammenheng mellom elgbestandens størrelse og antall påkjørsler. Som forventet øker antall påkjørsler med økt elgbestand.

For å forstå årsakene til at elgpåkjørsler skjer på bestemte steder må vi ha kunnskap om hvorfor elgen befinner seg på jernbanesporet. Elgens tilstedeværelse på jernbanesporet kan forklares ut fra elgens adferd, og da i hovedsak dens forflytningsmønster. Tidligere studier har funnet at elgens forflytninger i stor grad er bestemt av tilgangen på beite, og at elgpåkjørsler er forbundet med elgtrekket (Cederlund m. fl. 1987, Sweanor og Sandegren 1989, Andersen 1991 a og b, Sæther m. fl. 1992, Heitman og Johansen 1995, Halgunset 1996, Odden m. fl. 1996). Om vinteren trekker elgen fra høyereliggende sommerområder ned til områder i dalbunnen hvor beiteplanter er lettere tilgjengelig (Andersen 1991 a og b, Andersen og Sæther 1996). Våre resultater med hensyn til snømengde tyder på at det er en stor mengde elg som har trukket ned i dalen vinterstid på grunn av mangel på tilgjengelig beite i høyereliggende åser

hvor snøen legger seg tidlig. Dette resultatet er støttet av radiotelemetristudier på elg i området, som også viser at elgen trekker ned i dalen vinterstid (Sæther og Heim 1991, Odden m. fl. 1996). Under trekket benytter elgen seg av bestemte typer landskap, noe som kan forklare variasjonen i lokaliteter for elgpåkjørsler i Østerdalen. Det faktum at det blir påkjørt et stort antall elg i nærheten av tverrgående daler tyder på at sidedaler ofte blir brukt på trekket ned til dalen. I tillegg, på strekninger omgitt av åser i Østerdalen, er påkjørselsfrekvensen høyere enn på strekninger omgitt av flatere landskap. Grunnen til dette kan enten være at elgen har større tendens til å trekke ned fra høyere åser, eller at de høye åsene er korrelert med smale områder i dalene og at konsentrasjonen av elg blir større langs jernbanelinjen på disse smale områdene. Effekten av åser er imidlertid kun knyttet til den sørlige delen av dalen. Dette resultatet er litt vanskelig å tolke, men kan muligens skyldes andre landskapstyper som er forskjellig mellom nord og sør, men som vi ikke har klart å fange opp i analysen. Det kan også skyldes forskjeller i elgens trekkmønster i den nordlige og sørlige delen av Østerdalen.

På en mindre skala, det vil si på lokale strekninger, varierer antall påkjørsler mye fra år til år. At elgens forflytningsmønster er påvirket av tilgjengelig beite, finner vi også igjen i vår analyse av endret beitetilgang. Som forventet førte hogsten ved Nabben, og den påfølgende økte tilgjengeligheten i beite, til økt antall påkjørsler på denne korte strekningen. Hogsten på Storholmen, og den reduserte beitetilgangen som fulgte av dette, førte imidlertid også til økt antall påkjørsler. Grunnen til dette er at elgen som tidligere hadde funnet godt beite på Storholmen før sommeren 1996 var nødt til å spre seg bort fra området på søk etter nytt beite og fant dette langs jernbanelinjen på områder som tidligere hadde vært ryddet, men som nå hadde grodd igjen.

Som forventet, forutsatt at det i hovedsak er trekkende elg som blir påkjørt, fant vi at år - til - år variasjonen skyldes snø- og temperaturforhold. De regionale landskapsforholdene påvirker antagelig elgtrekket, og dermed også påkjørselsstedene, mens forandringer i det lokale landskapet, slik som hogst, endrer elgenes forflytningsmønster og dermed også stedene for påkjørsler.

3.4.2 Vurdering av iverksatte tiltak

Vi har undersøkt effekten av gjerder, skogrydding, luktstoff og fôring. Felles for alle tiltakene er at de er vanskelig å vurdere da de har vært gjennomført i relativt få år og på korte strekninger. Selv om vi i analysen har tatt hensyn til påkjørselsperioden, som varierer sterkt fra år til år, har vi ikke hatt anledning til å inkludere eventuelle lokale forhold, som skogdrift og suksesjonsstadier, som også kan variere mye fra år til år. Vår vurdering vil derfor bli gjort i sammenheng med tidligere studier på området.

Det var en klar forskjell mellom de ulike gjerdetypene i evnen til å holde elgen vekk fra jernbanelinjen. Selv om gjerdene ved Tresa hadde en viss effekt den første tiden etter at de ble satt opp (referansegruppa pers. komm.), fant ikke vi noen reduksjon i antall påkjørsler i årene etter at gjerdet ble satt opp fram til i dag. Metallgjerdet ved Stai, derimot, er av mye bedre kvalitet og har tilsynelatende ført til en reduksjon i antall påkjørsler på dette stedet.

Skogrydding har blitt gjennomført på flere strekninger langs jernbanetraséen i Østerdalen på begge sider av linjen. Dette er gjort for å redusere beitetilgangen, og dermed hindre at elgen oppholder seg nær jernbanelinjen. Det ser ut til at denne ryddingen har hatt en viss effekt på påkjørselsfrekvensen.

Over en periode på 2 år ble også luktstoffet "Duftzaun" utprøvd langs korte strekninger i Stor-Elvdal og Rendalen. I motsetning til Fagermyr (1995) og Myrjord (1996) sine studier av luktstoffet i Østerdalen tyder vår analyse på at også dette tiltaket hadde en reduserende effekt på antall påkjørsler.

Fôring har blitt iverksatt langs to dalfører som krysser Østerdalen. Dette er gjort på initiativ av Grunneierforeningen i Stor-Elvdal for bl.a. å hindre at elg trekker helt ned i Østerdalen vinterstid. Ved begge dalfører hvor det er gjennomført fôring synes antall påkjørsler å ha blitt redusert.

Vårt studie av effekten av iverksatte tiltak er i stor grad samsvarende med hva andre studier har funnet (se kapittel 2). Gjerder av god kvalitet synes å være det beste alternativet, selv om antall påkjørsler i enden av gjerdene har vist seg å øke en del (Lehtimaki 1981). Lange gjerdestrekninger er derfor å foretrekke fremfor korte. I likhet med våre resultater har det blitt vist at rydding av skog på begge sider av traséen har en reduserende effekt på antall påkjørsler (Ulleberg og Jaren 1991, Jaren m. fl. 1991). Det er imidlertid svært viktig at dersom et område er blitt ryddet, må tiltaket følges opp de følgende årene, ellers kan nye beiteplanter vokse opp og tiltaket vil kunne virke mot sin hensikt. To studier (Fagermyr 1995, Myrjord 1996) har beskrevet effekten av luktstoffer i Stor-Elvdal og Rendalen. Ingen av disse studiene viste noen effekt av tiltaket. Disse resultatene strider mot vår analyse, men kan muligens skyldes bruk av ulike analysemetoder. Mens Fagermyr (1995) og Myrjord (1996) sammenlignet strekninger med og uten tiltak kun i de to årene tiltaket ble prøvd ut, har vi i vår analyse sett på forskjeller i antall påkjørsler i år med og uten tiltak. Luktstoff er et usikkert tiltak, og det er mangel på studier som kan påvise at de virkelig har en effekt (Lutz 1994). Imidlertid har det sammen med andre tiltak hatt en effekt på antall bilpåkørsler av elg (Kastdalen og Strømmen 1995). Noen

sikre konklusjoner i forbindelse med den kraftige effekten vi observerte ved bruk av "Duftzaun" vil vi ikke komme med her, da det ble utprøvd på veldig korte strekninger over kort tid. Fôring, derimot, synes å ha en god effekt med hensyn til reduksjon av antall påkjørsler. Også her er det, imidlertid, mangel på sammenlignbare studier. Vi vil likevel foreslå at fôring bør følges opp videre.

3.4.3 Oppfølgende undersøkelser

Denne rapporten er kun basert på sammenhenger funnet mellom forskjellige variable fra allerede eksisterende datasett. Slike korrelasjoner sier nødvendigvis ingenting om årsaksforholdet mellom de ulike variablene. For å komme med kausale konklusjoner om årsakene til påkjørsler og effekten av ulike tiltak måtte vi ha bygget vår rapport på et eksperimentelt utført studie, men slike eksperimenter er ikke blitt utført i tilstrekkelig grad i Østerdalen. Et slikt eksperiment burde da inneholdt elementer av tilfeldig valgte steder med behandling og kontroll, gjentatt over flere strekninger og år. Imidlertid er en del av tiltakene, slik som gjerdeoppsetting og skogrydding, vanskelig gjennomførbare som eksperimentelle studier. Oppfølgende undersøkelser av slike ikke-eksperimentelle tiltak må basere seg på nøyaktige registreringer av elgpåkjørsler, samt tidspunkt og sted for tiltakenes virkeperiode.

Fôring er et forholdsvis nytt tiltak som er satt i verk på grunneiers initiativ i Østerdalen. Dette har vist seg å gi spennende resultater både når det gjelder elgens biologi (Ingebretsen og Kristiansen 1997) og fôringens evne til å hindre at elgen trekker ned i Østerdalen vinterstid. Så vidt vi vet er det tidligere ikke gjennomført studier i forbindelse med effekten av fôring på elgpåkjørsler, men dette er et av de tiltakene som lett kunne,

og burde, anvendes i eksperimentelle studier.

Eventuelle tiltak for å hindre elgens tilstedeværelse på jernbanen vil virke ulikt på trekkende elg og stasjonære elg. Den trekkende elgen kan vi, dersom vi har tilstrekkelig kunnskap om dens forflytningsmønster og trekkruiter, begrense i å trekke helt ned i dalen. Siden elgtrekket er bestemt av beitetilgangen kan fôring på de rette stedene kunne holde elgen borte fra dalen. Til tross for at det er blitt gjort en del radiotelemetristudier på elg (Sæther og Heim 1991, Odden m. fl. 1996), er det ingen som har forbundet detaljer om elgens forflytningsmønster til problemet med elgpåkjørsler. Det er altså et behov for detaljerte radiotelemetristudier for å kunne gi konkrete råd om hvilke tiltak som vil være mest effektive og hvor de eventuelt skal iverksettes.

3.4.4 Konklusjon

Vi konkluderer med at påkjørselsrisikoen skyldes trekkende elg, som i hovedsak følger tverrgående daler ned til Østerdalen vinterstid. I områder med høy påkjørselsrisiko er dalen gjerne smal med bratte åskanter, noe som gjør at elgen blir konsentrert på et lite område langs jernbanelinjen. I tillegg vil det dukke opp nye strekninger med høy påkjørselsrisiko grunnet hogst med påfølgende lokale endringer i beitetilgangen.

Fem forskjellige strekninger ble funnet å ha en høy risiko for påkjørsler. Neta - Rasta og Granholmen - Hanestad har vært eller er forbigående risikofylte steder grunnet hogst. Messelt - Stai, Tresa - Frøsa og Bjørånes - Kjølshøbekken synes å være vedvarende strekninger med høy risiko for påkjørsler.

Det sikreste og mest varige tiltaket er gjerder. Luktstoff synes i dette studiet å ha hatt en viss effekt, men dette resultatet er usikkert da det er blitt utført kun i få år

over korte strekninger. Mens føring synes å være et godt alternativ som bør følges opp.

4. Forslag til tiltak

Vårt studie viser at steder med elgpåkjørsler varierer mye mellom år, og at hele Stor-Elvdal og Rendalen kommuner (en strekning på 100 km jernbanelinje) er utsatt for påkjørsler. Slik som tiltakene har vært iverksatt hittil, d.v.s. over kortere strekninger, vil de kun ha begrenset effekt. Tiltak bør settes i verk over lengre strekninger (flere km, helst oppimot en mil lange strekninger). Dette fordi påkjørselsstedene varierer mye fra år til år.

Vi vil konsentrere vårt forslag om fremtidige tiltak for å redusere antall påkjørsler langs Rørosbanen til de 5 mest utsatte områdene (se **figur 14**). Når det gjelder strekningene Neta - Rasta og Granholmen - Hanestad mener vi de høye påkjørselstallene der skyldes lokal hogst og påfølgende periodevise endringer i beitetilgangen. Neta - Rasta er ikke lenger noe problemområde, mens Granholmen - Hanestad er blitt et problemområde de siste årene. Det bør derfor foretas et strakstiltak ved Granholmen - Hanestad, mens mer varige tiltak bør gjennomføres ved tre strekningene: Messelt - Stai, Tresa - Frøsa og Bjørånes - Kjøsjobekken. Vi foreslår derfor følgende:

- **Granholmen - Hanestad**

Her bør det ryddes langs jernbanelinjen. Dette er gjort før, men har ikke blitt vedlikeholdt og beiteplanter har igjen vokst opp i dette området. Elgen har nå funnet godt beite nær jernbanelinjen etter at beiteområder på Storholmen ble ryddet.

- **Tresa - Frøsa**

Her har det alltid vært et stort antall påkjørsler. Noe som også belyses ved mange funn av dyregraver i området (Sletten, prs. komm.). Oppsetting av gjerde på midten av 80-tallet har vært mislykket.

Vi foreslår at det her settes opp et 10 km langt metallgjerde som en permanent løsning. Så lange strekninger med gjerde må ha passasjer for trekkende elg, enten over eller under jernbanelinjen. Over- og underganger bør være slik at inngangen er bredere (og minst 50 m) enn den midterste delen (minst 30 m) av passasjen (Kastdalen 1996). Overgangene skal ligge på samme høydenivå som det omliggende terrenget og er derfor mest anvendbar der hvor jernbanelinjen ligger lavere eller kan senkes i forhold til det omkringliggende landskapet. I tillegg skal broen beplantes med tilsvarende vegetasjon som finnes i omgivelsene. Viltpassasjer kan i første omgang settes i forbindelse med planoverganger ved kryssende bilvei. På lengre sikt bør man imidlertid basere seg på over- og underganger (se Salvig 1991, Madsen 1994).

Oppsetning av gjerde kan medføre problemer med hensyn på beiteskader og fungere som en felle som kan øke antall påkjørsler langs nærliggende veier. Omfanget av beiteskader er sterkt avhengig av antall passasjer langs gjerdet og vil kunne holdes på et minimum dersom passasjene ligger med 2-300 m mellomrom (Kastdalen pers. komm.). I området Tresa - Frøsa ligger riksvei 3 vest, og jernbanelinjen øst for Glomma. Det er her lite sannsynlig at et gjerde vil føre til økt antall påkjørsler langs riksveien da elg som trekker vestfra har nådd sitt vinterbeiteområde øst for Glomma og antagelig ikke trekker tilbake over riksveien før på våren igjen, selv om de møter på et gjerde (Sletten pers. komm.).

• **Messelt - Stai og Bjørånes - Kjosjøbekken**

Disse områdene er karakterisert med dalfører vestfra, som kanaliserer en del trekkelg ned til Østerdalen. I begge dalførene er det allerede satt i gang fôring som virker til å ha en viss effekt. Det er skogeierne som har tatt initiativ til fôring langs disse dalførene. Grunneierforeningen i Stor-Elvdal har planer om en intensivering av disse fôringstiltakene, (noe som Jernbaneverket bør stille seg positive til). Vi foreslår derfor at Jernbaneverket i samarbeid med Skogeierforeningen i Stor-Elvdal fortsetter fôringsprosjektene, og følger de opp med videre studier av fôring.

• **Strakstiltak**

På grunn av hogst og andre lokale forandringer i tilgangen på beite i områder uten gjerde vil det stadig skje en variasjon i påkjørselsstedene fra år til år. Disse lokale forholdene vil kunne behandles med ulike strakstiltak, hvorav rydding av beiteplanter langs jernbanelinjen synes å være det mest effektive. Vi foreslår at det settes i verk årlige befaringer, for eksempel ved bruk av robelttralle, langs linjen for å kartlegge potensielle risikostrekninger og foreslå hvor rydding bør foretas. Slike årlige befaringer bør også være et samarbeidsprosjekt mellom Grunneierforeningen i Stor-Elvdal og Jernbaneverket.

5. Referanser

- Allen, R. E. og McCullough, D. R. 1976. Deer-car accidents in southern Michigan. - *Journal of Wildlife Management* 40: 317-325.
- Andersen, R. 1991a. Dokka-utbyggingens innvirkning på en elgstammes trekkadferd, stedstrohet og størrelse på sommerområder. - Nina forskningsrapport 30: 1-27.
- Andersen, R. 1991b. Habitat changes in moose ranges: effects on migratory behavior, site fidelity and size of summer home-range. - *Alces* 27: 85-92.
- Andersen, R., Wiseth, B., Pedersen, P. H. og Jaren, V. 1991. Moose - train collisions: Effects of environmental conditions. - *Alces* 27: 79-84.
- Andersen, R. og Sæther, B.-E. 1996. Elg i Norge: Biologi, atferd og forvaltning. Teknologisk forlag, Norge.
- Andreassen, H. P., Fauske, J. og Steinset, O. K. 1995. Lineære habitater: opprinnelse, funksjon, struktur og forvaltningshensyn. - *Fauna* 48: 62-89.
- Armstrong, J. J. 1992. An evaluation of the effectiveness of Swareflex deer reflectors. - Ontario Ministry of Transportation, Ontario, Canada. 15s
- Bashore, T. L., Tzilkowski, W. M., Bellis, E. D. 1985. Analysis of deer-vehicle collision sites in Pennsylvania USA. - *Journal of Wildlife Management* 49: 770-774.
- Burt, W. H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 45: 346-352.
- Case, R. M. 1978. Interstate highway road killed animals: a data source for biologists. - *Wildlife Society Bulletin* 6: 8-13.
- Carbaugh, B., Vaughan, J. P., Bellis, E. D. og Graves, H. B. 1975. Distribution and activity of white-tailed deer along an interstate highway. - *Journal of Wildlife Management* 39: 570-581.
- Cederlund, G., Sandeberg, F. og Larsson, K. 1987. Summer movements of female moose and dispersal of their offspring. - *Journal of Wildlife Management* 51: 342-352.
- Christensen, H. 1956. Innstilling fra komitéen til å utrede spørsmålet om hva som kan gjøres for å hindre at elg og rein blir påkjørt og skadet eller drept ved jernbanetrafikken. Avskrift. Oslo 1956. 22s.
- Fagermyr, D. N. 1995. Forsøk med bruk av luktstoffet "Duftzaun" langs Rørosbanen vintersesongen 1994/95. Prosjektoppgave Høgskolen i Hedamark, avd. Evenstad.

- Fahrig, L. og Merriam, G. 1994. Conservation of fragmented populations. - *Conservation Biology* 8: 50-59.
- Falk, N. W., Graves, H. B., og Bellis, E. D. 1978. Highway right-of-way fences as deer deterrents. - *Journal of Wildlife Management* 42: 646-650.
- Feldhamer, G. A., Gates, J. E., Harman, D. M., Loranger, A. J. og Dixon, K. R. 1986. Effects of interstate highway fencing on white-tailed deer activity. - *Journal of Wildlife Management* 50: 497-503
- Fjeld, P. E. og Roer, O. A. 1996. Hjorteviltpåkørsler langs jernbanen gjennom Aust-Agder. - Per Espen Fjeld Natur- & Miljøundersøkerlser, Arendal.
- Foster, M. L. og Humphrey, S. R. 1995. Use of highway underpasses by Florida panthers and other wildlife. - *Wildlife Society Bulletin* 23: 95-100.
- Gleason, J. S. og Jenks, J. A. 1993. Factors influencing deer-vehicle mortality in east central South Dakota. - *Prairie Naturalist* 25: 281-288.
- Goodwin, G. A. og Ward, A. L. 1976. Mule deer mortality on interstate 80 in Wyoming: causes, patterns, and recommendations. - USDA Forest service research note, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 4s.
- Groot Bruinderink, G. W. T. A. og Hazebroek, E. 1996. Ungulate traffic collision in Europe. - *Conservation Biology* 10: 1059-1067.
- Haagenrud, H. 1995. Elgjakt. Aschehoug, Norge.
- Halgunset, I. 1996. Förtilgang og elgtrekk i Stor-Elvdal en snøfattig vinter. - Prosjektoppgave Høgskolen i Hedmark, avd. Evenstad.
- Hartwig, D. 1993. Auswertung der durch Wild verursachten Verkehrsunfälle nach der Statistik für Nordrhein-Westfalen. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 39: 22-23.
- Hartwig, D. 1994. Der Tod auf der Strasse. - *Die Pirsch* 13: 25-29.
- Heitman, T. og Johansen, R. W. 1995. Elgen og Koppangsøyene. - Prosjektoppgave Høgskolen i Hedmark, avd. Evenstad.
- Histøl, T. og Hjeljord, O. 1993. Winter feeding strategies of migrating and nonmigrating moose. - *Canadian Journal of Zoology* 71: 1421-1428.
- Ingebretsen, G og Kristiansen, M. 1997. Effekten av føringsstasjoner. - Prosjektoppgave Høgskolen i Hedmark, avd. Evenstad.
- Jaren, V., Andersen, R., Ulleberg, M., Pedersen, P. H. og Wiseth, B. 1991. Moose - train collisions: The effects of vegetation removal with a cost-benefit analysis. - *Alces* 27: 93-99.
- Kastdalen, L. 1996. Romerikselgen og Gardermoutbyggingen. Hovedrapport fra Elgprosjektet på Øvre Romerike. Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Miljøvernnavdelingen. 115s.
- Kastdalen, L. og Storaas, T. 1997. Forsvarets relokalisering Gardermoen - Konsekvenser for elg. - Høgskolen i Hedmark rapport nr. 3, 1997.
- Kastdalen, L. og Strømmen, S. 1995. Tiltak for å redusere elgpåkørsler på E& under OL'94. Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Miljøvernnavdelingen, Oslo, Norge. 35s.
- Lavsund, S. og Sandegren, F. 1991. Moose- vehicle relations in Sweden: a review. - *Alces* 27: 118-126.
- Lehtimäki, R. 1981. Fences for protection of traffic and deer. Summary. - Transport and Road Research Laboratory, Helsinki, Finland. 14s
- LeResche, R. E. 1974. Moose migrations in North America. - *Le Naturaliste Canadien* 101: 393-415.

- Liebe, M. 1989. Prosjekt forebyggende tiltak mot elgpåkjørsler langs jernbanen, Delområde: Øyer og Ringebu i Oppland. Viltnevdene i Øyer og Ringebu, Fylkesmannen i Oppland. Rapport. 12s.
- Loe, R. E. 1993. Elgpåkjørsler på Rørosbanen gjennom Stor-Elvdal kommune. - Prosjektoppgave Høgskolen i Hedmark, avd. Evenstad.
- Lorentsen, Ø., Wiseth, B., Einvik, K. og Pedersen, P. H. 1991. Elg i Nord-Trøndelag. Resultater fra elgundersøkelsene 1987-1990 om vandringsmønster, brunst, kalvinger og dødelighet. - Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, Miljøvern avdelingen. Rapport 1-1991. 208s.
- Ludwig, J. og Bremicker, T. 1983. Evaluation of 2.4m fences and one-way gates for reducing deer-vehicle collisions in Minnesota. - Transportation Research Record 913: 19-22.
- Lutz, W. 1991. The evaluation of roe deer mortality in north Rhine Westfalia from 1982-83 to 1989-90 in comparison to the hunting kill. - Zeitschrift für Jagdwissenschaft 37: 240-249.
- Lutz, W. 1994. Trial results of the use of a "Duftzaun" (scent fence) to prevent game losses due to traffic accidents. - Zeitschrift für Jagdwissenschaft 40: 91-108
- Madsen, A. B. 1994. Faunapassager i forbindelse med større vejanlegg - en vejledning. - Danmarks Miljøundersøgelser.
- McCaffery, K. R. 1973. Road-kills show trends in Wisconsin deer populations. - Journal of Wildlife Management 37: 212-216.
- Miller, B. K. og Litvaitis, J. A. 1992. Use of roadside salt licks by moose *Alces alces* in northern New Hampshire. - Canadian Field Naturalist 106: 112-117
- Myrjord, A. 1996. Elgpåkjørsler langs jernbanen. - Prosjektoppgave Høgskolen i Hedmark, avd. Evenstad. 30s.
- Myrstad, B. 1982. Safer for the elk; the warning equipment is efficient. - Vegen og vi 21: 10-11
- Odden, J., Linnell, J. D. C., Støen, O. G., Gangås, L., Ness, E. og Andersen, R. 1996. Trekk og områdebruk hos elg i østre deler av Hedmark. - Nina oppdragsmelding 415: 1-34.
- Ohlbrich, P. 1984. Untersuchung der Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren und der Eignung von Wilddurchlassen. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 30: 101-106.
- Peek, F. W. og Bellis, E. D. 1969. Deer movements and behavior along an interstate highway. - Highway Research News 36: 36-42.
- Petersson, C. J. og Danell, O. 1992. Simulated production losses in reindeer herds caused by accidental death of animals. - Rangifer 12: 143-150.
- Pulliainen, E. 1974. Seasonal movements of moose in Europe. - Le Naturalist Canadien 101: 379-392.
- Reeve, A. F. og Anderson, S. H. 1993. Ineffectiveness of Swareflex reflectors at reducing deer-vehicle collisions. - Wildlife Society Bulletin 21: 127-132.
- Renecker, L. A. og Hudson, R. J. 1986. Seasonal energy expenditures and thermoregulatory responses of moose. - Canadian Journal of Zoology 64: 322-327.
- Romin, L. A. og Dalton, L. B. 1992. Lack of response by mule deer to wildlife warning whistles. - Wildlife Society Bulletin 20: 382-384.
- Romin, L. A. og Bissonette, J. A. 1996. Deer-vehicle collisions: status of state monitoring activities and mitigation efforts. - Wildlife Society Bulletin 24: 276-283.
- Salvig, J. C. 1991. Faunapassager i forbindelse med større vejanlegg. - Danmarks Miljøundersøgelser, nr. 28.
- Sandegren, F., Bergstrøm, R. og Swenaar, P. Y. 1985. Seasonal moose migration

- related to snow in Sweden. - *Alces* 21: 321-338.
- Schafer, J. A., Penland, S. og Carr, W. P. 1985. Effectiveness of wildlife warning reflectors in reducing deer vehicle accidents in Washington state. - *Transportation Research Record* 1010: 85-88.
- Schober, F. og Sommer, F. 1984. Study of acoustic game warning devices for vehicles. - *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 30: 164-176.
- Skölving, H. 1985. Viltstängsel, olika typers effekt och kostnad. *Vägverket Mddelände TU* 1985: 2. 12s
- Stenseth, N. C. og Lidicker, W. Z. 1992. Animal dispersal. Small mammals as a model. Chapman and Hall, London.
- Story, J. D. og Kitchings, J. T. 1979. White-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) on the department of energy's Oak Ridge reservation: Data on road-killed animals, 1969-1977. - National Technical Information Service, Springfield, USA. 36 s.
- Swenar, P. Y. og Sandegren, F. 1989. Winter-range philopatry of seasonally migratory moose. - *Journal of Applied Ecology* 26: 25-33.
- Sæther, B. E., Solbraa, K., Söldal, D. P. og Hjeljord, O. 1992. Sluttrapport Elg-Skog-Samfunn. - NINA forskningsrapport 28: 1-153.
- Sæther, B.-E. og Heim, M. 1991. Trekk - og vandringsforhold til elg merket i Løten og Stor-Elvdal kommuner. - Nina oppdragsmelding 92: 1-37.
- Toldnes, T. 1987. Utprøving av forskjellige typer ledegjerder for elg langs jernbanelinjen i Stor-Elvdal. - Prosjektoppgave, Distriktshøgskolen i Hedmark, avd. Evenstad. 15s.
- Ulleberg, M. og Jaren, V. 1991. Tiltak mot elgpåkjørsler på jernbanen. - DN-rapport 1991-4.
- Vatshelle, Å. 1995. Arbeidsmiljø og helse hos norske lokomotivførere. Rapport 1995, seksjon for arbeidsmedisin, Universitetet i Bergen.
- Vincent, J. P., Bideau, E., Cibien, C. og Quere, J. P. 1988. Traffic deaths in roe deer *Capreolus-capreolus* example of woodland area in the Paris France basin. - *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 34: 63-68.
- Ward, A. L. 1982. Mule deer behavior in relation to fencing and underpasses on interstate 80 in Wyoming. - *Transportation Research Record* 859: 8-13.
- Waring, G. H., Griffis, J. L. og Vaughn, M. E. 1991. White-tailed deer roadside behavior, wildlife warning reflectors, and highway mortality. - *Applied Animal Behaviour Science* 29: 215-223.
- Wahlström, L. K. og Liberg, O. 1995. Patterns of dispersal and seasonal migration in roe deer (*Capreolus capreolus*) - *Journal of Zoology* 235: 455-467.
- Wiseth, B. og Pedersen, P. H. 1989. Skogrydding reduserer elgpåkjørslene. - Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, Miljøvern avdelingen. Rapport nr. 4-1989. 60s.
- Woodham, D. 1991. Evaluation of Swareflex wildlife warning reflectors. Final report. - Colorado Department of Transportation, Denver, USA. 16s
- Zacks, J. L. 1986. Do white-tailed deer avoid red? An evaluation of the premise underlying the design of Swareflex wildlife reflectors (discussion and closure). - *Transportation Research Record* 1075: 35-43.