



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Utprøving av nytt reinvarslingssystem på E6 over Saltfjellet

Vintrene 2018 og 2019

NIBIO RAPPORT | VOL. 5 | NR. 70 | 2019



Inger Hansen¹, Svein Morten Eilertsen¹, Grete H.M. Jørgensen¹ og Johannes Karlsson²

¹ Norsk institutt for bioøkonomi

² Umeå universitet

TITTEL/TITLE

Utprøving av nytt reinvarslingssystem på E6 over Saltfjellet. Vintrene 2018 og 2019.

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Inger Hansen, Svein Morten Eilertsen, Grete H.M. Jørgensen og Johannes Karlsson

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
27.05.2019	5/70/2019	Åpen	10035-02	18/01607
ISBN:	ISSN:		ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-02352-4	2464-1162		20	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Nordland Fylkeskommune

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Eirik Ellingsen

STIKKORD/KEYWORDS:

Påkjørsel, beitedyr, trafiksikkerhet

Roadkill, grazing animals, traffic safety

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Etologi, dyrevelferd, sensorteknologi

Ethology, animal welfare, sensor technology

SAMMENDRAG/SUMMARY:**Sammendrag**

Påkjørsel av tamrein og andre beitedyr er et stadig økende problem både i nordiske land og i Europa for øvrig. I Norge har mer enn 3000 tamrein blitt påkjørt av tog de siste 10 år og dette medfører store dyrelidelser og samfunnsøkonomiske kostnader. Formålet med vårt prosjekt var å teste driftssikkerhet og virkning av et nytt elektronisk reinvarslingssystem langs vei vinterstid. Et viktig delmål i prosjektet var å redusere antall kollisjoner mellom kjøretøyer og tamrein. Varslingssystemet er basert på radiobølger (805.15.4 866MHz). Reinsenderen er på størrelse med en tjuetrukk og har en estimert batterikapasitet på 5 år. Støpt inn i en halsklave sender den radiosignaler med rekkevidde på ca. 100 meter. Det ble satt opp 41 mottakere i 2018 og 39 mottakere i 2019 på stikker langs en 4,5 km teststrekning på E6 over Saltfjellet. Disse mottakerne er utstyrt med røde lysdioder som begynner å blinke når reinen nærmer seg. Over 500 voksne reinsimler ble instrumentert med halsklaver og radiosendere i løpet av de to årene som utprøvingen foregikk. Funksjonaliteten av varslingssystemet ble kontrollert og loggført fire ganger i 2018 og ukentlig i 2019 (18 ganger) i løpet av testperiodene. Det ble samtidig lagret datalogg over sendere som hadde aktivert mottakere med SIM kort. En fartsmåler ble i tillegg satt opp i nærheten av teststrekningen i 2019.

Ingen dyr, verken med eller uten sendere, ble påkjørt innenfor teststrekningen i løpet av testperiodene i 2018 og 2019. Siden rein er en art med sterkt flokkinstinkt, vil det ikke vil være nødvendig at alle individer utstyres med sendere, noe som også indikeres av våre resultater. Vi mener at varslingssystemet har en generell preventiv effekt på kollisjoner med tamrein ved at bilføreren senker hastigheten når de ser blinklysene som signaliserer rein på/ved veien. Dette kunne ikke dokumenteres ved hjelp av fartsmålingene som ble foretatt i 2019, da måleren var lokalisert

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

utenfor testområdet. Det har vært kontinuerlig oppgradering av teknologien gjennom prosjektperioden. Driftssikkerheten til mottakerne har økt med 50 % fra 2018 til 2019 etter justeringer av kommunikasjonen mellom sendere og mottakere. Tjuefem prosent av mottakerne var tomme for batteri etter to måneders drift i 2018, mens det var først etter tre måneders drift at strømforsyningen begynte å svikte for en tilsvarende andel av senderne i 2019. Senderne lot til å ha tilfredsstillende batterikapasitet, men testing av flere sendere i februar 2019 viste at 35 % var defekte. Årsaken ligger i en mikrokontroller som ved en eventuell ny utprøving vil bli byttet ut med en mer stabil type. I 2018 meldte reineierne at enkelte halsklaver gikk i stykker og en del sendere ble derfor tapt på beite, mens ingen av de nye halsklavene ble ødelagt under utprøvingen 2019.

Vi konkluderer med at varslingsystemet er lovende for bruk langs vei, som et supplement til viltgjerd. Ytterligere utprøvinger er nødvendig etter at senderne oppgraderes med en annen mikrokontroller som vil gjøre dem mer driftssikre over tid, i norsk vinterklima. Dette vil også være viktig for at systemet skal kunne brukes langs jernbanen og slik at sensorer settes i større produksjon for markedet.

Summary

Collisions between free ranging animals and cars have become an increasing problem, both in Nordic countries and in Europe. In Norway, more than 3000 reindeer have been killed by trains during the last 10 years and this have led to considerable animal suffering and costs for social communities and reindeer owners. The aim of our project was to test operation reliability and effect of a new electronic warning system for reindeer alongside a road during winter. One important sub goal was to reduce the number of collisions between vehicles and reindeer. The warning system is based on radio wave technology (805.15.4 866MHz). The reindeer transmitter is the size of a large coin and holds an estimated battery capacity of around five years. When cast into a neck collar it transmits radio signals with a range of around 100 meter. A total of 41 receivers in 2018 and 39 in 2019 were mounted on top of road sticks along a 4.5 km test area on road E6 over Saltfjellet. These receivers were equipped with red lights that started blinking if reindeer with transmitters were nearby. More than 500 adult female reindeer were instrumented with such collars during the two test years. Operation reliability of the warning system was controlled recorded four times in 2018 and weekly in 2019 (18times) during the experimental periods. At the same time, an interactive log was recorded for all receivers activated. A device that automatically measured and recorded vehicle speed was mounted close to the test area in 2019.

No reindeer, with or without senders were killed by collisions within the test area during the experimental periods of 2018 and 2019. Since reindeer is a very gregarious species, it may not be necessary to instrument all individuals of a flock with transmitters. This notion is supported by our results. The warning system may have a general preventive effect, as the driver will reduce speed when blinking lights have been observed. This could however not be documented by our results, since the speed measurements were done outside the test area. The project has involved a continuous upgrade of technology, software and hardware. The operation reliability of receivers have increased with 50 % from 2018 to 2019 after adjustments of transmitter-receiver communication was made. Twenty-five percent of the receivers ran out of battery capacity after two months of operation in 2018, while most of the receivers were still active after two months of operation in 2019. The transmitters seemed to have satisfactory battery capacity, but testing of several of them in February 2019 revealed that 35 % had stopped working. The reason for this lies in a microcontroller that during an eventual third test must be replaced. In 2018, the reindeer herders reported that some neck collars were broken and some transmitters were therefore lost on pasture. None of the new neck collars were reported broken during the test period of 2019.

We conclude that the electronic warning system is promising for use along roads, as a supplement to fences. Additional testing is necessary after senders and receivers have been upgraded and microcontrollers have been replaced. This will hopefully make the system even more reliable over time in Norwegian winter climate. Another test is also imperative for the system to have «proven technology» so that it also may be used along the railway, and can be produced and released into the commercial market.

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Nordland
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Alstahaug
STED/LOKALITET: Tjøtta

GODKJENT /APPROVED

Mats Höglind

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Grete H. M. Jørgensen

NAVN/NAME



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Forord

Denne rapporten viser til resultater fra to utprøvinger av et elektronisk varslingssystem for beitedyr langs vei og jernbane. Varslingssystemet er utviklet som et ledd av INTERREG prosjektet Animal Sense. Animal Sense har vært et større prosjekt, finansiert av Länsstyrelsen i Västerbotten (SE), Sametinget, Fylkesmannen i Nordland, Regional Council of Ostrobothnia (FI) og Nordland fylkeskommune gjennom Interreg Botnia-Atlantica programmet.

Våre utprøvinger av varslingssystemet er kommet i stand ved hjelp av samarbeid mellom reineiere, Statens Vegvesen, Mesta, NIBIO og Universitetet i Umeå. Utprøvingen har vært finansiert gjennom FoU midler fra Nordland Fylkeskommune.

Vi ønsker å takke Per-Guttorm Kuhmunen og Per Ole Oskal i Saltfjellet reinbeitedistrikt for deres hjelp og tilrettelegging for instrumentering av dyr, for at vi fikk lov til å bruke deres rein i forsøket og for deres egeninnsats under feltforsøket. Fra Mesta har Tor Ottar Emanuelsen Sandberg (fagarbeider drift) og Espen Mario Petersen (prosjektleder) bidratt med oppsetting av skilter, veistikker og mottakere. Tor Ottar har i tillegg gjort registreringer av mottakernes driftssikkerhet i løpet av feltforsøkene. Fra Statens vegvesen har vi hatt god støtte fra Marlene Landbakk, Henrik Wildenschild og Kenneth Bruun, bl.a. med godkjenning av teststrekning og etablering av fartsmåling.

Tusen takk til alle for et godt samarbeid.

Tjøtta, 27.05.19

Inger Hansen

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Påkjørsel av beitedyr	7
1.2	Tiltak	7
1.3	Formål.....	8
2	Materiale og metode	9
2.1	Instrumentering av rein i 2018 og 2019	9
2.2	Teknologi	9
2.3	Forsøksstrekning.....	10
2.4	Kontroll av varslingsystemet.....	11
2.5	Statistiske analyser	11
3	Resultater	12
3.1	Tap av rein før og under utprøving i 2018 og 2019	12
3.2	Driftssikkerhet på mottakere i 2018 og 2019	12
3.3	Driftssikkerhet på reinsendere i 2018 og 2019.....	14
3.4	Fartsmålinger 2019.....	14
4	Diskusjon.....	16
4.1	Preventiv effekt	16
4.2	Driftssikkerhet på sendere og mottakere.....	16
4.3	Kvalitet på reinklavene	17
4.4	Testtidspunkt.....	17
4.5	Utvidet bruk av varslingsystemet.....	17
5	Konklusjoner	18

1 Innledning

1.1 Påkjørsel av beitedyr

Påkjørsler av tamrein på vei og bane et økende problem i Norge og i Europa (Hughes et al., 1996, Knapp et al., 2004, Rolandsen et al., 2015). I Norge skyldes dette økt trafikk, men ikke minst snøforhold og mørketid (fig. 1, 8).



Figur 1. Tamrein påkjørt på E6 like sør for Sørrelva på Saltfjellet i februar 2018.

Foto: Svein Morten Eilertsen.

Slike kollisjoner resulterer i betydelig økonomisk tap, men representerer også et stor velferdsmessig problem, både for dyr og mennesker. I Norge har mer enn 3000 tamrein blitt påkjørt av tog de siste 10 år (Rolandsen et al., 2017, Stanimirov et al., 2018). Tall fra Bane NOR viser at det i 2017 ble påkjørt 514 reinsdyr bare på Nordlandsbanen, til en kostnad på over fem millioner kroner. Fordi reinen har et sterkt flokkinstinkt, er så mange som 80 dyr blitt drept av toget i samme hendelse. Hovedproblemene med påkjørsler av rein på jernbanen over Saltfjellet er i oktober til mars, med en topp i januar (Rolandsen et al. 2017).

Skadestandardene for en gjennomsnittlig personskaulykke mellom bil og dyr er ca. 2 mill. kr. (i 2007). Dette gjelder alle påkjørsler av dyr hvor minst én person kommer til skade, jf.

Transportøkonomisk institutt (https://tsh.toi.no/doc632.htm#anchor_21848-30)

(Trafikksikkerhåndboken). Forventede skadestandarder i dyrepåkjørsler er estimert til 156.121 kr. per elgpåkjørsel og 12.896 kr. per påkjørsel av annet hjortevilt. Dette gjelder alle påkjørsler hvor dyret blir drept, uansett om en person faktisk blir skadet eller ikke. Risikoen for å bli drept eller meget alvorlig skadd er 50 ganger så stor i en elgpåkjørsel som i en påkjørsel av annet hjortevilt.

Det finnes ingen studier og lite statistikk over påkjørsler av tamrein på vei i Norge. Vi må likevel anta at den mest utsatte perioden for påkjørsler av tamrein er sammenfallende på vei og bane, dvs. fra oktober til mars, med aller høyest ulykkes frekvens i den mørkeste tida.

1.2 Tiltak

Det er prøvd ulike tiltak for å redusere påkjørsler av rein og andre hjortedyr på vei og bane. Disse kan deles inn i fire hovedkategorier: 1) tiltak som skiller hjortedyr fysisk fra vei og bane (eks. viltgjerde); 2)

tiltak som reduserer den lokale tettheten av hjortedyr langs trafikkorridorene; 3) skremmelstiltak som forhindrer hjortedyra å krysse og 4) tiltak som reduserer påkjørselsansynligheten når dyra er ved/på veien (eks. krattrydding, varselskilt). Viltgjerder har vist seg å være det mest effektive tiltaket for å forhindre trafikkulykker med hjortevilt, men slike gjerdeanlegg er svært dyre og krever også viltpassasjer i form av over- eller underganger (Rolandsen et al. 2017).

Elektroniske systemer med hensikt å skremme viltet er oftest basert på lyd- eller lyssignaler. Effekten på tamrein, og spesielt i mørket, er ikke kjent (Wagner et al., 2019, in press). Dessuten vil dyr bli tilvendt ganske fort til slike tiltak (Bomford & O'Brien 1990). Forebyggende tiltak som varsler føreren, basert på ulike detekteringssystemer for vilt, er mer lovende. Problemet med uspesifiserte detekteringssystemer (IR-kameraer, bevegelsessensorer, bølgebrytningssystemer osv.), er at de utløser mange feil-signaler (falske positive), fordi systemene ikke er spesifikke nok (Huijser et al., 2005). Detektering av GPS-instrumenterte dyr knyttet til GEOfencing (virtuelt gjerde) er en annen mulighet, men slik gjerdeteknologi er ennå prematur og systemene er for kostbare per i dag.

Dersom en ikke velger et fysisk stengsel, vil tiltak som fokuserer på førers atferd (tiltakskategori 4 over), og ikke viltets atferd, ha best effekt (Wagner et al., in press). En reduksjon av kjørefarten kan øke muligheten for bilistene til å oppdage dyr i vegen og gjøre påkjørsler mindre alvorlige. Sammenhengen mellom fart og antall elgpåkjørsler har blitt undersøkt i Sverige (Seiler 2005). Seiler fant at en fartsreduksjon på 2 km/t førte til en reduksjon av antall ulykker på 15% og en fartsreduksjon på 10 km/t førte til en reduksjon av antall ulykker på 56%. Det ble i denne studien kontrollert for en rekke andre faktorer, bl.a. trafikkmengde, viltgjerder og elgtetthet.

En rimelig teknologi for sanntids-detektering av dyr, basert på et sender/mottakersystem og begrenset til de mest kollisjonsutsatte strekningene, kan være en god løsning for tamrein (fig. 9). Senderen må være lett, rimelig, ha stor batterikapasitet (> 1 år) og må ikke føre til ising på reinklaven. Mottakeren skal varsle bilfører kun når det er rein i/nært veien og må ha tilstrekkelig batterikapasitet til å dekke den mørkeste perioden på vinteren i Nord-Norge (ca. 4 måneder). Både sendere og mottakere må kunne fungere over tid i et barskt, arktisk klima.

Gjennom Interregprosjektet Animal Sense har Universitetet i Umeå i samarbeid med Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) utviklet et elektronisk varslingsystem med formål å varsle bilførere om at det er rein i nærheten av veibanen. NIBIO har innledningsvis testet de første generasjonene av sendere og mottakere på sau på Tjøtta (65° N) i Alstahaug kommune og på rein i innhegning på Tverrvatnet (66° N) i Rana kommune.

1.3 Formål

Formålet med dette forsøket var å teste dette nye elektroniske reinvarslingsystemet i stor skala, over lang tid og under arktiske vinterforhold. Et viktig delmål i prosjektet var å redusere antall kollisjoner mellom kjøretøyer og tamrein. Et annet delmål var å dokumentere hvorvidt varslingsystemet bidro til at bilførerne senket farten.

2 Materiale og metode

2.1 Instrumentering av rein i 2018 og 2019

Totalt 305 voksne reinsimler ble instrumentert med reinklaver påmontert radiosendere i 2018 (tab. 1, fig. 2, 3). Ytterligere 238 voksne reinsimler ble instrumentert med reinklaver påmontert radiosendere i 2019. Alle dyra befant seg i nærliggende områder til forsøksstrekningen på E6 over Saltfjellet før og under forsøksperioden, både i 2018 og 2019.

Tabell 1. Nøkkeltall for uttesting av varslingssystemet for rein vintrene 2018 og 2019.

	2018	2019
Antall mottakere	41	39, hvorav 6 med SIM
Montering mottakere	28.02-14.03.18	02.12.18
Kilometer forsøksstrekning	4,5 km	4,5 km (≈ identisk 2018)
Antall reinsendere totalt	305	238 nye (+ 305 gamle)
Instrumentering rein, Kuhmunen	18.02.18 (190) 09.03.18 (45)	02.03.19 (48)
Instrumentering rein, Oskal	(70)	20.01.19 (120) 10.02.19 (47) 22.02.19 (23)
Fartsmåling		12.02.19 – 06.03.19
Avslutning utprøving	26.04.18	31.03.19

2.2 Teknologi

Varslingssystemet er utviklet og designet ved Umeå Universitet Embedded Systems Lab. Teknologien i reinsenderne er basert på vanlig 805.15.4 866MHz radiobølger. Reinsenderen sender radiosignaler med rekkevidde på ca. 100 meter. Det er montert mottakere av disse radiobølgene på stikker langs veien (E6). Disse mottakerne er utstyrt med røde lysdioder som begynner å blinke når reinen nærmer seg (fig. 2, fig. 3). Batteriene i reinsenderne har en levetid på opp mot fem år, senderen er meget liten og lett og prisen per enhet er lav (ca. NOK 100,-). Mottakerne er mer energikrevende og batterilevetiden for disse i 2018 var estimert til ca. to måneder. For 2019-sesongen ble mykvaren i mottakerne endret for å forlenge batterilevetiden. Det ble i tillegg addert en komponent i mottakerne for at de skulle være mer stabile i drift og restarte ved en eventuell «krasj». Med den nye mykvaren ble estimert batteritid beregnet til drøye fire måneder.

Mottakerne er stilt inn slik at de aktiveres, dvs. blinklyset begynner å varsle, når reinen er ca. 50 m unna. Når en mottaker aktiveres, sender den i tillegg ut radiobølger for å starte alle andre mottakere som finns innen rekkevidden fra den. Rekkevidden mellom mottakerne er noe lengre enn fra sender til mottaker, slik at alle mottakere opp mot en avstand på ca. 100 meter starter samtidig.

Batterikapasitet og materialvalg for innstøping/kasse ble testet ved å legge både sendere og mottakere i en fryser (-18 °C) gjennom et knapt år.



Figur 2. Den nyeste generasjonen av mottaker og sender.

Foto: Johannes Karlsson.



Figur 3. Simler med klaver påmontert reinsendere.

Foto: Svein Morten Eilertsen.

2.3 Forsøksstrekning

Forsøksstrekningen ble lagt til E6 over Saltfjellet (66° N), nærmere bestemt fra Sørrelva brøytestasjon og sørover. Mottakere (blinklys) ble montert på 4 m høye jernstikker, plassert 2 m på utsiden av veiskulderen med 90-125 m mellomrom. Totalt 41 mottakerne ble montert den 28.02 og demontert 01.05 i 2018 (tab. 1). Trettini mottakere, hvorav seks med SIM-kort, ble montert på samme teststrekning 02.12.18 og demontert 31.03.19 for annen gangs test av det elektroniske varslingsystemet, vinteren 2019 (tab. 1). Total forsøksstrekning med blinklys utgjorde 4,5 kilometer. Forsøksstrekningen ble merket med skilt godkjent av Statens vegvesen (fig. 4, fig. 5).

Statens vegvesen etablerte fartsmåling rett nord for forsøksstrekningen den 12.02.19-06.03.19 (vegreferanse: 1800 Ev6 hp15 m21479). Fartsgrensen på dette punktet og i teststrekningen er 90 km/t. Det ble dessverre ikke funnet egnet oppheng for fartsmålingen i selve teststrekningen. Dataene er derfor ikke egnet til å dokumentere hvorvidt bilførerne senket farten når mottakerne blinket. Resultatene fra fartsmålingene gir imidlertid en beskrivelse av bilførernes atferd utenfor testsonen.

2.4 Kontroll av varslingsystemet

Mesta kontrollerte og loggførte funksjonaliteten av varslingsystemet begge testsesongene ved å kjøre sakte forbi hver av mottakerne med en sender liggende i bilen. Enhver mottaker som ikke ble aktivert av denne testsenderen gjennom forsøksperioden ble registrert. Kontrollene ble utført fire ganger gjennom testperioden i 2018, den 03.04, 12.04, 17.04 og 26.04 (tab. 1). Tilsvarende logg ble ført ukentlig vinteren 2018/19 fra montering av mottakerne den 02.12.18, fram til demontering 31.03.19 (tab. 2). Rapporter fra mottakere med SIM-kort ble i tillegg sendt til prosjektets webside hver time, slik at ID-numrene for hver av senderne som hadde aktivert en SIM-mottaker ble registrert. Stikkprøver av funksjonaliteten til totalt 212 sendere, testet opp mot en sender med SIM, ble gjennomført i februar 2019.



Figur 4. Jernstikker langs veien påmontert mottaker med blinklys.

Foto: Svein Morten Eilertsen.

2.5 Statstiske analyser

Effekt av dag eller natt på gjennomsnittshastighet ble undersøkt ved hjelp av en GLM analyse i statistikkprogrammet MINITAB 17.



Figur 5. Skiltvarsling av teststrekningen.

Foto: Svein Morten Eilertsen.

3 Resultater

3.1 Tap av rein før og under utprøving i 2018 og 2019

Saltfjellet reinbeitedistrikt fikk påkjørt 15 rein i området rundt Sørrelva brøytestasjon (Storjord – Saltfjellet turistsenter) i perioden desember 2017 fram til forsøksstart den 28.02 2018. Ingen rein, verken med eller uten sendere i de to forsøksstadiene, ble påkjørt gjennom testperioden. Heller ikke vinteren 2019 ble det påkjørt rein med sendere i eller utenfor teststrekningen. Kuhmunen fikk imidlertid påkjørt et 20-talls dyr uten sendere som ikke gikk i forsøksområdet gjennom denne vintersesongen og Oskal mistet to dyr uten sendere sør for teststrekningen.

3.2 Driftssikkerhet på mottakere i 2018 og 2019

Tabell 2 viser hvor mange mottakere som sluttet å fungere gjennom testperioden i 2018. Én mottaker ble borte mellom tredje og fjerde loggrunde (etter 17.04). Av tabellen ser vi at ca. 1/4 av senderne ble defekte etter omtrent to måneders bruk. Dette skyldes høyst sannsynlig at batteriene var utladet. Antatt levetid for batteriene var 2 måneder. Grunnet kommunikasjonssvikt ble ikke systematisk loggføring av funksjonaliteten til mottakerne igangsatt før i begynnelsen av april. Da var allerede åtte mottakere ute av drift. Det hadde vært interessant å kunne følge batterienes levetid nøyere gjennom første del av utprøvingen, slik at man fikk gode registreringer på når de første mottakerne sluttet å fungere. Etter uttestingen i 2018 anbefalte vi å optimalisere kommunikasjonen mellom sender og mottaker (eks. hyppigheten av radiosignalene), slik at mottakeren ikke brukte mer strøm enn høyst nødvendig.

Tabell 2. Tilsyn og loggføring av de 41 testmottakerne i 2018.

Dato	Temp. og vær	Antall mottakere ute av drift	ID-nummer	Notater
03.04 2018	-2 °C, sol, litt vind	8	3, 5, 8, 20, 21, 30, 33, 37	Nr 5 og 30 lyser konstant, resterende er mørke. Reinen inngjerdet på dette tidspunkt.
12.04 2018	+1 °C, sol, vindstille	10	3, 5, 8, 20, 21, 26, 30, 33, 36, 37	Nr 5 lyser konstant, resterende mørke. Reinspor bort fra veien, ingen reinobservasjoner.
17.04 2018	+4 °C, sol, vindstille	12	2, 3, 5, 8, 20, 21, 25, 26, 30, 33, 37, 38	Ingen rein i området
26.04 2018	+2 °C, delvis skyet	12	2, 3, 5, 8, 18, 20, 21, 26, 30, 32, 33, 37, 38	Nr 33 borte, muligens stjålet.

Tilsvarende logg for testingen i 2019 er vist i tabell 3. Loggføring ble utført fra montering av mottakerne i desember 2018 helt fram til avslutning av forsøket sist i mars 2019, selv om ikke reinen var instrumentert med nye sendere før midten av februar 2019. En god del rein (ca. 150 stk.) i området hadde fremdeles klaver med den gamle generasjonen av reinsendere påmontert.

Tabell 3. Tilsyn og loggføring av de 39 testmottakerne i 2019.

Dato	Temp. og vær	Mottakere ute av drift	ID-nummer	Notater
04.12 2018	-0,5 °C, snø, lett bris	0		Visuell kontroll. Rein i området, ID 4 skulle kanskje hatt blinket. Vet ikke om reinen var instrumentert.
12.12 2018	-9 °C, klart	0		Visuell kontroll. Rein i nærheten. ID 1, 17 og 18 skulle kanskje hatt blinket, men vet ikke om reinen var instrumentert.
21.12 2018	-4 °C, lettskyet, opphold, svak vind	0		Visuell kontroll.
27.12 2018	+0,8 °C, opphold, litt snø i lufta	0		Kontroll med testsender heretter.
04.01 2019	+1,2 °C, opphold, overskyet	3	15, 20, 39	Kadaver og blodspor langs jernbanen, 4,3 km sør for mottaker 39.
08.01 2019	-2 °C, snø, blåser kraftig	4	15, 20, 24, 39	
16.01 2019	-19 °C, lettskyet/sol	4	15, 18, 20, 39	ID18 lyser konstant (blinker ikke). 14.01.19 var det en flokk med rein i testsonen, men ingen mottakere blinket. Var reinen instrumentert?
22.01 2019	-19 °C, pent, lite vind	4	15, 18, 20, 39	ID 18 lyser konstant.
30.01 2019	-16 °C, sol, noe vind	4	15, 18, 20, 39	Rein observert øst for jernbanen, ca. 150 m fra E6.
05.02 2019	-14 °C, snø, svak vind	2	15, 20	Død rein (uten sender) observert 25 m fra mottaker 38. Generelt mye rein på Saltfjellet. Totalt 2 påkjørsler på vei og 1 på bane.
12.02 2019	-5,7 °C, overskyet	2	15, 20	ID39 tente tregere enn normalt. NRK på besøk for å lage reportasje.
19.02 2019	+1,7 °C, fyker noe	3	15, 20, 27	
26.02 2019	+0,8 °C, sol, vindstille	4	15, 20, 27, 32	Kraftig vind med fokk og regn siste helg, kolonnekjøring/stengt E6.
06.03 2019	-6,2 °C, snø	8	15, 16, 20, 24, 25, 27, 31, 32	En del værhendelser med vind, nedbør og temperatursvingninger. 05.03: kaldt (-22 °C).
12.03 2019	-12 °C, sol, lite vind	9	15, 16, 18, 20, 24, 25, 27, 31, 32	

Dato	Temp. og vær	Mottakere ute av drift	ID-nummer	Notater
20.03 2019	+2,5 °C, svak vind	10	10, 15, 16, 20, 24, 25, 27, 31, 32, 37	
26.03 2019	-7,3 °C, pent	21	2, 3, 4, 7, 8, 10, 13, 15, 16, 20, 21, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 37, 38	Hvorav to av mottakerne ute av drift lyser svakt og to lyser konstant og deretter slukker. Mottakerne har ikke lenger nok strøm til å indusere nabomottakerne.

Av loggen går det fram at batterikapasiteten på mottakerne begynte å svekkes etter en måneds varighet (ca. 10 %), etter tre måneder var ca. 25 % av mottakerne ute av drift og ved avslutning av forsøket, etter nesten fire måneders drift var over halvparten av mottakerne tomme for batteristrøm. Når batterispenningen i mottakerne ble for lav, lyste diodene i mottakerne konstant.

3.3 Driftssikkerhet på reinsendere i 2018 og 2019

Samtlige sendere benyttet i 2018 og 2019 ble testet og «klarert» ved Universitetet i Umeå før forsendelse til Norge. Det ble imidlertid ikke utført testing av driftssikkerheten gjennom forsøksperioden i 2018, bortsett fra den ene senderen som Mesta testet i forbindelse med loggføring av mottakerne. Dette fordi prosjektet ikke hadde ekstra sendere til testing utover de som var levert reinerne. Det ble imidlertid observert mange ganger at mottakerne blinket slik de skulle når det var rein med sendere i nærheten.

I 2019 hadde prosjektet 180 sendere tilgjengelig som ikke ble satt på rein. SENDERNE var ferdigstilte og klarerte ved Universitetet i Umeå før montering på reinklavene sist i november 2018. Et fåtall sluttet imidlertid å fungere under monteringen og det var vanskelig å sortere ut disse. SENDERNE ble hentet i Hemavan 28.11.18 og 21.12.18. Ved testing av disse den 13.02.2019 opp mot en mottaker med SIM-kort, etter 2,5 måneder liggende i esker i et isolert lagerbygg, fungerte 117 av de 180 sendere (65 %). Alle senderne var fra siste produserte generasjon. En ny stikkprøve utført den 19.02.19 med nye og eldre generasjoner sendere, viste at sju av 14 (50 %) fra den siste produksjonen (4000-serien), sju av 14 (50 %) fra vinteren 2018 (1000-serien) og fire av fire (100 %) fra første generasjon i 2017 (200-serien) ble registrert som aktiverte.

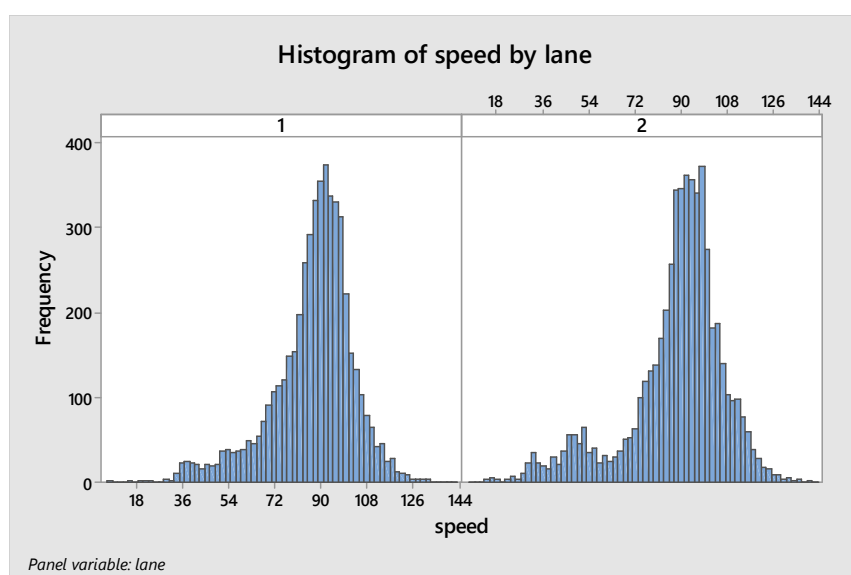
Universitetet i Umeå mener det er en mikrokontroller i den nyeste generasjonen av sendere som er årsaken til svikten. Det ble benyttet en annen type mikrokontrollere i de siste senderne av prismessige årsaker. Disse skal nå skiftes ut med en mer stabil kontroller.

3.4 Fartsmålinger 2019

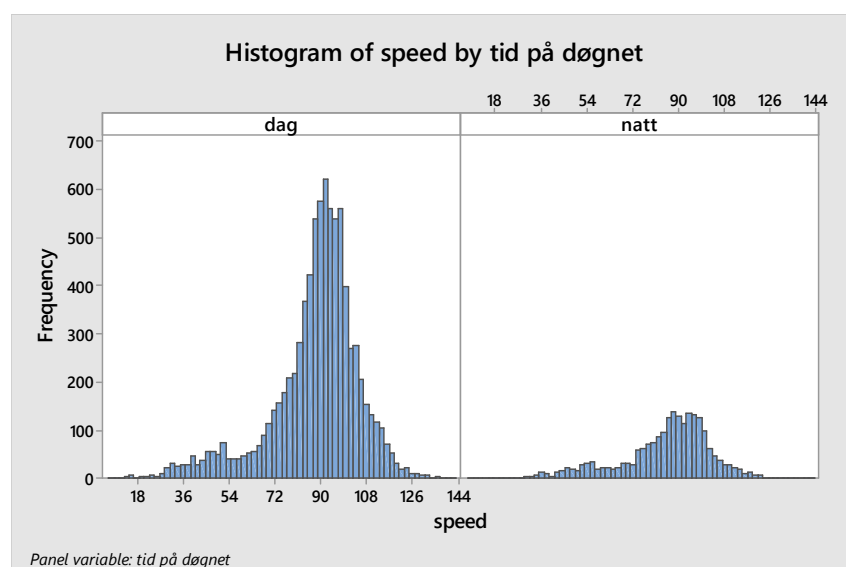
Totalt 10588 fartsmålinger ble registrert gjennom perioden 12.02-06.03.19. Resultatene viste at gjennomsnittsfarten gjennom testperioden var 86,8 km/t (tab. 4). Som vi ser av tabellen, var høyeste hastighet målt til 142 km/t i denne 90-sonen. Snitthastigheten i nordgående retning på målepunktet var 86,5 km/t (da bilen nettopp hadde kjørt ut av testsonen), mens den var 87,2 km/t i sørgående retning (rett før bilen kjørt inn i testsonen) ($p < 0,05$, fig. 6). Bilistene kjørt fortere på dagen da det var lyst (kl 07:00-18:59) enn da det var mørkt (kl 19:00-06:59), hhv. 87,5 km/t og 84,1 km/t ($p < 0,001$, fig. 7).

Tabell 4. Gjennomsnittshastighet samt laveste og høyeste fart målt i perioden 12.02-05.03.19.

Datagrunnlag	Antall observasjoner	Gj.sn.fart km/t	Laveste fart km/t	Høyeste fart km/t	p-verdi
Totalt	10588	86,8	7	142	
Norgående	5102	86,5	7	139	<0,05
Sørgående	5486	87,2	10	142	
Dag	8376	87,5	7	140	<0,001
Natt	2212	84,1	15	142	



Figur 6. Hastighet (x-aksen) og antall biler (y-aksen) i nordgående (lane 1) og sørgående (lane 2) retning.



Figur 7. Hastighet (x-aksen) og antall biler (y-aksen) på lysdagen (dag) og i mørket (natt).

4 Diskusjon

4.1 Preventiv effekt

Ingen dyr, verken med eller uten sendere, ble påkjørt innenfor teststrekningen i løpet av testperiodene i 2018 og 2019. Siden rein er en art med sterkt flokkinstinkt, vil det ikke vil være nødvendig at alle individer utstyres med sendere, noe som også indikeres av våre resultater. Internasjonal litteratur viser en positiv sammenheng mellom fart og påkjørselsfrekvens av hjortevilt (Gunther et al., 1998, Bertwistle, 1999, Knapp et al., 2004, Seiler, 2005, Meisingset et al., 2014). Vi mener at varslingsystemet har en generell, preventiv effekt på kollisjoner med tamrein ved at bilistene senker hastigheten når de ser blinklysene som signaliserer rein på/ved veien. Dessverre var ikke fartsmålingene egnet for å kunne dokumentere dette.

Selv om viltgjerder har vist seg å være mest effektive til å forhindre påkjørsler, er slike gjerdeanlegg svært kostbare. Etablering av viltgjerder må derfor begrenses til de aller mest kollisjonsutsatte strekningene (Rolandsen et al., 2017). Det nye reinvarslingsystemet er ment som et supplement på utsatte strekninger som ikke har viltgjerder. Det vil sannsynligvis være tilstrekkelig å drifte varslingsystemet vinterstid, når sannsynligheten for påkjørsler er størst, grunnet snøforhold og mørketid (Rolandsen et al., 2015; Rolandsen et al., 2017; Stanimirov et al., 2018). En annen fordel med dette elektroniske systemet er at det ikke fragmenterer arealene, verken for tamrein, vilt eller mennesker.

4.2 Driftssikkerhet på sendere og mottakere

Det har vært kontinuerlig oppgradering av teknologien gjennom prosjektperioden. Av tabell 2 og 3 ser vi at driftssikkerheten til mottakerne har økt med 50 % fra 2018 til 2019 etter noe justeringer av kommunikasjonen mellom sendere og mottakere. Tjuefem prosent av mottakerne var tomme for batteri etter to måneders drift i 2018, mens det var først etter tre måneders drift at strømforsyningen begynte å svikte for en tilsvarende andel av senderne i 2019. Dette tyder på at justeringene som ble gjort i mottakernes programmering hadde ønsket effekt på driftssikkerheten. Det er imidlertid ikke avgjørende om mottakerne har batterikapasitet til hele vintersesongen, da det er fullt mulig å bytte batterier på mottakerne som står langs veien.

Begge testsesonger kan det se ut som om enkelte av mottakerne «levde sitt eget liv». Noen av disse (eks. mottaker nr. 25 i 2018 og 39 i 2019) sluttet å virke etter en tid, men fungerte igjen senere. Det samme gjaldt mottaker 39 i 2019. Mottakere nr. 5 og 30 (2018) samt 13 og 38 (2019) lyste først konstant for så å bli mørke. Mottakerne som ble benyttet i 2019 var oppdaterte med en "watchdog" som restartet mottakeren dersom den "krasjet". Dessuten startet mottakerne på nytt etter 24 timer hvis de ikke hadde mottatt radiosignaler i løpet av det siste døgnet. Dermed kunne det ved en kontroll av mottakerne være slik at en mottaker ikke fungerte (lyste konstant eller ble ikke induisert av testsender), mens den etter 24 timer, eller ved neste kontroll, fungerte utmerket igjen.

Testing av reinsenderne den 13. februar 2019 viste at 35 % av radiosenderne var defekte. Prosjektledelsen mener at årsaken til sendersvikten ligger i mikrokontrollerne i den nyeste generasjonen av sendere. Ved en eventuell ny utprøving vil disse kontrollerne bli byttet ut med en mer stabil type. Batterikapasiteten på senderne synes imidlertid å være tilfredsstillende. Sendere produsert i 2017 viste seg ennå å fungere ved stikkprøven den 19. februar 2019. Dette er bra, siden det vil være langt vanskeligere å skifte batterier på sendere etter at reinen er instrumentert, enn på mottakerne.

4.3 Kvalitet på reinklavene

Vi fikk tilbakemelding fra reineier om at flere av reinklavene fra 2018 sprakk, sannsynligvis fordi hardplasten som var benyttet ikke tålte de lave temperaturene (periodevis under -20°C) vinteren 2018. Reineier fant igjen 14 sendere som falt av, hvorav flere hadde «gått av» ved senderen (svakt punkt pga. det gjennomgående borehullet i klaven for nedfelling av senderen). Etter det vi har fått opplyst, sprakk klavene også på andre steder. Låsingsmekanismen var heller ikke ideell. Sannsynligvis har flere klaver falt av i terrenget (anslagsvis 10% av klavene), uten å bli gjenfunnet. Vi anbefalte derfor å benytte en annen type reinklaver dersom testen skulle gjentas. I 2019 ble det benyttet klaver fra en annen produsent og vi har ikke fått noen negative tilbakemeldinger angående klavekvaliteten dette året.

4.4 Testtidspunkt

Testene med instrumenterte rein i området rundt Sørrelva, ble av forskjellige grunner gjennomført litt for seint sett i forhold til påkjørselsstatistikken og mørketida, både vinteren 2018 og 2019. Lysdagen blir fort lengre utover i april måned. Vi har fått tilbakemelding om at blinklysene var lite synlige i dagslys (intens lys med hvit bakgrunn) utover ettervinteren. Det er derfor en fordel om utprøvingen kan gjentas på den mørkeste tida av året.

4.5 Utvidet bruk av varslingsystemet

Per i dag er det ingen teknologiske løsninger som vil hindre kollisjoner mellom tog og tamrein på norske jernbanestrekninger (Wagner et al., 2019, in press), spesielt ikke i et værhardt, arktisk klima. Redusert toghastighet vil kunne redusere antall dyrepåkjørsler (Kistler, 1998, Romer & Mosler-Berger, 2003, Mosler-Berger & Romer, 2003), og dette er også et tiltak som etterspørres av reineierne (Rolandsen et al., 2017). Wagner et al. (2019, in press) anbefaler elektroniske løsninger som involverer sanntids-varsling til lokførere, med senking av hastigheten og tilstrekkelig nedbremsingsdistanse som resultat.

Vi vurderer tilpasninger av vårt nye, elektroniske reinvarslingsystem til jernbanen som mulig. Ved å supplere alle mottakerne med SIM-kort, kan togfører (og også reineiere) motta et varsel per sms når rein med sender har aktivert en mottaker.

Et annet bruksområde for reinsenderne er identifikasjon av enkeltindivider. Siden hver sender har et unikt ID-nummer, er det mulig å kople dette til eier, alder på dyret, kjønn og annen individbasert informasjon. I framtida tror vi det kan være mulig å skanne hele reinflokker (som har øremerker eller klaver med reinsendere) ved å bruke en drone med mottaker montert på undersiden (Aspholm & Jørgensen, 2016).

5 Konklusjoner

Utprøvingen på E6 over Saltfjellet viste at det elektroniske reinvarslingssystemet «Animal Sense» har et lovende potensial. Ingen dyr, verken med eller uten sendere, ble påkjørt innenfor teststrekningen i løpet av testperiodene i 2018 og 2019. Det kreves imidlertid ytterligere forbedringer knyttet til driftssikkerheten for både sendere og mottakere.

Fartsmålingene som ble utført var ikke egnet for å dokumentere hvorvidt bilførerne reduserte hastigheten da de ble varslet om rein i veien.

Ved en ny utprøving må man sørge for at: 1) senderne oppgraderes med en mer stabil type mikrokontroller, 2) forsøksperioden dekker en lengre periode av mørketida og 3) fartsmålingene skjer innenfor teststrekningen.

Testing og dokumentering av driftssikkerheten til varslingssystemet over tid og i norsk vinterklima er viktig for at systemet skal kunne settes i større produksjon og kunne slippes på markedet.



Figur 8. Rein i veien er ikke et uvanlig syn på E6 over Saltfjellet.

Foto: Avis Nordland.

Litteratur

- Aspholm, P.E. & Jørgensen, G.H.M. (2016) Kobling av RFID teknologi og droner i reindrifta. *NIBIO rapport* vol 2, nr 102/2016, 15 sider.
- Bertwistle, J. (1999) The Effects of Reduced Speed Zones on Reducing Bighorn Sheep and Elk Collisions with Vehicles on the Yellowhead Highway in Jasper National Park. *In: Proceedings of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation*. Held in Missoula, MT, September 13 to 16, 1999, 727-735.
- Bomford, M. & O'Brien, P.H. (1990) Sonic deterrents in animal damage control: A review of device tests and effectiveness. *Wildlife Society Bulletin* 18, 411-422.
- Gunther, K.A., Biel, M.J. & Robison, H.L. (1998) Factors Influencing the Frequency of Road-killed Wildlife in Yellowstone National Park. *In: Proceedings of the International Conference on Wildlife Ecology and Transportation*. Held in Fort Myers, FL, February 9 to 12, 1998, 395-405.
- Hughes, W.E., Saremi, A.R. & Paniati, J.F. (1996) Vehicle-animal crashes: an increasing safety problem. *Institute of Transportation Engineers Journal* 66, 24-28.
- Huijser, M.P., McGowen, P.T., Camel, W., Hardy, A., Wright, P. & Clevenger, A.P. (2005) Animal vehicle crash mitigation using advanced technology. Phase I: review, design and implementation. *Technical Report* by the Western Transportation Institute, Montana State University, USA.
- Kistler, R. (1998) Wissenschaftliche Begleitung der Wildwarnanlagen Calstrom WWA - 12 - S. Juli 1995 - November 1997. *Schlussbericht*. Infodienst Wildbiologie and Ökologie. Zürich, Switzerland. (in German).
- Knapp, K., Yi, X., Oakasa, T., Thimm, W., Hudson, E. & Rathmann, C. (2004) Deer-vehicle crash countermeasure toolbox: a decision and choice resource. *Final report*. Report Number DVCIC – 02. Midwest Regional University Transportation Center. Deer-Vehicle Crash Information Clearinghouse. University of Wisconsin-Madison. Madison, WI, USA.
- Meisingset, E.L., Loe, L.E., Brekkum, Ø. & Mysterud, A. (2014) targeting mitigation efforts: The role of speed limit and road edge clearance for deer-vehicle collisions. *J. Wildlife Management*, 78, 679-688.
- Mosler-Berger, C. & Romer, J. (2003) Wildwarnsystem CALSTROM. *Wildbiologie* 3, 1 - 12. (in German).
- Rolandsen, C.M., Solberg, E.J., Van Moorter, B. & Strand, O. (2015) Dyrepåkjørsler på jernbanen i Norge 1991–2014. *NINA Rapport* 1145. (in Norwegian).
- Rolandsen, C.M., Langeland, K., Tømmervik, H., Hesjedal, A., Kjørstad, M. Van Moorter, B., Danielsen, I.E., Tveraa, T. & Solberg, E.J. (2017) Tamreinpåkjørsler på Nordlandsbanen. *NINA Rapport* 1326. (in Norwegian).
- Romer, J. & Mosler-Berger, C. (2003) Preventing wildlife - vehicle accidents. The animal detection system CALSTROM. *In: Proc. Infra Eco Network Europe (IENE) Conference* Brussels, Belgium.
- Seiler, A. (2005) Predicting locations of moose vehicle collisions in Sweden. *Journal of Applied Ecology*, 42, 371-382.
- Stanimirov, M., Mahaboob, S. & Staurem, E. (2018) *Handlingsplan for å redusere antall dyr påkjørt med tog 2018-2021*. Bane NOR, 2.ed., 1-33. (in Norwegian).

Wagner, G., Hansen, I., Eilertsen, S.M., Meisingseth, E., Jørgensen, G., Winje, E. & Bjørn, T.A. (in press) *Evaluering av teknologiske løsninger mot tamreinpåkørsel langs Bane NOR*. NIBIO rapport. 110 sider. (in Norwegian).

Nøkkelord:	Påkjørsel, beitedyr, trafikksikkerhet
Key words:	Roadkill, grazing animals, traffic safety



Figur 9. Slik kan et nytt, elektronisk varslingsystem for rein fungere.

Animasjon: Johannes Karlsson.

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 og et avdelingskontor i Oslo.