



NIBIO
NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI



VILTVARNING: Test av nya tekniska åtgärder för att minska antalet viltpåkörningar på järnväg

Sluttrapport til Interreg Sverige-Norge

Andreas Seiler, Aina Winsvold, Mattias Olsson, Svein Morten Eilertsen, Carolin Berndt



Interreg
Sverige-Norge
Europeiska regionala utvecklingsfonden



EUROPEISKA UNIONEN

Projektnamn	VILTVARNING: Test av nya tekniska åtgärder för att minska antalet vilt- påkörningar på järnväg
Författare	Andreas Seiler, SLU, https://orcid.org/0000-0002-1205-6146 Aina Winsvold, Ruralis – Institutt for rural- og regionalforskning Mattias Olsson, EnviroPlanning, https://orcid.org/0000-0001-5481-2045 Svein Morten Eilertsen, NIBIO, https://orcid.org/0000-0001-7778-0875 Carolin Berndt, SLU – Sveriges lantbruksuniversitet
Insatsområde	Innovativa Miljöer
Projektperiod	2021-03-01 till och med 2022-09-30
Svensk projektägare	Sveriges Lantbruksuniversitet 202100-2817
Norsk projektägare	Ruralis-Institutt for rural- og regional forskning 982890535
Utgivningsdatum	2022-11-30
Bilder	Författarna
ISBN	978-91-8046-785-8
DOI	https://doi.org/10.54612/a.7pbjcv25mc
Nyckelord	Viltpåkjørsler, viltolyckor, åtgärder, tilltag, järnväg, jernbane,

© 2022 Andreas Seiler, Aina Winsvold, Mattias Olsson, Svein Morten Eilertsen, Carolin Berndt

Innehållsfortegnelse

Figurliste	5
Tabelliste.....	6
Sammanfattning	7
Abstract	10
1 Bakgrunn.....	12
1.1 Trafik och djurpåkørninger	12
1.2 Åtgärder - tiltag.....	14
1.3 Prosjektet Viltvarsling	15
2 Mål.....	18
3 Resultater	20
3.1 Stationært system: MASS (motion activated scare system)	20
3.1.1 Metod for implementeringstester vid jærnvæg	22
3.1.2 Preliminære resultat av implementeringstester	26
Fördelning av olika arter	26
Flyktrespons	27
Flyktriktning	28
3.1.3 Slutsatser.....	30
3.2 Mobil viltavvæjning: DASS (driver activated scare system).....	31
3.2.1 Preliminære resultat DASS-studier, filmning från lok	32
Deteksjonsavstånd	33
Effekt av tyfonen.....	34
3.2.2 Slutsatser.....	35
3.3 Kommunikasjon og formidling.....	36
4 Førvæntede effekter	39
5 Prosjektorganisasjon	41
6 Indikatorer.....	43
7 Grenseoverskridende merverdi	46
7.1 Grensen som ressurs	46
7.2 Utnyttjande av kritisk massa	46
7.3 Överbryggande av gränshinder	47
8 De horisontella kriterierna	47

8.1	Bærekraftig utveckling	47
8.2	Jämställdhet mellan kvinnor och män	47
8.3	Lika möjligheter och icke-diskriminering	48
9	Informasjon og kommunikasjon	48
10	Forankring av prosjektets resultat og effekter	48
11	Aktiviteter och ekonomi	50
11.1	Aktiviteter	50
11.1.1	Järnvägsbaserad viltvarning	50
11.1.2	Tågbaserad viltvarning	50
11.1.3	Kommunikation & projektledning.....	51
11.2	Ekonomiskt resultat	52
12	Forslag og ideer	53
13	Referenser	54
	Tack.....	56
	Bilagor.....	57

Figurliste

Figur 1. vänster: Kadaver efter en renpåkörning i Nordland. Foto: Ole Henrik Fappfjell. Höger: Rester av en påkörd älg i fronten på ett X2000 lok. Foto: Jimmi Nilsson, SJ.	12
Figur 2. Statistik över rapporterade tågpåkörningar av vilda klövdjur i Sverige under 2011-2021 (genomdragen linje) Källa: Ofelia, Trafikverket; samt statistik över beräknade antal djurpåkörelser i Norge under 2012-2021 (sträckade linje) Källa: Hjorteviltregistret.	13
Figur 3. Påkörd grävling vid järnvägen i Bergslagen. Foto: Carolin Berndt.	13
Figur 4. Stängslad sträcka med faunapassager söder om Trollhättan. Foto: Mattias Olsson ..	14
Figur 5. Bild på en älg vid en saltsten och ett vildsvin vid ett tjärträd som aktiverade MASS enheten och exponerades för testljuden. Kameran i MASS enheten spelade in djurens reaktion på ljuden.	16
Figur 6. MASS- enheterna (höger) sitter längs järnvägen för att testa principerna för hur djur reagerar på skrämmande signaler vid järnvägen. Bilden till vänster visar en älg som flyr undan tåget i sista sekunden. Bilden är dock tagen med autokamera, innan MASS- enheterna placerades ut vid våra studieområden.	16
Figur 7. DASS-kameran (Driver Activated Scare System) monterade på frontrutan på ett tåg vid Kinnekullebanan nära Lidköping. Kameran är inte ansluten till en högtalare.	17
Figur 8. Montering av MASS enheter vid Nordlandsbanen.	19
Figur 9. Ny MASS3 enhet monterad på en kraftledningsstolpe bredvid järnvägen. Batteriet laddas med solcell (inte på bild).	21
Figur 10. MASS3-enhet med dubbla rörelsesensorer som aktiveras av ett rådjur. Bilden är tagen med en autokamera mitt emot MASS enheten. Rutan omkring rådjuret indikerar att den AI-baserade bildanalysen i Capture-plattformen har identifierat ett objekt som med 100% sannolikhet är ett rådjur.	23
Figur 11. Exempel på en elg som stopper på vei opp mot jernbanelinja når den aktiverer MASS enheten (övre bild). Når elgen hører lyden fra MASS-enheten (etter 2 sekunder, nedre bild) flyr den tillbaka in i skogen (i detta eksempel hørdes ett varselsignal (ringklocka) fra jernbaneovergang).	25
Figur 12. Exempel på djurens reaktion på ljud från MASS enheten: Vänster – älgar som skräms av ett röstmeddelande. Höger – hjortar som hör signalhornet men som till synes inte reagerar med flykt på ljudet.	25
Figur 13. Antal observationer av olika arters exponering till varningsljuden under fältförsöken Nov 2021 till Aug 2022 med MASS-enheter vid järnväg.	26
Figur 14. Ritning över klassificeringsschemat som användes vid analys av videoinspelningar. Djurens dominerande beteende klassades, sedan tolkades responsen i fyra responstyper och flyktens riktning relativt till järnvägen beskrevs.	27
Figur 15. Klövdjurens respons på olika ljudsignaler vid järnvägen.	28
Figur 16. Procentuell fördelning av olika responser inom varje ljud-kategori. Ex. vid 41 tillfällen utsattes klövdjur för människoröst, ca 57 % av dessa djur rörde sig bort från järnvägen enligt rörelseriktning 3, efter att de hört ljudsignalen.	29
Figur 17. DASS kameran monterade på framrutan i en bil och i förarkabinen vid ett tåg som står på Gjøvik stasjon, Norge. Filmer sparas på en USB-sticka som lokföraren tar med sig för att senare manuellt ladda upp videon till bildförvaltningsplattformen https://Capture.slu.se	31

Figur 18. Fördelning av olika arter och användning av tågets signalhorn vid filmning från lok.	33
Figur 19. Djur som stod uppe på järnvägen upptäcktes i medel på ett avstånd av ca 157 m. Djuren vid sidan av järnvägen upptäcktes först på något kortare avstånd.	33
Figur 20. Lokförarens möjlighet att upptäcka djur på spåret påverkas av de lokala förhållandena, ljuset och järnvägens kurvighet. Längre avstånd behövs, i synnerhet vid högre hastigheter, för att kunna varan djuren i tid.	34
Figur 21. Klövdjurens reaktion på tåget med och utan användning av signalhornet (tyfonen). I analysen användes endast observation på djur som befann sig inom spårområdet.....	34
Figur 22. Intervju av National Geographic vid en MASS station.....	36
Figur 23. Planskiss över pilotanläggningens läge, inom blå rektangel.....	40
Figur 24. Teststationen söder om Trollhättan anläggs som en faunapassage i plan, konmattor förhindrar att djur vandrar in mellan viltstängslen i faunapassagen. Skiss: EnviroPlanning	40
Figur 25. Projektledningen vid intervju med National Geographic i Norge.....	42

Tabelliste

Tabell 1. Sammanställning av de indikatorer som vi arbetat med under projektet.....	43
Tabell 2. Ekonomisk sammanställning från projektet	52

Sammanfattning

Viltolyckorna på järnväg har ökat stadigt de senaste åren – inte bara i Sverige och Norge utan även internationellt. För att minska de ekologiska och socioekonomiska effekterna behövs bättre åtgärder och nya åtgärdsstrategier. Stängsel och faunapassager har vanligtvis god effekt men är dyra lösningar som kan motiveras endast längs särskilt olycksdrabbade sträckor. De behöver därför kompletteras med åtgärder som ger skydd längs huvuddelen av järnvägsnätet.

Viltvarslingsprojektets centrala mål er att bidra till att skapa säkrare väg- och järnvägstransporter i Norden med en infrastruktur som är väl integrerat i landskapet så att naturliga processer och viktiga ekologiska tjänster kan bibehållas. Projektet är en gränsöverskridande satsning inom insatsområde Innovativa Miljöer der svenske og norske forskningsmiljøer sammen med berørta myndigheter, tågbolag, teknologiutviklere, samt andra relevanta aktörer utvikler og tester nye tekniske løsninger. Forskningen har lagt et godt grunnlag for å kunne videreutvikle de tekniske løsningene og gjøre dem mest mulig relevante for formålet å drive vilt bort fra jernbanesporene når toget skal passere. Flest mulige skal ha tilgang til kunnskapen som genereres i prosjektet og dette muliggjør kommersiell utvikling av slike tekniske systemer. Videre har vi bidratt til internasjonal kunnskapsproduksjon og kunnskapsutveksling innenfor problematikken rundt dyrepåkjørslar.

Dyrepåkjørslar både på veg og jernbane som involverer større pattedyr har økt betydelig i både Norge, Sverige og resten av Europa i løpet av de siste 40 år. Slike ulykker fører ofte til kostbare skader på kjøretøyet og at det påkjørte dyret påføres store skader eller dør. Ifølge det norske hjorteregisteret har nesten 64.000 større dyr blitt påkjørt på norske veier og jernbaner de siste fem årene. I underkant av 10 prosent av alle viltpåkjørslar skjer med tog. Mellan 4.000–6.000 påkörningar med vilda djur och ren har registrerats längs järnvägsnätet i Sverige per år under det senaste decenniet och trenden är ökande. Mörkertalet i statistiken är okänt men förväntas vara stort i både Norge och Sverige.

Metoderna bygger på att med utvalda akustiska signaler skapa en kontrollerad flyktrespons hos djuren när tåg skall passera, och därmed avvärja djuren från infrastrukturen när olycksrisken är som störst. Metoden ska kunna tillämpas där fysiska åtgärder som t ex viltstängsel eller viltpassager inte är möjliga eller där de traditionella åtgärderna behöver kompletteras. Åtgärdskonceptet inkluderar både en stationär lösning vid järnväg med mycket trafik och hög hastighet, och som en mobil lösning för tågfordon längs med järnvägen med mindre trafik och lägre hastighet. Resultaten kommer även att kunna tillämpas i andra sammanhang, t ex för att säkra öppningar i viltstängsel längs väg och vid tunnelmynningar.

Projektet utgör en plattform för gränsöverskridande forskning om viltvarning, och en grundförutsättning för att företag och myndigheter skall kunna tillämpa och utveckla metoder för att minska problematiken med viltpåkörning.

Projektet inkluderer tre arbeidspakker:

- AP1) Kontrollerade experiment med det stasjonære skremmesystemet «Motion Activated Scare System» (MASS) der vi undersøker dyrenes respons på ulike skræmsesignaler på platser längs järnväg.

I projektet har vi kunnat vidareutveckla både funktion och utformning av de tekniska enheterna som vi använder för att avvärja vilt från spåren. De stationära MASS-enheterna har använts vid totalt 29 platser längs järnväg. När MASS-enheterna spelade upp ljudet av en människoröst lämnade klövdjuren området där vi filmade i ca 88 % av fallen. Olika ljud från tåg och järnväg (Bell, Horn, Train) inducerar en något lägre flyktrespons, men trots allt avvärjs djuren i medeltal ca 65 % av tillfällena med dessa ljudtyper. Den vanligaste rörelseriktningen (ca 57 %) var att djuren rörde sig bort från järnvägen efter att de skrämts, medan en lägre andel (ca 22 %) rörde sig mot och över järnvägen.

- AP2) Framtagning och test av mobil skrämseenhet «Driver Activated Scare System» (DASS) som er installert innenfor frontruten på ulike togsett og aktiveres av togførere når vedkommende ser dyr på/ved jernbanelinja.

I pilotstudien anvende vi DASS-enheter for å utforske hur klövvilt, särskilt rådjur (*Capreolus capreolus*) och älg (*Alces alces*) reagerar på mötande tåg. Interaktionerna analyserades både ur djurens perspektiv (deras beteende, hur de flydde från tåget etc.) och lokförarnas möjligheter att se djuren från tåghytten (detektionsavstånd). Siden mars 2022 har slike enheter vært i bruk langs Nordlands- og Rørosbanen i Norge. I juni ble DASS-enheter tatt i bruk langs Gjøvikbanen. I tillegg har togførere filmet Kinnekullebanan i Sverige siden slutten av april 2022. Totalt ble det filmet vilt i 192 tilfeller med DASS-enhetene. Totalt ble det registrert 460 individer. Dovhjort (N=230) var den absolutt vanligste arten i forsøkene, etterfulgt av rådyr (N=100). Elg ble registrert på 5 filmer, og kronhjort i 8 filmer. I filmene fra togførerne kunne vi oppdage dyr som sto oppe på selve banelegemet i gjennomsnitt 157 meter fra toget vilket är mycket nära för att ge tillräckligt tid åt både lokförare och djuret att reagera.

På grund av försenade tillstånd i arbete med högtalare samt ej tillräckliga tekniska lösningar kunde vi inte montera en högtalare utanpå tåget för att spela upp varningsljud för tester. Istället fokuserade vi på att studera effekten av befintliga alternativ för signalering. Studien kommer att fortsätta under nästa år och arbetet med att hitta en lämplig högtalarlösning pågår.

- AP3) Kommunikasjon og prosjektledelse.

En bra kommunikation och samverkan med berörda myndigheter, företag och intresseorganisationer är en grundförutsättning när praktiska åtgärder ska utvecklas och implementeras. Viltvarslingsprosjektet inkluderer mange aktører og samarbeidspartnere, både faglige og praktiske, nasjonalt og internasjonalt. Blant allmennheten og blant togaktørene har det i lang tid vært opprørhet og fortvilelse over det store antallet dyr som hvert år dør i kollisjoner med tog og på vei. Det har derfor skapt stor medial interesse når vi nå har begynt å få forskningsresultater som kan bidra til å minske påkjørlene, det vil si både redusering av dyrelidelsene og skadene på togene. I løpet av prosjektiden med Interreg har det vært en meget hektisk periode med mye media-dekning og kommunikasjon utad om viltprosjektet. Det har vært et 30-talls nyhetsoppslag om prosjektet i nasjonale og lokale norske og svenske aviser.

Samtidig har projektet varit i kontakt med företag och myndigheter i frågor gällande tillämpningen av systemen och hjälp vid experimenten. Det på går flera parallella studer kring järnvägssäkerhet som har beröring till viltvarningsprojektet och där synergier kan tas till vara.

Även internationellt bedrivs jämförbar forskning som vi har etablerat ett utbyte med och söker nya samarbetsformer.

Våra studier visar hittills att det är mycket sannolikt att ett varningssystem som bygger på akustiska signaler, främst den mänskliga rösten, kan vara kostnadseffektiva åtgärder mot djurpåkörningar på järnväg. En kommersiell, järnvägsbaserad lösning anses vara mycket möjlig. För att nå fram till en tågbasead lösning däremot behövs fortsatta studier och vidare teknisk utveckling. Vi söker därför för nya medel under 2023-2024 för att kunna driva utvecklingen fram mot implementering och konkreta demonstrationsprojekt.



Abstract

Wildlife accidents on railways have increased steadily in recent years - not only in Sweden and Norway but also internationally. To reduce the ecological and socio-economic effects, better mitigation measures and new mitigation strategies are needed. Fences and fauna passages usually have a good effect but are expensive measures that can be justified only along particularly accident-prone sections. They therefore need to be supplemented by measures that can provide protection along major part of the railway networks.

This project aims at developing a non-invasive, nature-based solution that influences animal movements and behavior to prevent accidents. We use acoustic signals to create a controlled flight response by the animals prior to the arrival of the train, thus warding off animals from the rail corridor when the risk of accidents is imminent. This shall be achieved both with an infrastructure-based solution and a complementary vehicle-based solution, as the responsibility for avoiding collisions is shared between railway managers and train operators. Yet, the results may also be applicable in other contexts, for example to secure fence openings or tunnel entrances.

The project includes three separate work packages:

WP1: Experiments with a stationary system, i.e., a "Motion Activated Scare System" (MASS), in which we examine animal responses to different sounds at selected locations along railways.

In this work package, we further developed both function and design of the technical units from their original concept. MASS units, when triggered by an animal, display a preprogrammed sound while recording the animals' responses on video. So far, we have installed 29 MASS units along selected railways in Sweden and Norway and run experiments with primarily train and railway originated sounds as well as human voices to ward off animals from tracks. The study is still ongoing, but our preliminary results are in concordance with previous studies indicating that the human voice is the most effective signal, inducing a flight response in 88% of the trials, compared to railway bell, train horn, and train sound that on average repel animals in about 65% of the observed cases. Hence, we conclude that a simple voice message may indeed be a sufficient signal to temporarily keep animals off the track. Further data is required, and we recommend validation with a train-activated device before developing a commercial system.

WP2: Development of a mobile scaring device "Driver Activated Scare System" (DASS), which is installed in trains and can be activated by drivers when animals are detected at the tracks.

In the pilot-study, we used DASS-units to explore how ungulates, especially roe deer (*Capreolus capreolus*) and moose (*Alces alces*) react to oncoming trains. The interactions were analyzed both from the animals' perspective (their behavior, how they escaped from the train, etc.) and the train drivers' opportunities to see the animals from the train cabin (detection distance). During 2022, such units have been in use along the Nordlands, Gjøvik and Røros railways in Norway. In addition, train drivers have been filming the

Kinneullebanan in Sweden. In total, wildlife was filmed in 192 cases with the DASS units and a total of 460 individuals were registered. Fallow deer (N=230) was by far the most common species in the experiments, followed by roe deer (N=100). Moose was recorded on 5 occasions, and red deer at 8 occasions. In the films from the train drivers, we were able to locate animals that stood at the track at an average of 157 meters from the train. This may often be not offer sufficient time for the driver and the animal to respond properly.

Due to a delay in the permit and a lack of technical solutions, we were not able to mount a speaker outside the train and display warning sounds for testing. Instead, we focused our efforts on studying the effect of already available options for signaling. The study will continue during the next year to obtain sufficiently many observations for statistical analysis.

WP3) Communication and project management.

Good communication and cooperation with authorities, companies and other stakeholders is a basic prerequisite when practical measures are to be developed and implemented. The wildlife warning project involves many actors and partners, both academic and practical, nationally and internationally. Among the general public and among train operators, there has long been despair over the large number of animals that die each year in collisions with trains and vehicles. Thus, there has been an intense media interest as we have now can present preliminary results that can contribute to reducing collisions. During the project period with Interreg, there has been around 30 news reports about the project.

At the same time, we have been in contact with companies and authorities in matters concerning the application of the systems and to get practical help with the experiments. There are several parallel studies ongoing regarding railway safety that have a bearing on the wildlife warning project and offer synergies concerning technique and implementation. Comparable research is also conducted internationally, with which we have established exchange and are looking for new forms for collaboration.

Our studies so far show that it is very likely that a warning system based on acoustic signals, mainly the human voice, can be a cost-effective measure against animal-train collisions on railways. A commercial, rail-based solution is considered very possible and may be available within a few years already. A train-based solution, however, requires further studies and technical development to allow both the testing of repelling sounds and the full integration of an accident prevention approach in train safety systems. We are therefore looking for new funds in 2023-2024 to be able to drive development forward, towards implementation and concrete demonstration projects.

1 Bakgrunn

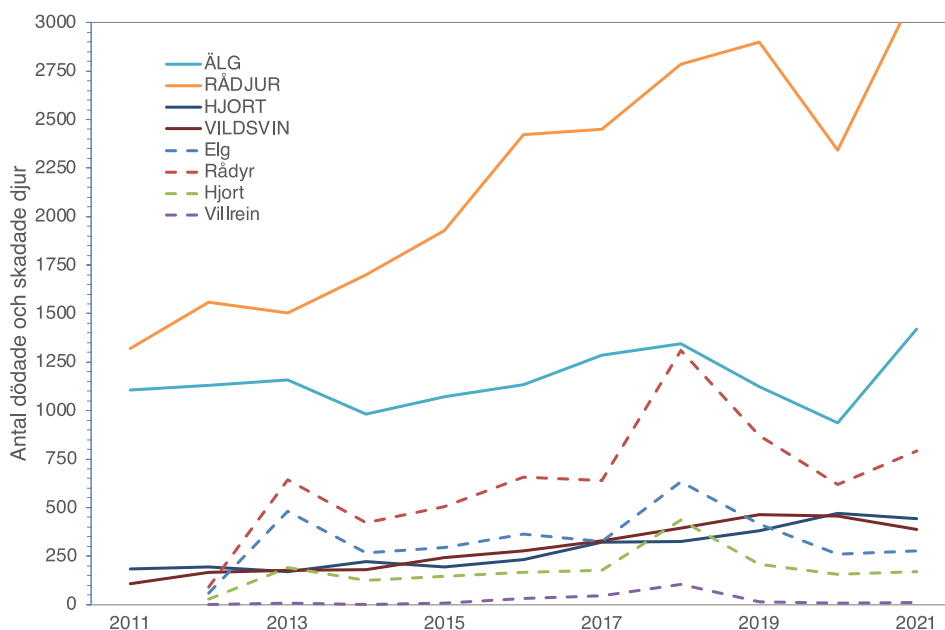
1.1 Trafik og djurpåkørningar

Dyrepåkørsler både på veg og jernbane som involverer større pattedyr har økt betydelig i Skandinavien og resten av Europa i løpet av de siste 40 år. Slike ulykker fører ofte til kostbare skader på kjøretøyet, forseningar i tågtrafik og inte minst lidande og død hos vilda djur. Ifølge det norske hjorteregisteret har nesten 64.000 større dyr blitt påkjørt på norske veier og jernbaner de siste fem årene. I Sverige registrerades runt 330.000 klöviltpåkörelser under samma period (Viltolycksrådet och Trafikverket). Cirka 8% av dessa olyckor sker på järnväg i bägge länder men påkörningsfrekvensen per km järnväg är högre än på vägnätet (Seiler et al. 2011). Djurpåkørningar utgör en betydande del i alla felrapporter från lokförare och dominerar även polisens statistik för vägtrafikolyckor.

Samhällskostnaderna för djurpåkørningar med tog på grund av reparationer och förseningstider har uppskattats i Sverige till omkring 1.5 miljarder kronor (år 2014; Seiler, et al. 2014). I Norge har man ikke gjort beregninger av det totale beløpet for samfunnskostnadene. Kostnaderna förväntas att öka i och med att fordonsparken uppgraderas till modernare och mer känsliga tåg som dessutom körs med högre hastighet. Därutöver brukes mye lokale ressurser til ettersøk etter dyrepåkørsler. Viltförvaltningen, men i synnerhet rennæringen är svært drabbade av påkörningar på både väg og jernvæg, og sträckorna som behöver åtgärdas är oerhört långa.



Figur 1. vänster: Kadaver efter en renpåkørning i Nordland. Foto: Ole Henrik Fappfjell. Höger: Rester av en påkörd älg i fronten på ett X2000 lok. Foto: Jimmi Nilsson, SJ.



Figur 2. Statistik över rapporterade tågpåkörningar av vilda klövdjur i Sverige under 2011-2021 (genomdragen linje) Källa: Ofelia, Trafikverket; samt statistik över beräknade antal djurpåkörelser i Norge under 2012-2021 (sträckade linje) Källa: Hjorteviltregistret.

Mörkertalet i statistiken är okänt men förväntas vara stort, särskilt för mindre- och medelstora djur (Seiler et al. 2016). Därtill kommer renpåkörningar som med runt 2.000 fall per år och många fler dödade individer (Figur 2) skapar påtagliga ekonomiska förluster för rennäringsen. Sommertopp så medförer dyrepåkörningar stora dyrelidelser, samt död hos många, även rödlistade arter och står därmed i konflikt med europeiska miljödirektiv och med norsk-svenska transportpolitiska och miljö kvalitetsmål.



Figur 3. Påkörd grävling vid järnvägen i Bergslagen. Foto: Carolin Berndt.

1.2 Åtgärder - tiltag

Internasjonalt så er det en god del forskning som undersøker hvordan man kan begrense dyrepåkjørsler, og få en bedre harmoni mellom infrastruktur og dyrs rørelser i sine habitat. Samtidig viser forskningen at det er mange utfordringer, og at det i dag er få tiltak som virkelig er effektive for å forhindre togpåkjørsler av hjortedyr samt finne de mest optimale løsningene for de ulike dyrene uten å stenge dem ute fra sine naturlige habitat. I utgangspunktet er det i prinsippet kun viltgjerder, broer eller porter til dyrene (Borda-de-Água et al., 2017; Huijser & McGowen, 2010). Frem til nå vært det relativt få tekniske tiltak som er vitenskapelig testet, og disse har man funnet at har begrenset relevans for skandinaviske forhold og fauna (Wagner et.al. 2019).

De mest brukte tiltakene, som vegetasjonsrydding langs jernbanen og oppsetting av gjerder gir varierende resultat, kan være svært kostbare og har ofte flere uheldige konsekvenser (Lindstrøm, 2016; Rolandsen et al., 2015; Sivertsen et al., 2010). Gjerder kan være et godt tiltak på særlig belastede strekninger, samtidig vil stängsel fungera tillfredstillande enbart når det kombineras med faunabroar eller-portar dit djurens leds och kan hitta en säker passagemöjlighet (Seiler, et al. 2016, Swedish Transport Administration 2015). Det är dock orimligt att stängsla in alla järnvägar mot vilda djur och även om långa sträckor nu förses med personskyddsstängsel nära tätorter, så förväntas en snabb ökning i antalet djurpåkörningar under kommande år. Det behövs därför nya och kostnadseffektiva lösningar för problemet.



Figur 4. Stängslad sträcka med faunapassager söder om Trollhättan. Foto: Mattias Olsson

I tidligere studier har man sett at tradisjonelle «fløytesignaler» fra togets egen «horn» har liten virkning på hjortedyr. Dyrene har ingen naturlig forhold til disse lydene som bl.a. brukes når toget nærmer seg planoverganger. Langs enkelte strekninger (eksempelvis Rørosbanen) lyder togfløyten gjennom terrenget i Østerdalen flere ganger i løpet av ganske korte strekninger.

Dermed hører viltet denne fløytelyden gjentatte ganger om dagen uten at de assosierer dette med fare. Dermed finns risk att viltet tilvennes (habitueres) til denne lyden og viser ingen form for fluktrespons når de hører fløytesignalet. Noen studier har vist at avværjningskonsept som bygger på att skrämma djuren från området med hjälp av naturliga ljud har hatt positiva resultat (Babińska-Werka et al. 2015, Larsson Kråik 2005, Mertens et al. 2014, Shimura, et al. 2015, Shimura et al. 2018, Werka and Wasilewski 2009). Denne kunnskapen ble tatt videre i prosjektet Viltvarsling.

1.3 Prosjektet Viltvarsling

Viltvarslingsprosjektet har sitt utgangspunkt i det svenske prosjektet ‘Viltsäker Järnväg’ som ble initierad redan i 2012 genom samverkan mellom Trafikverket, SJ, SLU och EnviroPlanning AB. Det ble så lagt en plan för att utveckla och testa innovativa förslag på viltavværjande åtgärder på utpekade olyckshotspots (Olsson and Seiler 2015).

För att studera effekten av ljudsignaler på djur började vi 2018 utveckla en experimentell, programmerbar och rörelseaktiverad ”skrämselenhet” (Motion Activated Scare System, MASS) i samarbeite med KTH och senere med ett privat företag (Huntrap AB).

I Norge ble det i 2019 opprettet en forskergruppe med forskere fra Ruralis, NIBIO, og HINN som ønsket å studere teknologiske løsninger rundt problematikken viltpåkjørsler. Det ble så opprettet et grenseoverskridende samarbeid både faglig og i utvikling av teknisk utstyr. Innenfor denne svensk-norske prosjektgruppen ble det også etablert felles analyseverktøy og felles tilgang til innsamlet datamateriale. Vi så store fordeler i å komplettere hverandre både faglig og fordi vi har ulik topografi og fauna samt ulikt klima. Det ble i tillegg opprettet en faggruppe på norsk side, som kunne komplettere den allerede opprettede svenske faggruppen. Det norske prosjektet ble i den første fasen (2020-21) finansiert av Bane NOR og Jernbanedirektoratet.

Gemensamt tog vi fram en ny variant av MASS-enheter i samarbeite NTNU i Norge til å bli en fleksibel teknisk løsning med öppen källkod och lätt tillgängliga komponenter. Denna variant utveklades vidare i samarbeite med Sweco och Flox Robotics till ett system som vi sedan kunde producera själva i större antal. Samtidigt tog vi fram en mobil enhet som ska placeras i förarkabinen på tåget och aktiveras av lokførere fra togene (Driver Activated Scaring System, DASS). Både MASS- og DASS-enhetene bygger på samma enkortsdatorteknik (Raspberry Pi) och kombinerar kamerafunktion med en utgång för ljud- och ljussignaler. Utrustningen är forskningsorienterad och endast utformad för att i experiment utreda vilka av de utvalda signalerna har störst effekt på djuren.

Initialt använde vi MASS enheterna på elg, rådyr, villsvin og hjort vid saltstenar, tjärträd och utfodringsplatter ved svenske Grimsö forskningsstation (SLU) og ved föringsplasser i Østerdalen i Norge (se Figur 5). Vi sammenlignet “ikke-farlige” naturlige lyder som fuglelyder med potensielt skremmende lyder som hundebjeff og menneskestemmer. Forskningen visade att den mänskliga rösten uppfattades som mest skrämmande av alla arter och att ledde till flykt i opp till 80% av fallen. Hundskall och andra naturlige ljud skapade förhöjd oppmärksamhet men ledde endast sällan till flykt.

Dessa initiala studier presenterades på internationella konferenser (IENE 2020, 2022), ledde fram till Mastersarbeten vid SLU ([Denice Lodnert 2020](#)) och NMBU ([Petter Almaas 2021](#)), ett studentarbete vid SLU och Universitet Bayreuth, Tyskland (Shannon Douglas 2020), samt en Nibiorapport (Eilertsen et al., 2021). Den första vetenskapliga publikation har precis publicerats (Bhardwaj, Lodnert, et al., 2022).



Figur 5. Bild på en älg vid en saltsten och ett vildsvin vid ett tjärträd som aktiverade MASS enheten och exponerades för testljuden. Kameran i MASS enheten spelade in djurens reaktion på ljuden.

I projektets andra fase tok vi i bruk kunskapen vi hadde fått om dyrenes atferd fra salt- og fôringsplasser og flyttet forsøkene til feltlokaliteter langs jernbanelinjene for att testa effekten i korrekt infrastrukturmiljø og kontekst. Här krävdes nya uppdateringar av MASS enheterna för att fungera korrekt under de mer krävande förhållandena i järnvägsmiljön. Till exempel utgjorde strömförsörjningen och sensorerna extra utmaningar för att minska antalet fellarm vid passerande tåg. Sedan våren 2022 var alla enheter försedda med samma avancerade rörelsesensor samt kopplade till solceller och större batterier (Figur 6).



Figur 6. MASS- enheterna (höger) sitter längs järnvägen för att testa principerna för hur djur reagerar på skrämmande signaler vid järnvägen. Bilden till vänster visar en älg som flyr undan tåget i sista sekunden. Bilden är dock tagen med autokamera, innan MASS-enheterna placerades ut vid våra studieområden.

Parallellt arbetade vi tillsammans med Norske Tog och SJ för att utrusta lokförare med våra egentillverkade DASS kameror och kommersiella autokameror (Figur 7). Vi utvecklade nya säkerhetsrutiner för handhavande av enheterna ([SJM 113, 2022](#)), skapade nya rutiner för bildöverföring och lagring på bildförvaltningsplattformen Capture.slu.se och började slutligen filma längs utvalda sträckor. Resultat från vår tidigare videostudie med lokförare (Bhardwaj, Olsson, et al., 2022) antydde att djuren i första hand verkar upptäcka tåget akustiskt och att även användning av tågets tyfon kan ha en viss effekt på flyktavståndet. Vår målsättning var därför att testa olika ljudsignaler för att utreda vilket ljud som bäst uppmärksammar djuren på det ankommande tåget. Tyvärr har vi dock inte funnit en teknisk lösning eller fått ett tillstånd för att montera en högtalare på loken. Trots uttryckt intresset från tågoperatörerna att genomföra studien har denna tekniska detalj visat sig vara en större utmaning än tänkt. Det blev tydligt att ett djupare samarbete mellan tekniske fagmiljöer, -entreprenörer, togoperatörer och togproducenter är nödvändigt för att finna en tillämplig lösning som möjliggör genomförandet av experimenten under projektets nya faser (2023-2024).

Vi valde därför ett annat angreppssätt och började studera geografiska samband mellan påkörningsstatistiken och förekomst av befintliga ljudkällor längs järnvägen som teoretiskt skulle kunna varna djuren för annalkande tåg. Dessa ljudkällor är t ex övergångsställen med ljudsignalering (ringklocka vid bom) och ljudvarningsskyltar (lokförare ska varna med tyfon) vid obebakade järnvägsövergångar. Detta arbete är ännu pågående och ingår i ett Mastersarbete vid SLU och Embu University i Kenya (Dennis Akama).



Figur 7. DASS-kameran (Driver Activated Scare System) monterade på frontrutan på ett tåg vid Kinnekullebanan nära Lidköping. Kameran är inte ansluten till en högtalare.

2 Mål

Prosjektets sentrale **effekt mål** er å skape tryggere vei- og jernbanetransport i Norden med en infrastruktur som er godt integrert i landskapet slik at naturlige og økologiske prosesser kan opprettholdes. For å nå det sentrale målet er et viktig mål å redusere antallet påkjørsler av ville dyr og dermed redusere dyrelidelser, relaterte samfunnskostnader og minske konfliktene mellom trafikk, naturvern, naturforvaltning og reindriftsnæringen. Et annet viktig effekt mål har vært å legge et grunnlag for teknologiutvikling innenfor problematikken rundt dyrepåkjørsler.

Prosjektets overgripende delmål:

- Att bidra till en minskning av djurpåkörningar med framförallt klövdjur
- Forbedre kunnskap om dyrekollisjoner og forebyggende tiltak
- Tilby handlingsalternativer med høyere kostnadseffektivitet sammenlignet med eksempelvis langsgående gjerder

Innenfor selve prosjektet har **hovedhensikten** vært å:

Undersøke om det er mulig å skape en rask, og om mulig retningsstyrt fluktreaksjon der dyrene forlater jernbanelinjene for å søke ly mens toget passerer. Vi har ønsket å unngå at dyrene flykter i panikk, dels for å unngå risikoen for at de flyr i feil retning (gjennom en gjerdeåpning eller over jernbanen), og dels for å gi dyrene muligheten til å knytte varselyden til tog eller kjøretøy som passerer stedet kort tid etter varselet. På denne måten har vi tenkt at dyrene kan sensibiliseres, det vil si at de lærer å koble varselsignalene med toget.

Oppsummerte **Resultatmål**:

- Utvikle og teste teknikprinsipper som kan brukes til formålet
- Teste hvordan teknikken og bruk av lydene fungerer overfor hjortedyr i skandinavisk klima og i ulike topografi
- Formidle den ervervede kunnskapen / resultatene ut til myndigheter, foretak og allmänhet for at bedrifter skal kunne videreutvikle og skape relevante produkter

Prosjektet skal gi et vitenskapelig grunnlag om bruk av lyd og lys kan forebygga dyrepåkjørsler langs jernbanelinjene under skandinaviske förhållanden. För att testa detta behövde vi ta fram experimentella viltvarselsystem som också kan ligga till grund för den tekniska vidareutvecklingen inför en kommersialisering. Hvis viltvarsling viser seg å ha dokumentert ønskelig effekt så vil markedet for dette produktet være stort, både i Skandinavia og globalt. Samtidig så vi også en omfattende mulighet for økoinnovasjon i forbindelse med kommersiell rigging ved gjerdeinnganger og tunnelåpninger.



Figur 8. Montering av MASS enheter vid Rørosbanen.

Målgrupper for prosjektet:

- Togselskaper, materiellansvarlige og jernbanedriftere på begge sider av grensen som vil få mindre materiale ødelagt, bedre omdømme og unngå forsinkelser.
- Regionale og nasjonale bedrifter som vil få tilgang til forskningsbasert kunnskap for å videreutvikle kommersielle løsninger.
- Interesseorganisasjoner, grunneiere og lokalsamfunn vil få en bedre viltstamme som de kan forvalte etter biologiske prinsipper (rettet avskyting), og de vil få færre svært belastende viltsøk etter påkjørsler.
- Myndigheter og politikere med ansvar for transport, miljø og sikkerhet vil få økt kredibilitet.
- Nasjonale og internasjonale forskere som jobber med samme problematikk, vil kunne basere sin videre forskning på kunnskapen og de experimentelle teknikkene som vi har utviklet fram i prosjektet.
- Andre aktører, som eksempelvis Vegvesenet og vegansvarlige i Trafikverket, vil få mer kunnskap om hvilke tiltak som fungerer og ansees som trygge i myndigheternas verktøyslåda för att minska antalet vilt påkjørningar.

Flere av de som nevnes her er redan involverade i de etablerte faggruppene i Norge og Sverige.

3 Resultater

Vi arbetade med två kompletterande åtgärdskoncept:

- 1) järnvägsbaserad, stationär viltvarning (för infrastrukturägare, myndigheter)
- 2) tågoperatör, mobil viltvarning (för tågoperatörer och fordonsindustrin).

Dessa två koncept återspeglades i projektets arbetspaket 1 och 2. Ett tredje arbetspaket omfattade kommunikation, samverkan och projektledning.

AP1: Stationära viltavvärjande system som infrastrukturägare, myndigheter skall kunna använda för att komplettera eller t o m ersätta stängsel och kostnadsdrivande viltpassager. Det finns idag ett stort tryck på Trafikverket och Bane NOR att sätta viltstängsel även på många järnvägssträckor, för att minska antalet påkörningar. I ett föränderligt landskap kan det dock ibland vara omotiverat att anlägga en dyr konstruktion som bro/port för djuren samtidigt som djurens rörelsemöjligheter behöver bibehållas trots stängsel. Att använda viltavvärjande teknik i faunapassager i plan kan vara ett kostnadseffektivt alternativ.

AP2: Mobila, tågoperatör, viltavvärjande system som ska ge tågoperatörer och fordonsindustrin en handlingsmöjlighet för att minska viltpåkörningar på järnväg i synnerhet där stationära system är ej installerade. I det sammanhanget är viltavvärjande från tåget en nödvändig komplettering till infrastrukturbaserade åtgärder.

AP3: Kommunikation och samverkan med företag och avsnittare är essentiell för implementering av nya åtgärder. Även utvecklingen av testutrustning visade sig vara i hög grad beroende av ett brett samarbete med intresseägarna. Forskningen skulle lägga ett god grund för att kunna vidareutveckla och kommersialisera de tekniska lösningarna. Öppenhet och kommunikation runt resultatena optimaliserar arbetet med att finna de bästa lösningarna för problematiken.

3.1 Stationärt system: MASS (motion activated scare system)

Utvecklingen av MASS enheten grundar sig i principer som togs fram 2017/18 och som även finns använda i liknande forskningsutrustning (Suraci et al., 2017). Principen är enkel: när djur detekteras av en rörelsesensor aktiveras den en videokamera och, med viss fördröjning, en MP3-spelare som spelar upp utvalda ljud enligt ett programmerbart schema. Kameran spelar in djurens reaktioner på film där responsen kan analyseras i efterhand. Egenskaper som val av ljud vid olika tidpunkter under dygnet, längd i fördröjningen mellan video och ljud osv måste kunna modifieras för att stämma in på det experimentella upplägget. Ett sådant system fanns inte att tillgå varför vi var tvungna att utveckla vår egen tekniska lösning. Första utvecklingsförsök gjordes i samarbete med KTH, Sverige våren 2018, men det var först vintern 2019 när företaget Hunttrap och norska NTNU lyckades bygga två olika fungerande system. Dessa enheter användes i de första kontrollerade försöken vid foderplatser i Øster- og Imsdalen vintrene 2020 og 2021, och vid saltstenar, foderplatser och tjärträd vid Grimsö

forskningsstation under 2020 ([Denice Lodnert 2020](#), [Petter Almaas 2021](#), Eilertsen et al. 2021, Bhardwaj et al. 2022).

När fler MASS enheter skulle tillverkas i större antal för att flyttas till järnvägen fanns varken material eller personal tillgänglig för detta arbete (en effekt av COVID-19). Dessutom behövdes tekniska uppdateringar för att systemen skulle ge färre fallarm, kunna vara operativa under längre tid och samtidigt motstå den krävande järnvägs miljön. Baserad på NTNUs tekniska lösning med Raspberry Pi enkorts datorer och tillgängliga elektroniska komponenter utvecklade vi nya enheter (MASS3) som vi själva kunde bygga ihop och därmed tillverka nya enheter i den omfattning som vi behövde i både Norge och Sverige. Detta gjordes i samarbete med Sweco och Flox Robotics samt EikLAB (studentbedrift ved NMBU). Bygganvisningen och programkoden för den nya MASS3 versionen kommer att publiceras (se bilaga 2).



Figur 9. Ny MASS3 enhet monterad på en kraftledningsstolpe bredvid järnvägen. Batteriet laddas med solcell (inte på bild).

3.1.1 Metod för implementeringstester vid järnväg

MASS-enheterna placerades vid kanten av järnvägens säkerhetszon med rörelsesensorerna riktade längs med järnvägen. Uppsättningen av MASS-enheter möjliggjorde detektering av de djur som korsade spåret eller rörde sig i omedelbar närhet till järnvägen, samtidigt som enheterna inte aktiverades av tåg. Totalt har MASS-enheter använts vid 29 platser längs järnväg, enligt bilaga 1.

MASS-enheterna startade filmningen av djuren direkt när djuren detekterades. Några sekunder efter detektion spelades ljudfilen upp (i medel var det 3,4 sekunder mellan filmens start och ljudsignalen). Ljudfilen spelades upp under 10 sekunder med en volym på ca 60 dBA vid 1 m avstånd. Detta motsvarar en normal till något hög samtalston. Efter att ljudfilen hade spelats färdigt fortsatte enheten att filma under ca 15 sekunder till. Den sammanlagda filmen var alltså på ca 30 sekunder i längd.

Under studien användes flera olika ljudsignaler som grupperas i 3 kategorier:

- Människoröst: 18 olika ljudfiler av människoröster användes (3 män och 3 kvinnor, med tre olika textmeddelanden).
- Järnvägssignaler: 6 olika ringsignaler från plankorsningar (den ringklocka som ljuder när tåget är på inkommande till en planpassage för järnväg).
- Signalhorn: 6 olika ljud från tågets tyfon (som ljuder när tåget passerar en ljudvarningsskylt framför obevakade plankorsningar).
- Tågljudet: 4 olika versioner av ljudet från ett annalkande tåg (främst ljudet från hjulen på rälsen).
- Kontrolljud: Tom ljudfil (inget ljud) som användes som kontroll.



Figur 10. MASS3-enhet med dubbla rörelsesensorer som aktiveras av ett rådjur. Bilden är tagen med en autokamera mitt emot MASS enheten. Rutan omkring rådjuret indikerar att den AI-baserade bildanalysen i Capture-plattformen har identifierat ett objekt som med 100% sannolikhet är ett rådjur.



När vilket ljud spelades upp bestämdes av en slumpgenerator. Ljuden valdes ut för att:

- Ljudet från en människoröst hade störst effekt på djurens flyktrespons i de initiala kontrollstudierna vid foderplatser (Bhardwaj, Lodnert et al 2022)
- Ljud från tågets tyfon hade en viss om än liten effekt på rådjur i vår filmningsstudie med lokförare (Bhardwaj, Olsson et al 2022)
- Ljud från tåget och från ringklockan vid järnvägsövergångar i plan är något som djuren brukar höra vid järnvägen och sambandet mellan dessa ljud och olycksfrekvensen studeras i den än pågående geografiska analysen.

Alla videoinspelningar från enheternas minneskort lades upp på Trafikverkets och SLUs gemensamma bildförvaltningsplattform <https://Capture.slu.se>. Där avpersonifierades bilder som innehåller människor och bilden analyseras av en AI för att klassificera djurarten (se

Figur 10).





Figur 11. Exempel på en elg som stopper på vei opp mot jernbanelinja når den aktiverer MASS enheten (övre bild). Når elgen hører lyden fra MASS-enheten (etter 2 sekunder, nedre bild) flyr den tilbake in i skogen (i dette eksempel hørdes ett varselsignal (ringklocka) fra jernbaneovergang).



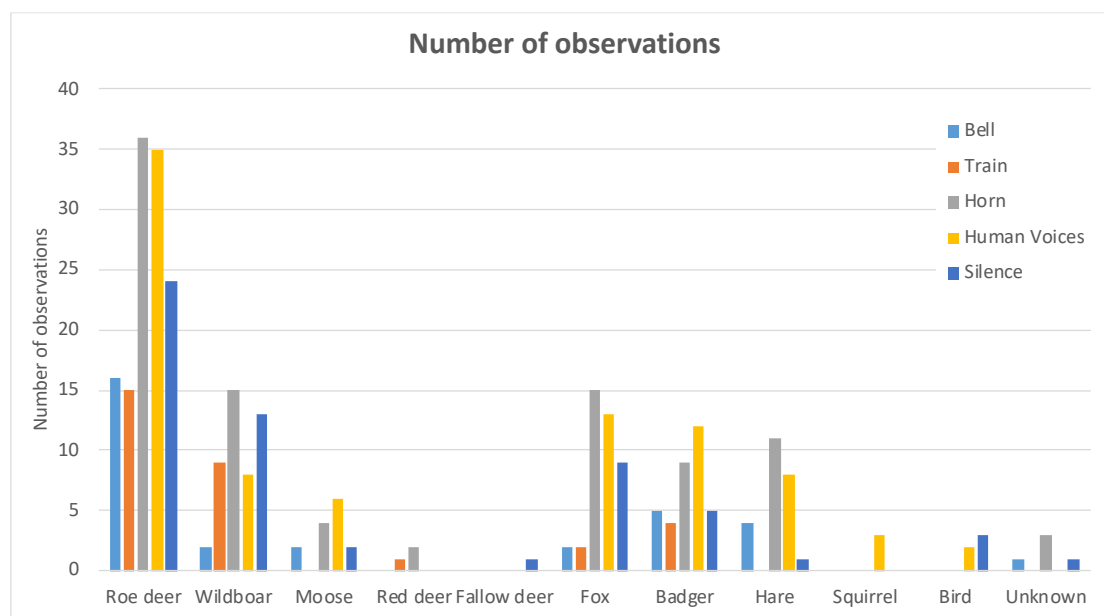
Figur 12. Exempel på djurens reaktion på ljud från MASS enheten: Vänster – älgar som skräms av ett röstmeddelande. Höger – hjortar som hör signalhornet men som till synes inte reagerar med flykt på ljudet.

3.1.2 Preliminära resultat av implementeringstester

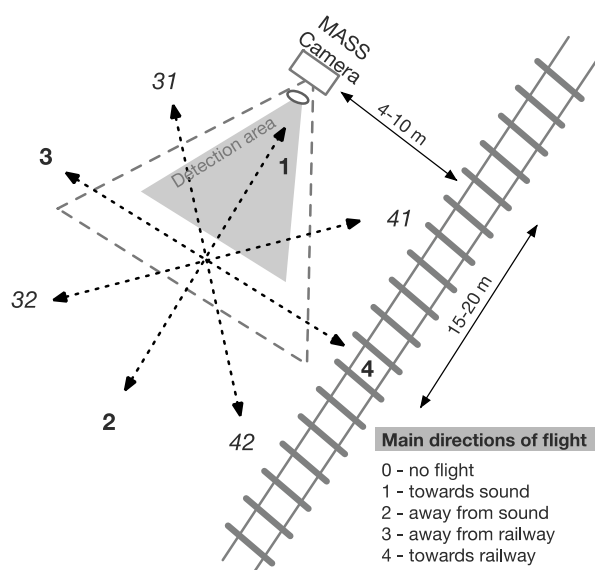
Totalt har vi i Sverige och Norge gemensamt samlat in data från 29 platser längs järnväg under perioden 20211106 – 20220817. Försöken fortsätter även efter projektiden. Nedanstående resultat är därför endast preliminära och det är för tidigt för att dra slutsatser om ljudens effekt på olycksrisken. (Se bilaga för fördelning av studieplatser per land och bansträckning).

Fördelning av olika arter

Totalt filmades vilda däggdjur vid 295 tillfällen av våra MASS-enheter hittills. Rådjur (N=127) var den absolut vanligaste arten i våra försök, följt av vildsvin (N=47) och räva (N=41). Älg noterades vid 14 tillfällen. Kronhjort och dovhjort filmades endast någon enstaka gång. Vid 5 tillfällen kunde man inte se vilken art som dokumenterades. Utöver de vilda djuren noterades enstaka katter och hundar. Målarterna i våra studier är klövdjuren, så i kommande resultatredovisning beskrivs endast klövdjurens respons till olika ljudsignaler.



Figur 13. Antal observationer av olika arters exponering till varningsljuden under fältförsöken Nov 2021 till Aug 2022 med MASS-enheter vid järnväg.



Behaviour class	
feeding	animals eats, browses or forages in one way or another, not vigilant or agitated but calm
vigilant	animal may be still, but is observant and vigilant towards ist surrounding
standing	animals does not move much, appears calm and not apparently vigilant or observant
walking	animal moves slowly, not agitated or frightened
running	animal moves quickly and may appear agitated and frightened
social	social behaviour between individuals - indicates not stress or fear
other	describe behaviour ...
unknown	if animal is out of view

Response score	
0	no response (i.e. no change in behaviour, some vigilance may be shown)
1	vigilance (standing and looking towards sound but does not leave site)
2	delayed flight (after some time of vigilance, "controlled flight")
3	immediate flight ("uncontrolled" flight in panic)

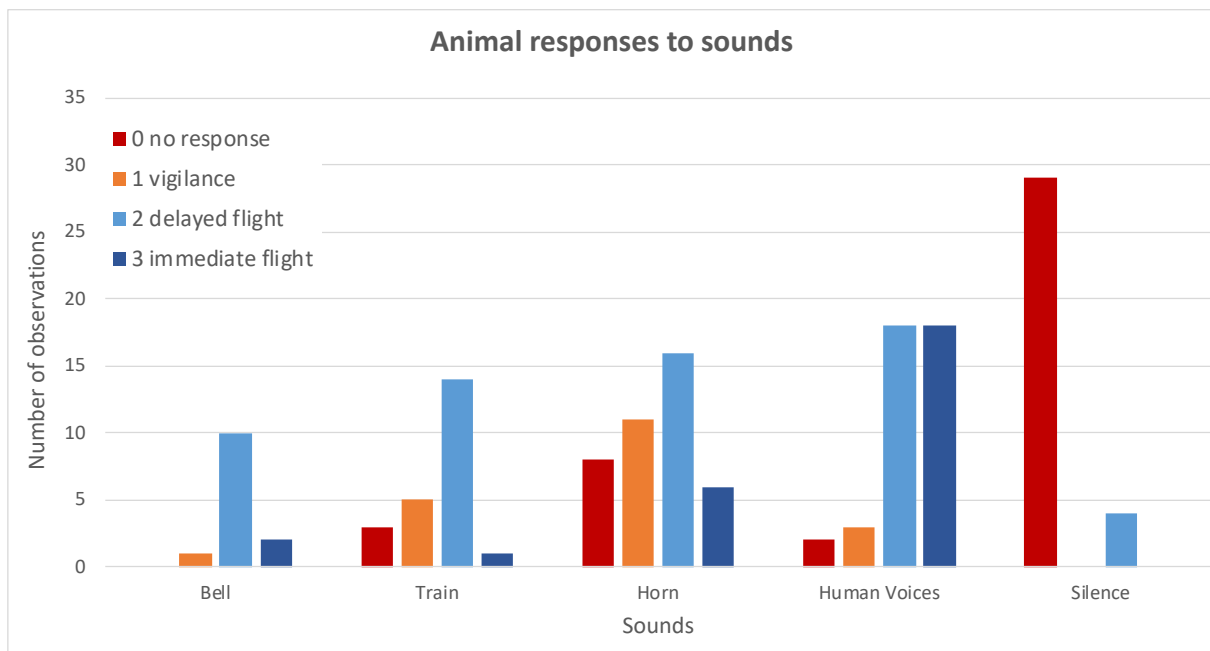
Figur 14. Ritning över klassificeringsschemat som användes vid analys av videospelningar. Djurens dominerande beteende klassades, sedan tolkades responsen i fyra responstyper och flyktens riktning relativt till järnvägen beskrevs.

Flyktrespons

Djurens flyktrespons till ljudsignalerna definierades i 4 klasser (Figur 15). Klass 0 och 1 innebär att djuret stannade kvar inom det övervakade området. Klass 2 och 3 visar att djuret flydde från platsen, vilket innebär att risken för påkörningen är minimerat. I denna analys användes endast klövdjur och de individer som fanns inom det övervakade området vid filmens start (N=143).

När MASS-enheterna spelade upp ljudet av en människoröst avväjdes (de lämnade området där vi filmade) klövdjuret området i ca 88 % av fallen. Vi kan även se att olika ljud från tåg och järnväg (Bell, Horn, Train) sammantaget inducerar en avvärjning från platsen vid ca 65 % av tillfällena.

Detta antyder att precis som i de kontrollerade experimenten vid foderplatser och saltstenar, djuren reagerar starkast på den mänskliga rösten, men även andra ljud har en överraskande eller skrämmande effekt.



Figur 15. Klövdjurens respons på olika ljudsignaler vid järnvägen.

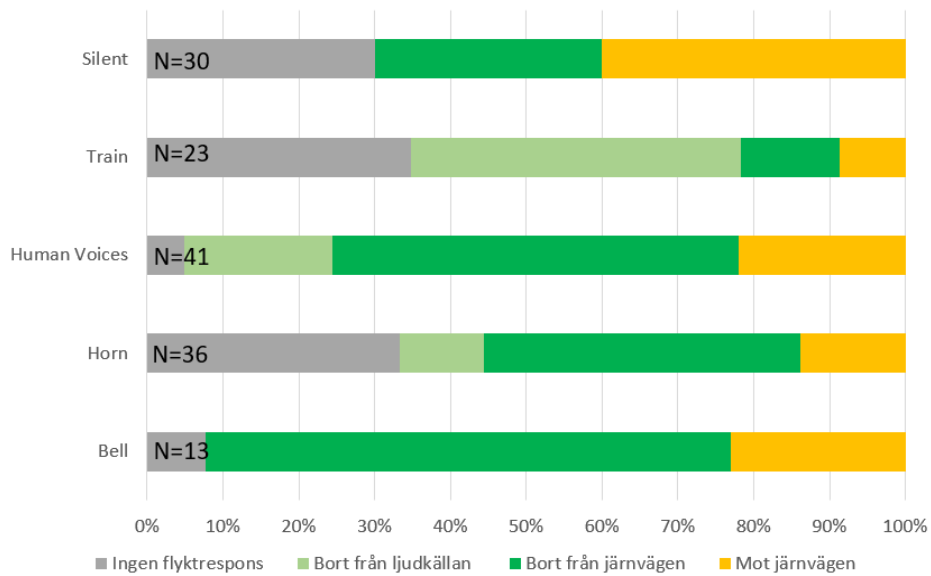
Flyktriktning

I denna analys användes endast klövdjur och de individer som fanns inom det övervakade området vid filmens start (N=143), så att man kunde dokumentera en beteendeförändring i samband med ljudet. Flyktriktningen definierades relativt till järnvägen (Figur 14) där riktning 4 (med diagonalen 41 och 42) indikerar flykt mot spåret.

Inga djur i studien har rört sig direkt mot ljudkällan (riktning 1), och endast fåtaliga djur har flytt snett mot ljudkällan när ljudsignal har spelats upp (riktning 41 eller 31). Flest djur rörde sig bort från spåret och bort från ljudkällan. Det innebär att varningssignalerna kan användas för att styra djurens rörelseriktning. Detta är viktigt när högtalare placeras ut längs järnvägen i den framtida implementeringen.

Vi har endast kunnat dokumentera ett fåtal djur (N=13) som varnats med ljud från järnvägspassagen (Bell). Absoluta merparten av dessa rörde sig bort från järnvägen när ljudsignalen spelades upp. I och med att datainsamlingen längs järnbanen fortsatt pågår, vil vi etterhvert få med data för denna ljudtyp. Vi har också litt få observasjoner av dyr (N=23) som hører lyden av passerende tog, men også for denne lyden pågår det fortsatt innsamling av data.

Vid oppspeling av menneskloröst rörde sig 95 % av individerna bort fra sin ursprungsplats (Figur 16). Den vanligaste rörelseriktningen (ca 57 %) var at djuren rörde sig bort fra järnvägen (rörelseriktning 3), mens enkelte (ca 22 %) beveget seg mot og over järnvägen. Som vi ser av figuren, beveget 30 % av individene som ikke hørte noe lyd ("silent") seg bort fra järnvägen, mens 40 % beveget seg mot järnvägen (Figur 16).



Figur 16. Procentuell fördelning av olika responser inom varje ljud-kategori. Ex. vid 41 tillfällen utsattes klövdjur för människoröst, ca 57 % av dessa djur rörde sig bort från järnvägen enligt rörelseriktning 3, efter att de hört ljudsignalen.

3.1.3 Slutsatser

Våra preliminära data bekräftar resultat från tidigare experiment. Men det är ännu för tidigt att dra mer omfattande slutsatser; projektet behöver fortlöpa under kommande år 2023 för att tillräckligt många observationer kan utvärderas. I korthet kan dock konstateras att:

- Den mänskliga rösten verkar vara den mest effektiva ljudsignalen för att avhålla vilt från spårområdet.
- Djuren flyr bort från järnvägen och söker skydd i angränsande vegetation.
- Flyktresponsen sker i regel inom 10 sekunder efter att ljudet börjades spelas upp.
- Djuren skräms inte för alltid utan djuren verkar återkomma till platsen efter några dagar och kan då (teoretiskt) passera järnvägen.



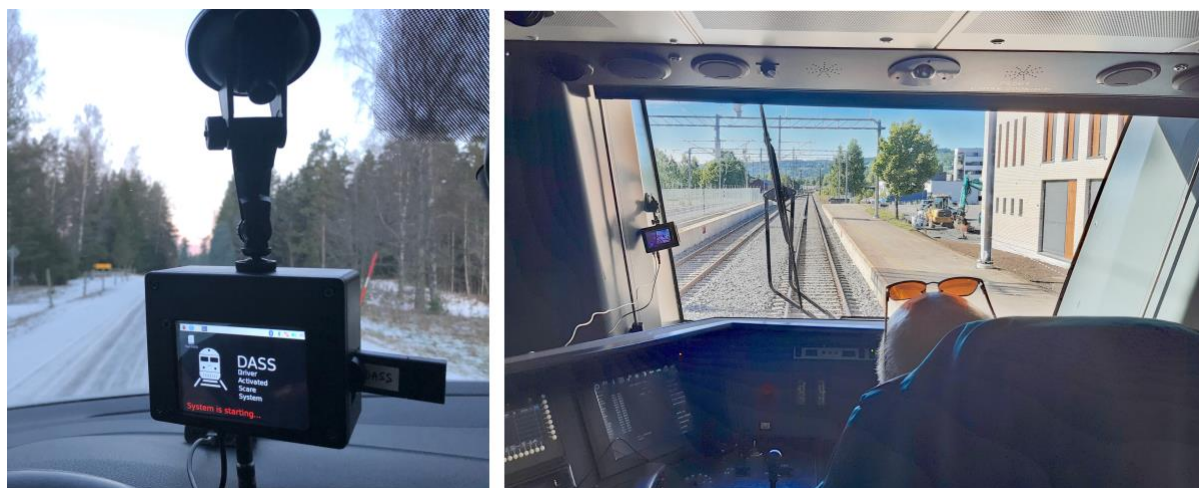
3.2 Mobil viltavvärjning: DASS (driver activated scare system)

Fordonsbaserade system för viltvarning utgör en viktig komplettering till järnvägsbaserade, stationära system. Eftersom tekniska åtgärder som stängsel, passager men även viltvarningssystem som MASS inte kan placeras längs hela järnvägsnätet, behövs även metoder som tågoperatörer kan vidta för att varna eller skrämma djuren om det inte upptäcker tåget och lämna spåret i tid.

För att utveckla ett sådant tågbaseerat system för viltvarning har vi under 2020-21 i samarbete med Flox Robotics AB tagit fram en mobil, föraraktiverad kamera som kan trigga uppspelning av varningsljud på en extern högtalare som monteras på utsidan loket (DASS, Figur 17). I likhet till MASS enheten bygger också DASS på en Raspberry Pi dator med intern kameramodul, ljuduppspelning och extern aktivering. Skillnaden består främst i att DASS kameran är konstant aktiv men sparar videon på lagringsmediet först när enheten har larmats. Vid larm sparas även de föregående 10-20 sekunder, vilket gör det möjligt att studera ett helt händelseförlopp även när triggern kommer med en viss fördröjning. Det ger också möjlighet att bedöma avståndet på vilket lokföraren kan detektera djuren och vidta åtgärder.

Precis som i MASS studierna sparas filmerna på SLUs och Trafikverkets gemensamma bildförvaltningsplattform <https://Capture.slu.se> där de avpersonifieras och klassificeras.

DASS bygganvisning och programkod (se bilaga 3) kommer att publiceras och göras tillgänglig för allmänheten. Målet var att utveckla en DASS enhet som är relativt enkelt att tillverka i större antal vid behov. DASS systemet stödjer dessutom en vidareutveckling, t ex fjärstyrning av kameran, trigging genom AI-baserad bildanalys eller externa system (GPS), något som ska implementeras i påföljande projekt.



Figur 17. DASS kameran monterade på framrutan i en bil och i förarkabinen vid ett tåg som står på Gjøvik stasjon, Norge. Filmer sparas på en USB-sticka som lokföraren tar med sig för att senare manuellt ladda upp videon till bildförvaltningsplattformen <https://Capture.slu.se>.

Med hjälp av EikLab i Norge och Flox Robotics AB i Sverige tillverkade vi inom projektet ett 40-tal DASS kameraenheter av vilka de första började tas i bruk våren 2022 vid Kinnekullebanan i Sverige och langs Gjøvikbanen, Rørosbanen og Nordlandsbanen i Norge.

En handhavandeinstruktion för lokförarna togs fram i samarbete med SJ, där säkerhetsrutiner och hanteringssättet kring kameran och videon beskrivs ([SJ M-113, 2022](#)).

DASS kameran skulle sedan anslutas till en extern högtalare, via Bluetooth eller kabel. Denna högtalare skulle monteras på utsidan loket, vilket krävde tillstånd från tågoperatörerna. Tyvärr har vi under projektets tid inte kunnat få detta tillstånd i Sverige, trots samarbete med och uttryckt intresse från tågoperatörerna. På norsk sida finns tillståndet dock under förutsättning att monteringen av högtalaren sker på ett säkert sätt som utvecklas tillsammans med Norske Tog, Bane NOR, VY, Cargo Net och norske SJ. Fram till projektets slut i september 2022 har vi därför inte kunnat spela upp nya varningsljud från tåget utan fokuserat på att utvärdera tågets befintliga ljudkällor (främst tyfonen).

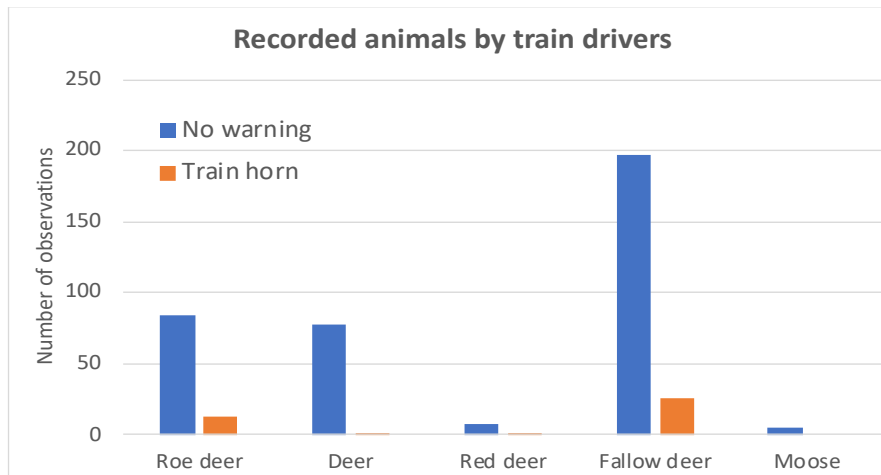
Dock har mot slutet av projektiden samarbetet med norsk ljudtekniker, NTNU och tågoperatörerna gett första framsteg i utveckling av skräddarsydda högtalarlösningar som i nästa projektfas kan monteras på tågfordonen.

Arbetet med DASS och mobil viltavvärjning fortsätter därför även under kommande år där fler filmer spelas in och ny teknik kommer att användas.

3.2.1 Preliminära resultat DASS-studier, filmning från lok

Fram till september 2022 filmades vilda djur vid 192 tillfällen med våra DASS-enheter. Fler kameror ska delas ut till nya lokförare och nya järnvägssträckor under hösten och vintern 2022/23. Det behövs ett stort antal observationer för att kunna utreda hur djuren påverkas av varningsljuden under olika förhållanden, väderlek, tid på dygnet etc.

Vid de hittills analyserade 192 tillfällen noterades totalt 460 individer. Vid ett antal tillfällen noterades stora grupper av dovhjort (>20 individer), vid dessa fall var det inte möjligt att analysera individuella beteenden. Dovhjort (N=230) var den absolut vanligaste arten i våra försök, följt av rådjur (N=100). Älg noterades endast vid 5 tillfällen och kronhjort vid 8 tillfällen. Vid 80 tillfällen var det inte möjligt att se vilken art av hjortdjur som filmades. Räv och hare dokumenterades bara enstaka gånger, i enlighet med anvisningarna till lokförare.



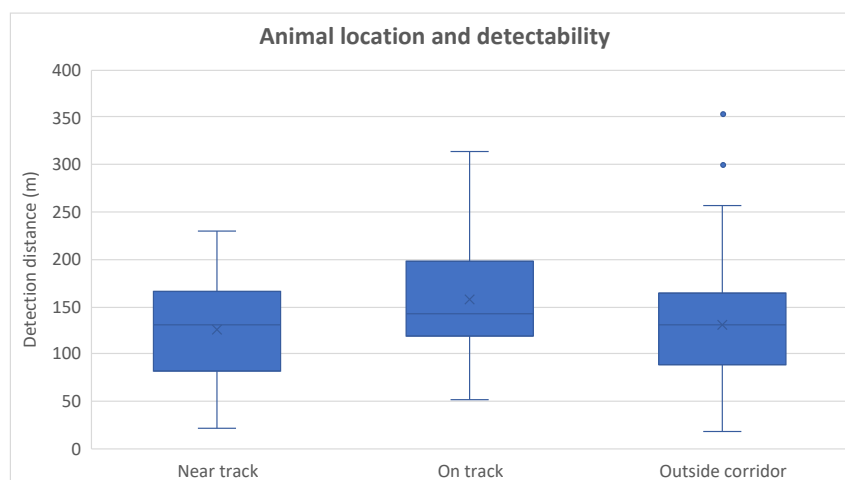
Figur 18. Fördelning av olika arter och användning av tågets signalhorn vid filmning från lok.

Detektionsavstånd

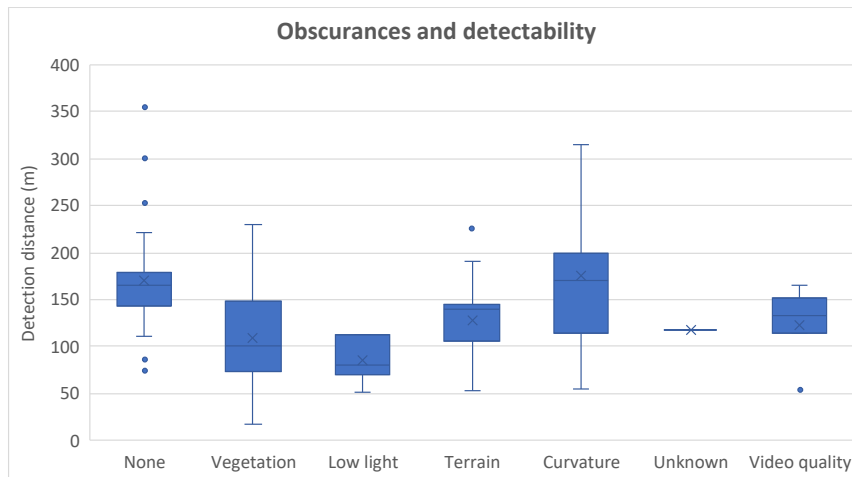
I filmerna från lokförarna kunde vi upptäcka djur som stod uppe på järnvägen i medel 157 m från loket. De djur som stod nära järnvägen eller utanför järnvägskorridoren upptäcktes först på något kortare avstånd, i medeltal ungefär 126 m respektive 130 m (Figur 19).

Detektionsavståndet försämrades framför allt av dåliga ljusförhållanden, som minskade möjligheten att upptäcka djuren till i medel 86 m (Figur 20). Men även vegetation kring järnvägen påverkade detektionsavståndet negativt för de djur som stod intill järnvägen.

Lokförarens möjlighet att upptäcka djuren i tid utgör förmodligen en viktig faktor i det olycksförebyggande arbetet. Ju tidigare djuren kan varnas, desto mer sannolikt är det att djuren lämnar spåret på ett kontrollerat sätt och undviker själva en kollision. Detektionsavståndet kan höjas betydligt med hjälp av t ex värmekameror; något som diskuteras redan för det fortsatta arbetet med viltvarningsprojektet.



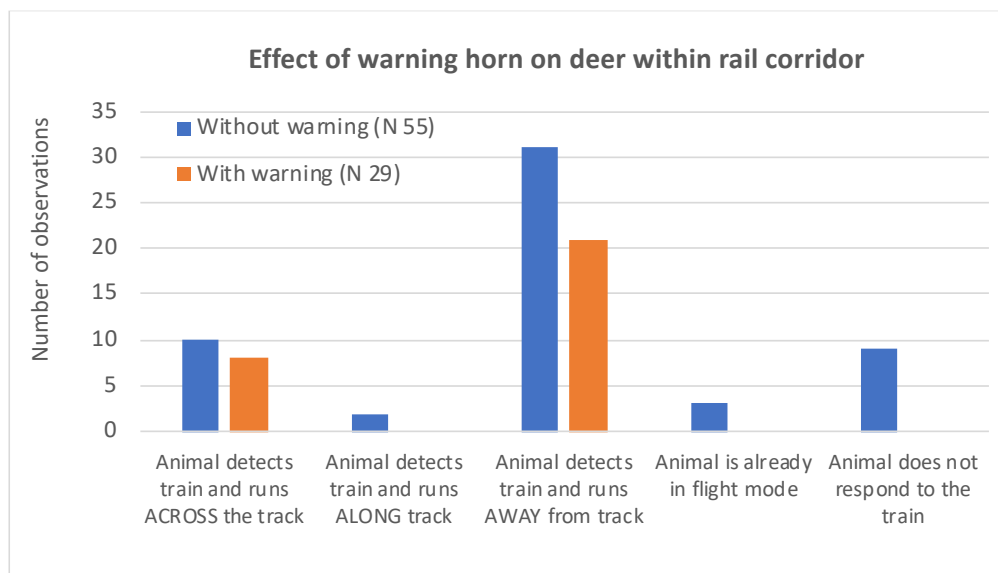
Figur 19. Djur som stod uppe på järnvägen upptäcktes i medel på ett avstånd av ca 157 m. Djuren vid sidan av järnvägen upptäcktes först på något kortare avstånd.



Figur 20. Lokförarens möjlighet att upptäcka djur på spåret påverkas av de lokala förhållandena, ljuset och järnvägens kurvighet. Längre avstånd behövs, i synnerhet vid högre hastigheter, för att kunna varan djuren i tid.

Effekt av tyfonen

Tågets signalhorn (tyfonen) används för att varna människor som kan befinna sig i närheten till järnvägen, t ex vid obebakade övergångar. Tyfonen kan ha en viss effekt även på djur (Bhardwaj, Olsson et al. 2022), men effekten är troligen begränsad då djuren inte förstår budskapet med denna ljudsignal. I vår studie har vi hittills för få observationer för att kunna säkerställa någon skillnad i djurens reaktion på tåget med och utan signalhorn (Figur 21).



Figur 21. Klövdjurens reaktion på tåget med och utan användning av signalhornet (tyfonen). I analysen användes endast observation på djur som befann sig inom spårområdet.

Slutsatser

Ett fordonsbaserat system för viltvarning utgör en viktig komplettering till järnvägsbaserade, stationära system. Våra egna och andras studier antyder att det troligen är möjligt att varna djuren från tåget och göra dem uppmärksamma på faran – eller t o m skrämma dem från spåret när tåget redan är nära. Med vår relativt enkla DASS kameraenhet kan vi dokumentera det som sker inom ungefär 200 m framför tåget. Detta avstånd är troligen tillräcklig för att studera effekten av ljudvarning från mer långsamtgående tåg längs mindre järnvägar som t ex Kinnekullebanan eller Tjustbanan i Sverige.

För att hitta en effektiv signal som kan avvärja viltolyckor även på större banor och tåg med högre hastighet behövs en mer avancerad teknik som löser begränsningar i djurdetektion och ljudspridning:

- Akustisk viltvarning från tåg är troligen möjlig.
- Det bör helst ske tidigt (< 500m) och med ett ljud som väcker djurets uppmärksamhet för att ge tillräcklig med tid åt både lokförare och djuret att reagera och undvika en kollision
- Är djuret redan nära tåget (< 100m) måste ett kraftigare ljud användas som utlöser en omedelbar flykt.
- Detektion av djur måste ske tidigare än vad lokföraren förmår. Detta skulle kunna åstadkommas med t ex värmekameror och AI-baserad bildanalys.
- Ljudsignalen måste vara tillräcklig kraftfull och samtidigt riktad mot spåret utan att orsaka bullerstörning i angränsande mark.
- Ett tåg-baserat viltvarningssystem kan samtidigt fungera som ett varningssystem för människor; samordning de olika säkerhetsintressen är viktig.



3.3 Kommunikasjon og formidling

En bra kommunikasjon og samverkan med berørte myndigheter, företag och intresseorganisationer är en grundförutsättning när praktiska åtgärder ska utvecklas och implementeras. Viltvarslingsprosjektet inkluderer mange aktører og samarbeidspartnere, både faglige og praktiske, nasjonalt og internasjonalt. Prosjektet har skapt mye oppmerksomhet blant allmennheten. Blant allmennheten og blant togaktørene har det i lang tid vært opprørthet og fortvilelse over det store antallet dyr som hvert år dør i kollisjoner med tog og på vei. Det har derfor skapt stor medial interesse når vi nå har begynt å få forskningsresultater som kan bidra til å minske påkjørslene, det vil si både redusering av dyrelidelsene og skadene på togene.

I løpet av prosjektiden med Interreg har det vært en meget hektisk periode med mye media-dekning og kommunikasjon utad om viltprosjektet. Det har vært et 30-talls nyhetsoppslag om prosjektet i nasjonale og lokale norske aviser (linker til disse blir presentert i et vedlegg til rapporten). Prosjektet har også blitt presentert i et fem-minutters innslag i TV2-nyhetene, i flere radiointervjuer, og vi har fått flere forespørsler fra andre tv-medium om å få filme fra forskningen vår. Vi avventer nå ytterligere mediatiltak til vi får komplettert undersøkelsene med DASS med ulike typer av lyd fra oppmonterte høyttalere på togene. I skrivende stund studerer vi, som tidligere rapportert, kun ordinær drift med DASS. Det vil si at lokomotivførerne kjører som vanlig og det blir gjort opptak når de registrer hvordan dyrene oppfører seg med og uten tuting. Dette for å brukes som kontroll i tillegg til at vi får økt kunnskap om fra hvilken avstand viltet i gjennomsnitt oppdager toget.

National Geographic henvende seg til oss etter å ha fått informasjon om prosjektet på våre hjemmesider. De var meget interessert i hvordan vi arbeidet med tekniske løsninger for å forhindre dyrepåkjørsler og ønsket å inkludere Viltvarslingsprosjektet i dokumentar om jernbanen. Viltvarslingsprosjektet får en sekvens på 6-7 minutter i dokumentaren som sänds i National Geographic TV den 24 nov 2022 ([Tågresor från ovan - HEM - Den officiella hemsidan för National Geographic i Sverige \(natgeotv.com\)](https://www.natgeotv.com/sv/nyheter/ta-gresor-fran-ovan-hem-den-officiella-hemsidan-for-national-geographic-i-sverige)). Dette fordret et tett samarbeid med National Geographic en hektisk periode i mars der deres filmteam kom til Norge og var med og filmet vårt tekniske utstyr, funksjonen langs jernbanelinjene og intervjuet oss om jernbaneulykker.



Figur 22. Intervju av National Geographic vid en MASS station.

I tillegg til meget hyppig kommunikasjon mellom prosjektmedarbeiderne har det, både på norsk og svensk side, vært hyppig kommunikasjon med våre samarbeidspartnere og medlemmer i de nevnte faggruppene. Dette er helt nødvendig for at prosjektet skal kunne ha fremdrift. De nærmeste samarbeidspartnere inkluderer myndigheter (Trafikverket, BaneNor, Norske Tog) og tågoperatører (SJ, Cargo Net, Green Cargo og Vy). Vy er en forholdsvis ny samarbeidspartner som selv tok kontakt med oss etter å ha lest om prosjektet i media. Vi har nå utvidet prosjektet til også å inkludere Gjøvikbanen der VY opererer. På norsk side sender vi inn kvartalsvise fremdriftsrapporteringer til oppdragsgiver Bane NOR.

Som tidligere nevnt har den schweiziska tågtilverkaren Stadler tagit kontakt med oss (i April 2022) för att diskutera samarbete kring en framtida kommersiell tillämpning. Vi fortsetter denne kommunikasjonen for å se på muligheter for å kunne implementere resultatene av vår forskning inn i fremtidige togkonstruksjoner.

Andra företag (t ex Boliden) har blitt oppmärksam på MASS enheter og testar nu enheter för att säkra stängselöppningar vid väg. Därmed får våra experimentella produkter en direkt användning utöver den ursprungliga tillämpningen. Vi har også blitt kontaktet av Innlandet fylkeskommune med forespørsel om systemet kan brukes ved “ferister” på fylkesveier i Innlandet da de har problemer med at reinsdyr ikke lar seg stoppe av tradisjonelle ferister.

Innenfor prosjektet fungerer den utviklede hemsida ([Viltvarning för säkrare järnväg – Vilt och Trafik](#)) både til informasjon om prosjektet for allmennheten og som et verktøy for lokomotivførere der de kan legge inn sine filmer fra DASS-enhetene. På hjemmesiden, der det finnes tekst på både norsk og svensk, er det informasjon om Viltvarslingsprosjektet, verktøyet Capture, generell informasjon om viltpåkjørsler samt om forskningen på åtgjerder for å hindre viltpåkjørsler. Det er også flere underkategorier innenfor hvert tematiske område. Denne hjemmesiden er opprettet på permanent basis. Alle involverte partnere sine hjemmesider er oppdatert med informasjon om prosjektet.

Andre viktige faglige samarbeidspartnere, som vi har mye kommunikasjon om utviklingen av prosjektet med, er Karolina Jasinska, en forskare från Warsaw university of Life Sciences i Polen, som har disputerat på studier kring viltskrämmor längs järnväg, har varit på internship (aug-nov) vid Grimsö forskningsstation och medverkar i projektet. Videre har vi hatt kommunikasjon med Ronny Steen ved NMBU som har bidratt faglig inn i prosjektet.

Andre viktige nettverk vi er en aktiv del av er The Infrastructure and Ecology Network Europe-nätverket (IENE), en internationell stiftelse som er en møteplass for involverte i infrastruktur der vi er engasjert i arbeidsgruppen om Rail and Wildlife. Gjennom våre nettverk har vi mulighet for å medvirke og påvirke gemensamma lösningar inom EU - vi har fortsatt med å pleie opparbeidede kontakter med flere utländska myndigheter och konsortier inom Europa. Vi fortsetter også med den etablerte kontakten med internationella forskarteam och samarbeidspartner bl a i Polen (Karolina Jasinska), Østerrike (Thomas Shuh), Tyskland (Prof. Sven Herzog), Tsjekkia (Michal Bil), Sydafrika (Wendy Collinson) och Japan (Minoru Shimura). Vi är även i utbyte och dialog med forskare i LIFE-prosjektet [LIFE SAFE CROSSINGS](#).

På den internationella IENE-konferensen (<https://2022iene.info/#iene2022>) nå i september 2022 ble to paper fra prosjektet presentert. Prosjektet ble også presentert på konferansen

Hjortevilt 22 på Gardermoen i juni 2022, samt vid Nordiska Viltkongressen (NKV) i Uppsala i september 2022.

Innenfor alle kommunikasjonskanaler som vi har tilgang til blir Interreg sin rolle som finansier for prosjektet nevnt, både skriftlig på presentasjoner, og muntlig i intervjuer. Samtidig finnes det også en god del presseoppslag som vi ikke har kontroll over der informasjonen om dette kan bli borte. Dette er i hovedsak nyhetsoppslag der vi ikke er direkte kontaktet, men sitert via andre nyhetsoppslag. I stort vil man når man søker opp mer informasjon om prosjektet se at Interreg er en av bidragsyterne finansielt.

Bedrifter generelt har tilgang på våre resultater og kunnskap gjennom vår presentasjon av forskningsresultatene på våre nettsider, i sosiale medier, i forskningsrapporter og i nyhetsbrev fra de ulike involverte instituttene. Resultatene skal også formidles gjennom nyhetsmedia med hjelp av blant annet pressemeldinger, kronikker eller ved direkte kontakt med journalister med kunnskap og interesse for området. Utenfor akademia skal det formidles på skandinavisk språk og i en form som er tilgjengelig for alle.

Prosjektet har blitt presentert gjennom powerpresentasjoner for flere divisjoner innenfor organisasjonene vi samarbeider med. Prosjektet har også presenterats eksternt (till ikke involverte organisasjoner) ved flere tilfellen gjennom skriftlig informasjon og under möten med bl a Boliden AB, Svenska Viltolycksrådet, Skogseierforbundet, Norges Jeger- og Fiskerforbund, samt företag som t ex IPTE.at, Rindi Konsult, Amparo Solutions, och Digital Tvilling.



4 Förväntade effekter

Trafikmyndigheter i både Sverige och Norge står inför store utmaningar i att kunna minske antalet viltolykker, både på väg og jernvæg. Verktøyslådan er begrenset, idag anvendes næsten uteslutende viltstængsel og broar eller portar der djuren kan gå. Samhøllskostnaderna for att anleggja faunabroar vid befintlig infrastruktur er høge, en ekodukt kostar opp mot 70 - 80 MSEK i anleggningkostnad (ex Ekodukt Sandsjöbacka), skablonkostnad for 1 mk viltstængsel længs jernvæg ligger omkring 500.000 kr. På medeltrafikerade vägar og jernvägar anvendes i stort sett inga skydd for att minske viltolykker, trots att flest viltolykker sker på dessa typer av infrastruktursystem.

Det er ett stort behov av nye metoder, der viltvarnande teknik kommer bli en viktig pusselbit for att kunna komplettera stængsel og faunapassager på ett kostnadseffektivt sätt. Dette gæller inte bara Norden utan även många andra lænder i Europa og internationellt. Även om våra DASS og MASS enheter er endast utformade for tillfredsställa experimentella og vetenskapliga krav, så kommer principerna direkt kunna appliceras på kommersielle løsninger. Därmed innebær utvecklingen av en effektiv viltvarnande teknik på vetenskapligt testad grund att nye marknader öppnas opp og kommersielle løsninger kan tas fram og exporteras. Dette har redan lett til kontakt med två internationale tågtilverkere som vill ta fram en integrerad løsning for viltvarning for sine tåg.

En forventet effekt av viltvarslingsprosjektet var at forskningen skulle gi svar på hvordan et teknisk viltavværingssystem kan øke trafiksikkerheten på jernvæg genom att minske risken for viltpåkørninger. Vi har erfart at testingen har på hvordan dyrene har reagert på de ulike lydene og hvordan de har oppført seg når de har blitt eksponert for skremmende lyder ved jernbanelinjene. Videre har det gitt et stort bidrag til de tekniske principerna av viltavværingssystem som kan videreutvikles av foretag. Noe som igjen kan skape nye arbeidstillfällen i både lænder.

På lang sikt, når systemet er ytterligere videreutviklet og testet, skal en effekt av minsket antall dyrepåkørsler være færre tågførsninger og tågskador væsentligt samtidigt som påverkan på djurpopulationer og djurens velfærd minskas. Vi ser også muligheter for en videreutvikling for å skydda vägar, flygplater og även grøder.

Langsiktige effekter:

- Store økonomiske besparelser
- Langt lavere forekomst av dyrelidelser
- Tryggere hverdag for togførere og passasjerer
- Færre forsinkelser og mindre bruk av ressurser på ettersøk

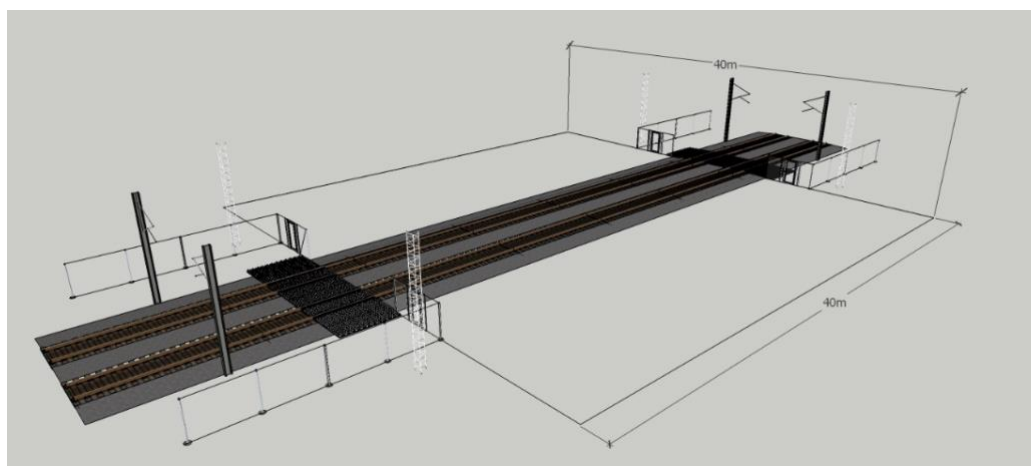
Med et godt fungerende varslingsystem som kan skremme dyrene bort fra sporet vil andelen viltpåkørsler bli betydelig redusert i både Norge og Sverige. Dyrepåkørsler har vært et stort problem i begge land i lang tid. Et slikt system vil i stor grad redusere omfanget av dyrelidelser, føre til en bedre hverdag for togførere, færre forsinkelser, vil gi store samfunns-økonomiske og helserelaterte besparelser samt føre til en sikrere togtransport for passasjerer i denne delen av indre Skandinavia der problemet er stort. Sammenlignet med andre løsninger vil bruk av

teknologiske viltvarslingsystemer bli langt billigere for begge landene sammenlignet med kostnader knyttet til oppsetting av gjerder langs jernbanesporene.

Trafikverket planer nå på en första fullskalig egen viltvarningsanläggning (Figur 23) som bygger på planer framtagna i tidigare faser av projekt Viltssäker Järnväg och som använder teknikplattformen Milestone som används för att hantera övervakningskameror vid bangårdar och järnvägsstationer, för att upptäcka spårsporing). Mer om projektet: <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/jarnvag/viltsaker-jarnvag/>. Denna pilotanläggning kommer anläggas vid järnvägen söder om Trollhättan. Anläggningen kommer bli en direkt och konkret tillämpning av de principer vi arbetade fram i forskningsprojektet.



Figur 23. Planskiss över pilotanläggningens läge, inom blå rektangel.



Figur 24. Teststationen söder om Trollhättan anläggs som en faunapassage i plan, konmattor förhindrar att djur vandrar in mellan viltstängslen i faunapassagen. Skiss: EnviroPlanning

5 Prosjektorganisasjon

Viltvarslingsprosjektet har bestått av et tett samarbeid hovedsakelig mellom Sveriges Landbruksuniversitet (SLU), Ruralis – Institutt for rural- og regionalforskning, EnviroPlanning og Norsk Institutt for bioøkonomi (NIBIO). Den overgripende prosjektlederen har vært Andreas Seiler ved *Institutionen för Ekologi, Grimsö forskningsstation* (SLU). I Norge har Aina Winsvold ved Ruralis vært prosjektansvarlig, med det overgripende ansvaret for administrasjon, fremdrift og planlegging.

Øvrige forskere på svensk side har vært Manisha Bhardwaj, Denice Lodnert och Carolin Berndt fra SLU och Mattias Olsson ved EnviroPlanning. På norsk side har Svein Morten Eilertsen ved NIBIO hatt en sentral rolle i det vitenskapelige arbeidet. Ronny Steen fra NMBU har bidratt inn i prosjektet med faglig kompetanse. Masterstudent Sondre Røragen fra NMBU har jobbet aktivt med feltarbeidet.

Gjennom prosjektperioden har det vært et meget tett samarbeid mellom fagmiljøene på tvers av nasjonsgrensene. Vi har hatt ukentlig, som regel oftere, felles møter for å diskutere fag og fremdrift, samt planlegge feltarbeid, lyder, teknikk, involvering av andre samarbeidspartnere etc. Innenfor prosjektet har vi utviklet og produsert felles teknisk utstyr, noe som er meget effektivt da vi kan komplettere hverandres behov. Vi har delt opp videreutviklingen og monteringen av MASS-enhetene mellom svenske og norske bedrifter, der særskilt Flox og EikLab har vært sentrale bedrifter.

Vi har arrangert diverse felles møter med både norske og svenske faggrupper, samt med oppdragsgivere. En sentral oppgave har vært å få oversikt over hva som er mulig å implementere på togene, og på hvilken måte. I Sverige er dette hovedsakelig Trafikverket, i Norge er Bane NOR og Norske Tog (som leier ut tog og togmateriell til persontogoperatører i Norge). Disse har vært helt sentrale samarbeidspartnere for å kunne gjennomføre prosjektet. Videre har togoperatørene, det vil si SJ, Vy og Cargo Net, vært samarbeidspartnere, da de står for distribusjon av DASS, formidler informasjon og tar kontakt med lokførere. De er også sentrale i diskusjonene om hva som er mulig å implementere på tog og langs jernbanelinjene, både teknisk og praktisk.

Medvirkningen til disse samarbeidspartnere har vært betydningsfullt for prosjektets gjennomføring og helt nødvendig for å påse at både forskningen og de tekniske løsningene er relevante og kan implementeres i praksis. Samarbeidet med de ansvarlige for togtrafikken, togførere, og teknisk personell i begge land legger til rette for at driftene av jernbanen på begge sider av grensen kan få samarbeide om et felles system.

Ansvarsfordelingen mellom de ulike prosjektdeltakerne har fungert meget bra. En tett kontakt er en forutsetning slik at vi hele tiden kan avstemme med hverandre hva som skal gjøres av hvem, og vi behøver bistand av hverandre for å gjennomføre visse oppgaver. Hovedsakelig har vi hatt ansvaret for gjennomføringen av feltarbeidet nasjonalt, men har samarbeidet om de fleste oppgaver, både faglig og praktisk.



Figur 25. Prosjektledningen ved intervju med National Geographic i Norge.

Deltakere i Faggruppene

- Statens Vegvesen har lang erfaring med dyrepåkjørslar og har mye erfaring fra tidligere tiltak som har vært viktig kunnskap inn i prosjektet.
- Skogeierforbundet opplever de store konsekvensene av dyrepåkjørslar og har mye kunnskap om vilt og dyreatferd.
- Norges Jeger- og Fiskerforbund er meget opptatt av temaet og har mye kunnskap om viltets atferd og bevegelsesmønster.
- Nationella Viltolycksrådet ansvarar för eftersök och eftersöksstatistik kring viltolyckor på väg och järnväg.
- Svenska Jägareförbundet arbetar regionalt med eftersök av trafikskadade vilt men också förebyggande viltförvaltning; Jägareförbundet är en aktiv medlem i Nationella Viltolycksrådet.

6 Indikatorer

Inom forskningsprojektet har vi byggt upp ett stort nätverk av myndigheter, forskningsinstitut samt företag som vi samverkar med på olika sätt. Flera av dessa är mottagare av våra forskningsresultat utan att de bidrar med ekonomiska medel för oss. Forskningsstudierna och resultaten från våra studier redovisas i vetenskapliga sammanhang och tillgängliggörs på så sätt för alla med ett intresse i frågan. Forskningsstudierna är en plattform för gränsöverskridande kunskaper om viltvarning, och en grundförutsättning för att företag kan utveckla metoder för att minska problematiken med vilt. Dessa företag är främst uppdelade i fordonstillverkare, fordonsägare, järnvägsoperatörer, teknikföretag.

Tabell 1. Sammanställning av de indikatorer som vi arbetat med under projektet.

Aktivitetsindikatorer enligt beslut	Mål-värde enligt beslut	Hittills uppnått sedan projektstart	Kommentar
Antall bedrifter som får støtte (CO 1)	2 till 3 stycken	4	Under projektet har 4 företag anlitats för att utveckla den tekniska utrustningen som används i projektet. Flox, Sweco, Eik Lab, HunTrap, (i initiativfase med Soundscapes Studios)
Antall bedrifter som får støtte for å introdusere for markedet og bedriften nye produkter (CO 28 og CO 29)	2 till 3 stycken	3	Projektgruppen står för den tekniska specifikationen av forskningsutrustningen. Vi använder oss av lätt tillgängliga kommersiella komponenter och en programmering för styrning av komponenterna som kommer tillgängliggöras för alla (open source). Nya produkter har tagits fram av Flox och Sweco. Det är dessa företag som tillsammans med oss i forskningsgruppen utvecklat den tekniska utrustningen. Norske EikLab har därtill monterat DASS-enheter, og bygget om MASS-enheter i Norge. Vi ønsker videre samarbeid med dem for videre anpassning og komplettering av det tekniske utstyret.
Antall bedrifter som deltar i grenseoverskridende, transnasjonale eller interregionale forskningsprosjekt tot bedrifter og antall eid av menn / kvinner (CO 41)	Ett flertal	Ett flertal	EnviroPlanning ingår i projektgruppen och bidrar med forskarkompetens (en man) och i fältarbete. FLOX AB (en kvinna, två män) bidrar med kompetens kring programmering av MASS och DASS och vi fortsätter samarbetet med företaget nu även gällande bildigenkänning.

			<p>SJ medverkar genom lokförarpersonal och som representant för tågoperatörer. Både kvinner og menn er representert blant lokførere. I CargoNet deltar to menn i diskusjoner rundt teknikk og i rekruttering av lokførere. For Norske Tog er det to kvinner som deltar i planleggingen rundt lokomotivførernes håndtering av DASS-enheten, og i diskusjonene om montering av høyttalere på tog. Målet var fastsatt til et flertall og vi har oppnådd et flertall. I Spordrift og VY har vi både menn og kvinner som har vært aktive i å bistå inn ved feltarbeid ved jernbanelinjene, samt i planlegging av selve feltarbeidet.</p> <p>I projektet har 9 män och 10 kvinnor arbetat i projektet fram till 2022-09-30.</p> <p>Aina Winsvold - Ruralis Petra Sandberg –Trafikverket Amanda Höglin –Trafikverket Martina Putnik - Trafikverket Manisha Bhardwaj – SLU och Univ.Freiburg, Tyskland Andreas Seiler – SLU Carolin Berndt – SLU och Trafikverket Dennis Akama – SLU och Univ. Embu, Kenya Mattias Olsson - EnviroPlanning Svein-Morten Eilertsen – NIBIO Marit Linnerud – Bane NOR Kine Askelién – Norske Tog Vibeke Bergmo – Norske Tog Torbjørn Haugland – Cargo Net Sondre Røragen - NMBU Ronny Steen - NMBU Pär Söderström – SJ Anders Forsgren – SJ Karolina Jasinska – Univ.Warzawa, Polen</p>
<p>Antall forskningsinstitutt som deltar i grenseoverskridende, transnasjonale eller interregionale forskningsprosjekt (CO 42)</p>	4	7	<p>SLU, EnviroPlanning, NIBIO, RURALIS, NMBU, Embu (Kenya), Univ. Warzawa</p>

<i>Antall deltagende organisasjoner i grenseoverskridende forskningsprosjekt (Egen)</i>	5-7	5	Inom projektet har vi mycket kontakt med organisationer, framförallt de som hanterar jakt, eftersök och viltolyckor. Bland de organisationerna som vi har gränsöverskridande arbete med är: Skogeierforbundet, Norges Jeger- og Fiskerforbund, Nationella Viltolycksrådet, Svenska Jägareförbundet.
<i>Demonstrasjons- og testprosjekt (Egen)</i>	2	2	I Norge: 12 testlokaliteter för MASS samt 4 järnvägsbanor för DASS I Sverige: totalt 30 testplatser för MASS samt 1 teststräcka för DASS.
<i>Langsiktige formaliserte samarbeidsavtaler mellom ulike forskningsinstitutt (Egen)</i>	4	5	SLU, EniroPlanning, NIBIO, RURALIS, NMBU



7 Grenseoverskridende merverdi

7.1 Grensen som ressurs

Den grenseoverskridende verdien i prosjektet er meget stor på flere måter. Dyrepåkjørsler er et stort problem i Norge og Sverige sedan lang tid. Även i andra länder har djurpåkjörelser fått en ökad uppmärksamhet och lösningar efterlyses.

I rapporteringsperioden har vi samarbetet tett for å utvikle de tekniske produktene slik at de skal kunne brukes både i Norge og Sverige. Vi har koordinert oss slik at respektive lands feltarbeid og datainnsamling skal komplette hverandre. Vi har lagt vikt på att nyttja likheter och skillnader mellan länderna så att vi dels kompletterar och dels utökar möjligheterna till datainsamling. Till exempel har vi prioriterat banestrekninger i Norge med mye snø och vintervandrande älg och kronhjort og høyereliggende områder, i Sverige har det blitt fokusert i på stationära viltstammar av bl a rådjur, älg, hjort och vildsvin i mer blandade landskap.

Sverige har jobbet med problemstillinger rundt dyrepåkjørsler med tog i flere år. Det norske forskningstemaet har dratt god nytte av deres ervervede kunnskap, og har kunnet bygge videre på denne. Vi har også på begge sider av grensen samarbeidet med våre respektive faggrupper, noe som også har økt kunnskapen på begge sidene av grensen. Vi har alle deltatt i hverandres møter med både oppdragsgivere, myndigheter og forskergrupper, noe som har tilføyet prosjektet god innsikt i felles forståelse og de ulike utfordringer som kan ligge i de ulike løsningene.

Videre vil det grenseoverskridende samarbeidet bidra til at teknologiløsningen som nu tas frem i form av DASS och MASS enheter er tilpasset landenes regelverk og driftsformer, noe som vil åpne muligheten for kommende teknologiutviklere å lage universelle løsninger.

7.2 Utnyttjande av kritisk massa

Innenfor prosjektet har vi opplevd at med begrensede ressurser er det stor nytteverdi i å samarbeide om teknologiutviklingen, rundt bestillinger av komponenter, tilgang til fagmiljøer, et langt større underlag av studenter (masterstudenter), i prosjektplanlegging, opparbeide kontakter, i vurderinger om hvordan gå videre med kontaktene, faglig oppdatering, samt under gjennomføring av feltarbeidet. Vi har hatt store fordeler med å låne av hverandres utstyr og dele kostnader.

Det ligger også stor nytteverdi å teste langs jernbanenettene i begge landene på grunn av ulik topografi, vegetasjon, klima, fauna, samt ulike driftsformer og regelverk. Med begrensede ressurser er det stor nytteverdi i å få tilgang til ekstra datamateriale som vil komme begge landene til gode. Vi unngår unødvendig dobbeltarbeid, og kunnskapsproduksjonen og variasjonene i observasjonene vil øke betraktelig. I Norge prioriteres banestrekninger med mye snø, i Sverige blir lavlandet med lite snø prioritert i denne første perioden.

Videre har det hatt stor nytteverdi i å få tilgang til hverandres kompetanse og kontaktnett. En meget stor fordel er å få tilgang til hverandres datamateriale. Vi har gitt hverandre tilgang til

alle data, og felles fildeling har gjort at begge lands forskningsmiljøer har kunnet doble datamengden. Gjennom disse rutinene og samarbeidsformene unngår vi unødvendig dobbeltarbeid, og for oss forskere betyr et slikt grenseoverskridende samarbeid at kunnskapsproduksjonen og variasjonene i observasjonene øker betraktelig. Vi har også samarbeidet om formidling av kunnskapen til internasjonale miljøer (delt på forfatterskapet).

7.3 Överbryggande av gränshinder

Både i Norge og Sverige er man opptatt av å begrense barrierevirkninger av gjerdene på faunaens bruk av landskapet. Med reduserte viltpåkjørsler, vil man også få en bedre viltstamme i begge land. Dette betyr mye for den økologiske bærekraften og man vil kunne forvalte viltstammene etter biologiske prinsipper ("rettet avskyting"). Vi opplever at ska bidra till att skapa säkrare Nordiska järnvägstransporter med en infrastruktur som är väl integrerat i landskapet så att naturliga processer och biologisk mångfald kan bibehållas. Deltagelse fra begge land vil bidra til at teknologiløsningen som tas frem er tilpasset landenes regelverk og driftsformer, noe som vil åpne muligheten for kommende teknologiutviklere å lage universelle løsninger.

Ett problem är att Norge och Sverige har olika regler gällande integritet vid användning av kameror i forskningssammanhang. I Sverige drivs detta av Integritetsmyndigheten (<https://www.imy.se/>). Vi har gemensamt löst detta genom att utveckla en ny plattform för bildhantering som automatiskt avidentifierar bilder och filmer med människor (Capture). På så sätt hanteras datamängderna gemensamt och vi följer respektive lands regler för insamlandet av datamängder och hanterandet av personlig integritet.

8 De horisontella kriterierna

8.1 Bærekraftig utveckling

Tematikken ligger meget godt inn under det viktige kriteriet bærekraftig utvikling. Å jobbe for å minske dyrekollisjoner med alle dets konsekvenser er et viktig oppgave da de nationella och regionala utmaningarna med djurkollisjoner är stora. Viltolycksproblematiken är i viss mån ett landsbygdsproblem, där det behövs ny teknik för en säker djurvälfärd och säkrare kollektivtrafik. Det kommer inte finnas möjlighet att anlägga viltstängsel och broar för djuren i stora delar av Sverige och Norge, och viltvarnande teknik kommer innebära nya verktyg för att minska antalet viltpåkörningar. Noe som gir både en en mer robust järnvägsinfrastruktur, sikrere transport og at dyrelidelsene minker.

8.2 Jämställdhet mellan kvinnor och män

I projektet arbeitar vi för en jämställd fördelning mellan kvinnor och män. I projektet har 9 män och 10 kvinnor aktivt medverkat under perioden fram till 2022-09-30. Innenfor

forskningsområdet er det en forholdsvis jevn kjønnsfordeling, og det har derfor vært naturlig å ansette med jevn kjønnsfordeling.

8.3 Lika möjligheter och icke-diskriminering

Inom projektet gäller lika villkor för samtliga projektdeltagare. Inga former av kränkande särbehandling eller trakassier tolereras. Alla behandlas med respekt. Reglerna i arbetsrätten, både i Norge och Sverige iakttas om eventuella åtgärder behöver vidtas. Hänsyn tas till att bidra till bibehållen arbetskraft på landsbygd och mindre tätbefolkade delar av landet. Både gjennom at vi har benyttet lokale personer til å bytte batterier og se til MASS-enhetene som er montert opp i felt, og til å inkludere lokførere og blant annet Spordrift i Norge for bistand i felt.

9 Informasjon og kommunikasjon

Information och kommunikation är en central aktivitet inom projektet och redovisas därför som ett eget arbeidspaket, i kapitel 3.3 i denna rapport.

Material om och från projektet publiceras på hemsidan:

https://www.viltchtrafik.se/sv_se/viltsakerjarnvag/

10 Forankring av prosjektets resultat og effekter

Prosjektet er godt forankret i både Norge og Sverige. På norsk side er Bane NOR, Norske Tog og Jernbanedirektoratet meget berørte av problemet, og er med på å finansiere forskningen även etter dette prosjektet fram till 2024. I tillegg stiller togoperatørene med egeninnsats i forhold til at togførerne samler data gjennom drift av DASS-enhetene. I Sverige har Trafikverket finansiert grunnforskning innenfor temaet siden 2015, og fortsätter finansieringen av videre forskning under 2023-2026. Därutöver kommer Trafikverket att installera en första fullbevakade faunapassage i plan med viltvarningsystem i enlighet med projektets förslag. Våra experimentella MASS enheter önskas användas i andra projekt för säkring av stängselöppningar. Med andra ord, det finns i båda länder ett uttalat behov av kunskap och innovativa lösningar. Båda länder välkomnar och stöttar ett gränsöverskridande samarbete för att snabbare komma fram till en implementeringen som gynnar båda.

Vi har tidligere etablert et samarbeid med togoperatørene VY, SJ og Cargo Net. Deres ansatte er svært interesserte i å få på plass tiltak som vil føre til at det blir færre viltpåkjørsler. Mange tog- og lokførerne rapporterer om mye stress i sin arbeidshverdag på grunn av påkjørslene. Disse aktørene har vært, og skal fortsette å være, aktive partnere for gjennomføring av datainnsamling/feltarbeid samt skal bidra inn i en arbeidsgruppe for å plassere høyttalere på tog. Det å ha med de viktigste aktørene fra jernbanesektoren i prosjektet bidrar til å sikre

gjennomføringen, og at resultatene i prosjektet får praktiske konsekvenser. Tidligere forskningsprosjekt som ligger til grunn for dette prosjektet har fått stor medial oppmerksomhet og har bidratt til stor interesse for disse tekniske løsningene vi nå ønsker å teste på nye måter. I tillegg har vi etablert faggrupper både på norsk og svensk side med personer med god kjennskap til problematikken. På norsk side består faggruppen av blandt andre Bane NOR, Norske Tog, Statens Vegvesen, Skogeierforbundet, Norges Jeger- og Fiskerforbund og UiO. På svensk side har man en referansegruppe som består av Trafikverket, SJ, Viltolycksrådet och Jägareförbundet. Dessutom har kontakter etablerats med parallela projekt kring tågteknik, kommunikation och järnvägssäkerhet (t ex Projket Tåg i Tid, Säkra Järnvägar etc).

Vi erfarer en stor interesse for tematikken både regionalt, nasjonalt og internasjonalt, og at det ligger til rette for å få frem et høyst kommersialiserbar produkt etter hvert. Vi har vel etablerte kontakter med regionale tekniske utviklere som har kompetanse til å utvikle den teknikken vi etterspør i prosjektet. Store internasjonale togprodusenter som Stadler og Alstom har også kontaktet oss med ønske å ta del av vår forskning. Samtidig er det viktig for oss at vår forskning forblir uhildet og tilgjengelig for alle, det medfører at vi ikke kan gjøre bindene avtaler med noen. Vi anser at den store interessen fra togdrifere, organisasjoner, firmaer og allmennhet er med på å holde fokuset på at det store problemet med dyrepåkjørsler skal løses, og at dette prosjektet skal bidra til det.



11 Aktiviteter och ekonomi

11.1 Aktiviteter

Projektet har inkluderat tre arbetspaket som alla har bedrivits parallellt:

11.1.1 Järnvägsbaserad viltvarning

I detta arbetspaket har vi vidareutvecklat MASS systemet från tidigare år och tillverkat ett trettiotal nya MASS3 enheter. Utvecklingen gjordes i samarbete med företagen Sweco och Flox, tillverkningen skedde i egen regi och med hjälp av EikLab i Norge.

Dessa MASS3 enheter placerades sedan vid 29 utvalda ställen längs järnvägssträckor i Dalsland, Bergslagen, längs Rørosbanen og Gjøvikbanen. Platserna hade valts ut i samråd med Trafikverket, Bane NOR och Spordrift, och kameraövervakats sedan våren 2021 för att identifiera de viltrikaste områden. MASS3 enheterna aktiveras av tillfälligt passerande djur, besöksfrekvensen är alltså i hög grad beroende av hur enheterna positioneras. Sedan vintern 2021/22 pågår fältstudierna och enheterna kontrolleras regelbundet, justeras vid behov och de inspelade videon lagras på Capture-plattformen för vidare analys.

Den tekniska utvecklingen och praktiska tillverkningen har varit mycket tidskrävande, men resultatet har blivit mycket tillfredställande. MASS enheterna ska användas under kanske 1-2 år framöver; vi har även fått förfrågningar att testa MASS enheter vid stängselöppningar utanför järnväg och på ren. Vi räknar därför med en mycket bredare användning än ursprungligen planerat.

Aktivitet	Beskrivning	Andel i projekt
Teknisk utveckling och funktionstest av MASS3-enheter	Uppdatering av befintliga enheter och framtagning av runt 30 nya MASS3 enheter enligt uppdaterad konstruktionsplan med funktion för ljussignal, input från ny rörelsedetektorer och förbättrad strömförsörjning, ny funktion för automatisk bildöverföring	25%
Tillämpningsstudier med MASS3 vid järnväg	Urval av testplatser med Trafikverket, kameraövervakning, installation av MASS3 enheter och kontinuerlig uppföljning och datainhämtning. Sammanställning och analys av videomaterialet, redovisning av resultat.	15%

11.1.2 Tågbaserad viltvarning

Detta arbetspaket bygger på våra tidigare pilotstudier där lokförare filmade djurens beteende vid järnvägen samt på den tekniska utvecklingen av MASS3 enheter i AP1. Vi utvecklade en mobil kamera&uppspelningsenhet (DASS) som aktiveras av lokföraren. Utvecklingen gjordes i samarbete med Flox Robotics AB, men enheterna tillverkades i egen regi vid SLU och med hjälp av EikLab i Norge. Ett 40-tal enheter har tillverkats och har börjat användas nu av

lokförare från SJ, Norske Tog, Vy och Cargo Net. Tillsammans med tågoperatörerna tog vi fram en säkerhetsrutin och sökte tillstånd för användning av DASS enheterna. Vi har fokuserat på långsamtgående tåg (regionaltåg, godståg) på sträckor med hög frekvens av djurpåkørelser, t ex Rørosbanen, Nordlandsbanen, Gjøvikbanen, Tjustbanan og Kinnekullebanan.

Vi utgick ifrån att kunna montera höytalare på tog relativt raskt i början av projektet slik at vi kunne starte med å sende lyd ut fra togene, men dette har blitt forsinket på grunn av strenge sikkerhetsregler og behov for nye helt tilpassede høytalere. Dette håper vi vil være mulig å få til i et nytt prosjekt under 2023-2024. Vi har startet en arbeidsgruppe som skal se på mulighetene med deltakere fra Bane NOR, Norske Tog, Vy, Cargo Net, SJ og Fakultet for informasjonsteknologi og elektroteknikk ved NTNU for att løsa oppgiften.

Aktivitet	Beskrivning	Andel i projekt
Teknisk utvikling og funksjonstest av DASS-enheter	Utvikling og tillverkning av ca 40 DASS enheter, forberedelse for utøkt funksjon for automatisk bildoverføring	15%
Tågbaserad filmning	Urval av jernvægsstræcker og tågtypen, samråd med lokføreren ved SJ og andre tågoperatører om filmningsaktivitet samt tilstand. Arbeide kring høgtalarfunksjonen og placering. Sammanstilling og analys av videomaterialet från lokføreren, redovising av resultat.	10%

11.1.3 Kommunikasjon & projektledning

Att genomföra tester i infrastrukturmiljø og utvikle tekniske åtgærdsprinsipen som ska kunna komma till användning kræver en bred samverkan og kommunikasjon med mænga berørde myndigheter, foretag og organisasjon. Vi har opplevd ett tydeligt interesse från myndigheter og media, særskilt i Norge. Projektet har blitt omnæmt i ett 30-talls nyhetsoppslag i nasjonale og lokale norske aviser. Projektet har også blitt presentert i et fem-minutters innslag i TV2-nyhetene, i flere radiointervjuer, og vi har fått flere forespørsler fra andre tv-medium om å få filme fra forskningen vår.

Vår innenfor projektet utviklede hemsida ([Viltvarning for sårkere jernvæg – Vilt og Trafik](#)) fungerer både til informasjon om projektet for allmennheten og som ett verktøy for lokomotivføreren der de kan legge inn sine filmer fra DASS-enhetene. Vi har også under hele projektperioden hatt intensiv kommunikasjon med ett stort antall forskningskollegaer utenfor Norge og Sverige.

Projektledning, administration og økonomisk redovising av projektet sammanfogar alla aktiviteter men forutsætter også en bra sammanhållning innen gruppen. Tack vare mycket tæta avstæmninger (veckovis) innen projektgruppen og gemensamma aktiviteter som t ex externa møten, workshops, fæltarbeten, publiceringar har dette arbeide framskridit mycket væl.

Aktivitet	Beskrivning	Andel i projekt
Kommunikation	Kommunikation med involverade projektpartner sker veckovis, med uppdragsgivare / avnämare / referensgrupper regelbundet eller vid behov. Mediakontakter togs i samråd med kommunikatörer vid projektparter och finansierarna. Täta utbyten med teknikonsulter, särskilt under utvecklingsfasen; möten med andra företag, organisationer och projekt som berörs av vårt arbete. Internationella kontakter med relaterade projekt. Utveckling av hemsidan.	20%
Projektledning	Planering, uppföljning och kontinuerlig anpassning av fältarbete och datainsamlingen. Samverkan med externa parter och kommunikation. Analys av resultat och statistisk bearbetning sker löpande. Slutrapportering sker under höst 2022 och arbetet med vetenskaplig publicering fortsätter även efter projektavslut.	15%

11.2 Ekonomiskt resultat

Projektets kostnader har i stort sett följt budgeten, även om inte alla budgeterade medel kunde förbrukas. Differensen beror dels på en förändring i personalsammansättningen som inte helt kompensades genom nyanställning eller ökat arbete av övriga medverkanden, och dels på förseningar för tillståndet att utföra experiment med tåg baserad viltavvärjning som medförde lägre kostnader i arbetspaket 2.

Tabell 2. Ekonomisk sammanställning från projektet under perioden 2021-03-01 – 2022-09-31.

KOSTNADSSLAG **	Budget Sverige	Budget Norge	Summa budget (EUR)	Utgifter Sverige	Utgifter Norge	Summa utgifter (EUR)	Differens	Kommentar
Lönekostnader inom projektet, inkl OH*	165 912	71 359	237 270	118 970	147 240	266 210	- 28 940	förändringar i personalsammansättning, flytt av tjänst till lön
Resor och logi	8 848	6 353	15 201	5 847	18 227	24 073	- 8 873	avvikelser i val av testplatser
Externa forskartjänster	125 837	-	125 837	124 472	-	124 472	1 365	Enviroplanning
Tekniska tjänster	36 375	77 901	114 276	30 940	10 630	41 570	72 706	Flox, Sweco, Huntrap, EikLab
Material, Utrustning	85 800	81 888	167 688	33 210	13 904	47 114	120 574	mindre materialinköp till AP2
Summa (EUR)	422 771	117 375	488 262	276 133	114 502	390 635	97 627	
Extern medfinansiering av lönekostnader *	51 884	120 125	172 009	37 306	75 498	112 804	59 205	

* Interreg finansierar schablonkostnader motsvarande 15% av direkta lönekostnader vid en maximal timkostnad på 700 NOK. Överskjutande lönekostnad måste medfinansieras med externa medel.

** Tillämpade valutakurser: budget (17 dec 2020), slutrapport (15 nov 2022)

12 Forslag og ideer

Vi ser en stor utvecklings- och kommersialiseringspotential i produkter som baseras på kunskaperna vi tar fram i projektet. Det norska och svenska järnvägsnätet är i stora delar helt oskyddat mot kollisioner med vilt och ren. Förutsättningarna att motverka dessa kollisioner skiljer sig mellan berörda parter då kostnaden för kollisioner med djur är specifik för fordonsägare. Infrastrukturägaren (Trafikverket, Jernbanedirektoratet etc) har ingen direkt kostnad för påkörningar, annat än för eftersök och utbetalning av ersättning för renskötsel. Ansvar för att utveckla och tillämpa åtgärder är därmed delat mellan fordonsägare och infrastrukturägare.

Våra studier visar att ett **stationärt system** för viltvarning kan vara en mycket enkel och kostnadseffektiv lösning. Det behövs dock avslutande experiment för att utvärdera effektiviteten i verklig trafikmiljö, dvs med tågaktiverade system som säkrar längre sträckor. Vissa tekniska detaljer i t ex kommunikation mellan tågdetektor, en central styrenhet och högtalarna som placeras längs med järnvägen behöver utvecklas. Dessa frågor avser vi att besvara i vår nya ansökan om Viltvarningsprojekt 2 som medfinansieras av Trafikverket, BaneNor och Norske Tog. Vi vågar tro att en kommersiell lösning snart kan tas fram och installeras.

Stationära system kommer dock inte kunna åtgärda påkörningsrisken överallt och behöver därför kompletteras av ett mobilt, **tågbaserat system**. Här ser vi ett större forskningsbehov framöver i och med att grundläggande spörsmål om signaltyp och djurens respons ännu behöver besvaras. I vårt nya projektförslag om Interreg medel specificerar vi hur dessa studier kan genomföras.

Samtidigt är de tekniska utmaningarna större och kan enbart lösas i samarbete med fordonstillverkare. Ett effektivt viltavvärjningssystem för tåg måste involvera avancerad teknisk som värmekameror, AI-styrd bildanalys i realtid och GPS baserad kommunikation med trafikcentraler. Järnvägssektorns interna kommunikation, och i synnerhet rutinerna för t ex rapportering av påkörningar eller fel längs järnvägen är grovt föråldrade och det krävs en omfattande ändring av den digitala infrastrukturen och regelverk för att uppnå ett effektivare system. Lyckligtvis pågår utveckling och forskning på flera håll med vilka ett system för olycksförebyggande åtgärder behöver synkroniseras. Denna **samverkan för synergier** utgör en tredje viktig arbetsuppgift inför en effektiv implementering av viltåtgärder – och minskning i antalet viltpåkörningar på skandinaviska järnvägar.

13 Referenser

- Bhardwaj, M., Lodnert, D., Olsson, M., Winsvold, A., Eilertsen, S. M., Kjellander, P., & Seiler, A. (2022). Inducing fear using acoustic stimuli-A behavioral experiment on moose (*Alces alces*) in Sweden. *Ecol Evol*, *12*(11), e9492. <https://doi.org/10.1002/ece3.9492>
- Almås, P. 2021. Use of sound stimuli to elicit a change in moose (*Alces alces*) and red deer (*Cervus elaphus*) behaviour. Master's Thesis 2021, Faculty of Environmental Sciences and Natural Resource Management, NMBU. 36 sider.
- Babińska-Werka, J., et al. 2015. Effectiveness of an acoustic wildlife warning device using natural calls to reduce the risk of train collisions with animals. - *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 38: 6-14.
- Bhardwaj, M., Olsson, M., Hakansson, E., Soderstrom, P., & Seiler, A. (2022). Ungulates and trains - Factors influencing flight responses and detectability. *J Environ Manage*, *313*, 114992. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114992>
- Borda-de-Água, L., Barrientos, R., Beja, P., & Pereira, H. M. (2017). *Railway ecology*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57496-7_1
- Eilertsen, S.M., Winsvold, A., Almås, P & Næstad, F. 2021. Utprøving av skremmelyder mot hjortevilt ved føringsplass, med langsiktig mål om å redusere omfanget av vilt på kjørsler langs jernbane. NIBIO rapport 182(7). 43 sider.
- Huijser, M. P., & McGowen, P. (2010). Reducing Wildlife–Vehicle Collisions. In J. P. Beckmann, A. P. Clevenger, M. P. Huijser, & J. A. Hilty (Eds.), *Safe Passages: Highways, Wildlife, and Habitat Connectivity* (pp. 51-75). Island Press.
- Larsson-Kråk, P. O. 2005. Utvärdering av djurskrämmer vid plankorsningar. Perioden 2002-02-01 till 2004-12-31. - Banverket, BRNB Rapport 2005-02-28.
- Lindstrøm, I. M. (2016). *No mitigating effects of roadside vegetation clearing on ungulate-vehicle collisions in Nord-Trøndelag*. Norwegian University of Science and Technology, NTNU]. Trondheim.
- Mertens, A., et al. 2014. LIFESTRADE - A new LIFE Project for the development of an innovative system to prevent road mortality in central Italy. - In: A. Seiler (ed) IENE 2014 International Conference on Ecology and Transportation. Infra Eco Network Europe (IENE), p. 39.
- Olsson, M. and Seiler, A. 2015. Viltsäker järnväg, Utredning av olycksdrabbade sträckor och förslag till åtgärder. - Trafikverket Publikation 2015:082. <http://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1364530/FULLTEXT01.pdf>
- Rolandsen, C. M., Solberg, E. J., Van Moorter, B., & Strand, O. (2015). Dyrepåkørsler på jernbanen i Norge 1991–2014. *NINA Rapport 1145*, 111.
- Seiler A., Olsson M., Bhardwaj M., Håkansson E. And Söderström P. 2022. Djur på spår – videoanalys av interaktioner mellan djur och tåg. Trafikverket rapport 2022:036. <http://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1660387/FULLTEXT01.pdf>
- Seiler, A. and Olsson, M. 2016. Wildlife and Railways - Oral presentation at the 13th UIC Sustainability Conference, Workshop Sustainable Landuse, 13 Oct. 2016, Vienna, Austria. - In: Seiler, A., et al. 2016. Cost-benefit analyses for wildlife and traffic safety. SAFEROAD Technical report 4. - Conference of European Directors of Roads (CEDR).
- Seiler, A. and Olsson, M. 2017. Wildlife Deterrent Methods for Railways—An Experimental Study. - In: L. Borda-de-Água, et al. (eds), *Railway Ecology*. Springer International Publishing, pp. 277-291.

- Seiler, A., et al. 2014. Workshop: Railways and wildlife - conflicts and solutions. - In: A. Seiler (ed) IENE 2014 International Conference on Ecology and Transportation. Infra Eco Network Europe (IENE), p. 103.
- Seiler, A., Olsson, M., Helldin, J. O., and Norin, H. (2011) Klövviltolyckor på järnväg - kunskapsläge, problemanalys och åtgärdsförslag. Trafikverket Publikation 2011:058: Borlänge. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1364568/FULLTEXT01.pdf>
- Seiler, A., Söderström, P., Olsson, M., and Sjölund, A. (2014). Costs and effects of deer-train collisions in Sweden. In 'IENE 2014 International Conference on Ecology and Transportation'. (Ed. A. Seiler). (Infra Eco Network Europe (IENE): Malmö, Sweden.)
- Shimura, M., et al. 2015. Study of Behavior of Sika Deer Nearby Railroad Tracks and Effect of Alarm Call. - RTRI Report 29: 45-50. Shimura, M., et al. 2018. Development of a deterrent sound for the prevention of deertrain collisions. - In: IENE 2018 international conference. IENE.
- Sivertsen, T. R., Gundersen, H., Rolandsen, C. M., Andreassen, H. P., Hanssen, F., Hanssen, H. G., & Lykkja, O. (2010). *Evaluering av tiltak for å redusere elgpåkjørsler på veg* (Vol. Oppdragsrapport nr.1 - 2010). Høgskolen i Hedmark, Oppdragsrapport nr.1 - 2010.
- Suraci, J. P., Clinchy, M., Mugerwa, B., Delsey, M., Macdonald, D. W., Smith, J. A., Wilmers, C. C., Zanette, L. Y., & Golding, N. (2017). A new Automated Behavioural Response system to integrate playback experiments into camera trap studies. *Methods in Ecology and Evolution*, 8(8), 957-964. <https://doi.org/10.1111/2041-210x.12711>
- Swedish-Transport-Administration 2015. Guideline landscape (In Swedish: Riktlinje landskap) -Swedish Transport Administration (Trafikverket) TDOK 2015-0323.
- Wagner, G., Eilertsen, S.M., Meisingseth, E., Jørgensen, G., Winje, E. & Bjørn, T.A. 2019. Evaluering av teknologiske løsninger mot tamreinpåkjørsler langs Nordlandsbanen. NIBIO Rapport 5(99)2019, p. 97.
- Werka, J. and Wasilewski, M. 2009. Animal deterring devices (UOZ-1) monitoring. - Warsaw University of Life Sciences (Sggw), Faculty of Forestry, Department of Forest Zoology and Wildlife Management

Projektets webbsida: www.viltchtrafik.se

Plattformen där allt bildmaterial från experimenten lagras: <https://capture.slu.se>

Tack

Projektet riktar ett stort tack till våra övriga finansiärer. Trafikverket har finansierat delar av studien inom ramen för FoI-projekt Viltsäker Järnväg (TRV 2019/53639). Delar av kamerautrustningen finansierades med bidrag från Marie Claire Cronstedts Stiftelser. Et stort tack till Bane NOR og Norske Tog for deres engasjement og hvordan de har hjulpet oss med kontakter, kunnskap og regelverk. Særlig ønsker vi å nevne Marit Linnerud og Christopher Schive fra Bane NOR, samt Vibeke Bergmo og Kine Asklien fra Norske Tog. Norske VY og SJ har også vært gode samarbeidspartnere inn i prosjektet.

Ett stort tack till alla lokförare som medverkat i projektet och som under många timmar och utöver sitt ordinarie arbete hjälpt till att ta fram videomaterialet och kompletterande information. Stort tack också till SJ för det goda samarbetet, särskilt med Anders Forsberg (SJ Litteraansvarig lokförare) och Pär Söderström som hjälpt till med kontakter till lokförare samt handhavandeinstruktion för våra kameraenheter. Vi tackar Marcus Lillerskog vid SJ Götalandståg för koordinering av vår filmning vid Kinnekullebanan samt kontakter med lokförare.

Ett stort tack till Trafikverket som finansierade sommarjobbare (Martina Putnik och Carolin Berndt) som varit delaktiga i studien under sommaren 2022, under en mycket aktiv period för projektet. Takk også til feltassistent Sondre Røragen for hans mange turer til fjells i all slags vær for å bytte batterier og minnekort.



Bilagor

1. Projektets webbsida: https://www.viltochtrafik.se/sv_se/viltsakerjarnvag/
2. MASS konstruktionsskiss och bygganvisning ([arbetsmaterial v3](#))
3. DASS konstruktionsskiss och bygganvisning ([arbetsmaterial v2](#))
4. Projektmanual för arbete med DASS enheter vid tåg – Manual version 2022, [svenska](#), [norska](#)
5. [Handhavandeinstruktion för DASS kameror och andra kameror från lok](#) (SJ-M 113/22)
6. Bhardwaj, M., Lodnert, D., Olsson, M., Winsvold, A., Eilertsen, S.M., Kjellander, P., & Seiler, A. (2022). Inducing fear using acoustic stimuli-A behavioral experiment on moose (*Alces alces*) in Sweden. *Ecol Evol*, 12(11), e9492. <https://doi.org/10.1002/ece3.9492>
7. Seiler, A. Olsson, M., Bhardwaj, M., Håkansson, E., Söderström, P. (2022). Djur på spår – videoanalys av interaktioner mellan djur och tåg. Slutrapport. [Trafikverket Publ. 2022:036](#). <http://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1660387/FULLTEXT01.pdf>
8. Bhardwaj, M., Olsson, M., Hakansson, E., Soderstrom, P., & Seiler, A. (2022). Ungulates and trains - Factors influencing flight responses and detectability. *J Environ Manage*, 313, 114992. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114992>
9. Eilertsen, S.M., Winsvold, A., Almås, P & Næstad, F. (2021). Utprøving av skremmelyder mot hjortevilt ved fôringsplass, med langsiktig mål om å redusere omfanget av viltpåkjørsler langs jernbane. NIBIO rapport 182(7). 43 sider. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2830746>
10. Seiler A., Olsson M. (2017). [Wildlife Deterrent Methods for Railways – An Experimental Study](#). In: Borda-de-Água L., Barrientos R., Beja P., Pereira H. (eds) *Railway Ecology*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57496-7_17
11. Lodnert, D. (2021). Evaluating the behavioural response of moose (*Alces alces*) to acoustic stimuli. – [Master thesis at Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Ecology, Uppsala](#), Sweden. Supervisors: Manisha Bhardwaj, Andreas Seiler at SLU, and Mattias Olsson at Enviroplanning AB
12. Almås, P. (2021). Use of sound stimuli to elicit a change in moose (*Alces alces*) and red deer (*Cervus elaphus*) behaviour. – [Master thesis at NBMU, Norway](#). Supervisors: Ronny Steen at NMBU and Karen Marie Mathisen at Inland Norway University
13. Berndt, C., Olsson, M., Bhardwaj, M., Winsvold, A., Eilertsen, S.M., Seiler, A. (2022). [Experimental animal scaring and recording devices](#), Poster presentation at IENE 2022 International Conference on Ecology and Transportation "Connecting people, connecting landscapes", Cluj-Napoca, Romania, 19 – 23 September 2022. <https://2022.iene.info>

14. Seiler, A., Olsson, M., Berndt, C., Bhardwaj, M., Winsvold, A., Eilertsen, S.M. (2022). [Wildlife warning for safer railways – testing technical solutions to prevent animal-train collisions.](#), Oral presentation at IENE 2022 International Conference on Ecology and Transportation "Connecting people, connecting landscapes", Cluj-Napoca, Romania, 19 – 23 September 2022. <https://2022.iene.info>
15. Jasinska, K., Håkansson, E., Wahlman, H., Olsson, M., Seiler, A. (2022). Trends and patterns in train-wildlife collisions in Sweden. - Oral presentation at NKV kongress 2022, Uppsala, 19 – 23 September 2022. <https://www.nkv2022.se/programme/>
16. Bhardwaj, M., Olsson, M., Håkansson, E., Söderström, P., Seiler, A. (2022) Ungulates and Trains – Factors Influencing Flight Responses and Detectability. – Oral presentation at the European IALE Conference 2022, Warszawa 11-15 July 2022. <https://www.iale2022.eu/home.html>
17. Bhardwaj, M., Lodnert, D., Olsson, M., Winsvold, A., Eilertsen, S.M., Seiler, A. (2022) Can Acoustic Stimuli be Used to Reduce Ungulate-Train Collisions? Results of a Behavioural Experiment. – Oral presentation at the European IALE Conference 2022, Warszawa 11-15 July 2022. <https://www.iale2022.eu/home.html>

