

Rapport

Djur på spår – videoanalys av interaktioner mellan djur och tåg

Rapport från projekt Viltsäker Järnväg

Trafikverket rapport: 2022-036



Dokumenttitel: Djur på spår – videoanalys av interaktioner mellan djur och tåg

Skapat av: Andreas Seiler (SLU), Mattias Olsson (EnviroPlanning), Manisha Bhardwaj (Univ. Freiburg), Emma Håkansson (EnviroPlanning), Pär Söderstöm (SJ)

Foto framsida: Jimmi Nilsson

Dokumentdatum: 2022-05-05

Publikationsnummer 2022-036

ISBN: 978-91-8045-022-5

Dokumenttyp: Rapport

Publiceringsdatum: 2022-05-05

Utgivare: Trafikverket

Innehåll

1	SAMMANFATTNING	4
2	ENGLISH SUMMARY	6
3	SYFTE	8
4	BAKGRUND	8
5	METOD	11
5.1	Datainsamling	11
5.2	Databearbetning	13
5.3	Strukturering av data samt analyser	14
5.3.1	Detektionsavstånd	14
5.3.2	Flyktbeteenden	14
6	RESULTAT FRÅN FILMNINGEN	15
6.1	Beskrivande resultat	15
6.2	Detektionsavstånd	17
6.3	Djurens reaktion på ankommande tåg	18
6.3.1	Sannolikheten att djuren flyr	18
6.3.2	Flyktavstånd (FID)	19
6.3.3	Riktning som djuren flyr	22
7	DISKUSSION	22
7.1	Detektion	23
7.2	Djurens respons	23
7.3	Tidigare studier i Sverige	25
7.4	Förslag till fortsatta studier och utvecklingsprojekt	25
8	INFORMATION OCH LÄNKAR	27
9	TACK	28
10	STATISTISKA BEGREPP	28
11	REFERENSER	28

1 Sammanfattning

Antalet viltolyckor på järnväg har ökat under de senaste åren – inte bara i Sverige utan även internationellt. För att förebygga och hantera de ekologiska och ekonomiska effekterna behövs fler åtgärder och kanske även nya åtgärds-strategier. Stängsel och faunapassager har i regel god effekt, men är dyra åtgärder som främst lämpar sig längs särskilt olycksdrabbade sträckor, men inte överallt där viltpåkörning inträffar. Det finns därav ett behov av kompletterande åtgärder som kan förbättra skyddet även längs resterande järnvägsnät.

En av de åtgärder som diskuteras är att förse lokförare med möjlighet att skrämma bort djuren från spåret för att förhindra kollision. Syftet med studien var ta fram grundläggande information om interaktioner mellan vilda djur och tåg. I studien använde vi bilkameror som lokförarna aktiverade när de såg djur framför sig. Interaktionerna analyserades både utifrån djurens perspektiv (deras beteende, flyktavstånd, i vilken riktning de flydde från tåget mm) och lokförarnas möjligheter att se djuren från förarhytten (detektionsavståndet). Djurens flyktbeteenden gentemot tåget och eventuella varningssignaler med tyfonen (alltså tågets varningssignal - tågtutan) analyserades på flera olika sätt, genom att beräkna 1) Sannolikhet att djuren flyr, 2) Flyktavstånd (FID – flight initiation distance) och 3) Riktning som djuren flyr.

Under studien har totalt 635 händelser med älg (*Alces alces*) och rådjur (*Capreolus capreolus*) filmats, fördelat på 397 videosekvenser. För övriga arter som vildsvin och hjort, räv och grävling fanns för få videoinspelningar för att kunna upptäcka mönster i djurens beteende. Under studien har 18 viltpåkörningar kunnat dokumenteras, 7 olyckor med älg och 11 med rådjur.

Detektionsavstånd – Under dygnets ljusa timmar, och när sikten var fri upptäcktes älgar vid spårområdet i genomsnitt redan 299 m från tåget och rådjur upptäcktes på ett avstånd av 215 m. Men när växtlighet och terrängförhållanden hindrade sikten eller vid mörker och skymning, minskade detekteringsavståndet signifikant till runt 100 meter i genomsnitt.

Sannolikheten att djuren flyr - Rådjur var mest benägna att fly från ett ankommande tåg när de stod uppe på spåret under dagtid. Sannolikheten för älgar att fly från ankommande tåg påverkades inte av djurens utgångsläge vid järnvägen (alltså om de var uppe på järnvägsbanken eller bredvid järnvägen), tiden på dygnet, tåghastigheten eller användningen av varningshorn.

Flyktavstånd - I de flesta fall flydde rådjur och älgar från ett mötande tåg, med ett genomsnittligt flyktavstånd (FID – flight initiation distance) på 78 m respektive 79 m. De tillfällen som lokförarna använde tyfonen flydde rådjur i genomsnitt 44 m tidigare, dvs flyktavståndet ökade, medan älgars flyktavstånd inte påverkades av tyfonen. Tyfonen påverkade även riktningen som rådjur flydde – men tyvärr på ett icke önskvärt sätt. När lokförarna använde varningshornet hade rådjuren betydligt större risk att fly mot järnvägen eller längs spåren än snabbaste vägen bort från spåret.



Dessa rådjur påbörjade flykt ca 50 m från tåget. Tidigt i filmsekvensen syns de röra sig mot vänster i bilden och vände tvärt om när de upptäckte tåget, för att fly över spåret, tillbaka där de kom från.

Riktning som djuren flyr - Rådjur var mer benägna att fly bort från spåren (alltså ut mot omgivande terräng) när de befann sig inom eller utanför järnvägskorridoren än när de befann sig uppe på själva spårområdet. Individer som befann sig uppe på spåren var betydligt mer benägna att fly mot, över eller längs spåren än kortaste vägen bort från spåren. När lokförarna använde varningshornet valde rådjuren oftare att fortsätta fly mot järnvägen (ofta i sin rörelseriktning) eller längs spåren än kortaste vägen bort från spåret. Möjligen påverkar terrängförhållanden i omgivningen rådjurens rörelseriktning, om det är mycket sly omkring järnvägen eller höga snövallar kan den till synes enklaste flyktvägen vara uppe på spåren, speciellt i en stressad situation. Älgarnas flyktriktning påverkades inte av deras utgångsläge kring järnvägen, tågets hastighet eller användningen av varningshornet.

Genom att filma djurens beteende från lokförarnas hytt har vi fått ökade kunskaper om hur rådjur och älgar reagerar på framrusande tåg. I de allra flesta fall flyr djuren från tåget i god tid, t o m innan de blev synliga på videon. Hur djuren upptäcker tåget, om det är främst visuella eller akustiska signaler som utlöser flykten är oklart, men resultaten antyder att ljud kan spela en stor roll. I de fåtal tillfällen där en kritisk situation uppstår, eller en kollision inträffar reagerar djuren för sent, de reagerar inte alls eller så reagerar de på fel sätt. Det är troligt att en tidig varning skulle kunna ge djuren möjlighet att välja rätt flyktväg och initiera flykten tillräckligt tidigt för att undvika olyckan.

Det finns en tydlig begränsning i lokförarnas möjlighet att upptäcka djuren och därmed utfärda en varning i tid, särskilt vid sämre ljusförhållanden och dålig sikt.

Detektionsavståndet kan förbättras genom ny teknik, tex värmekameror eller annan sorteknik, eller strålkastare med längre räckvidd för att ge ökad sikt under mörka perioder. Därtill behövs fler studier om vilka typer av viltvarnande signaler som fungerar bäst. Vi har i denna studie sett att användning av tyfönen ökar flyktavståndet för rådjur, de flyr alltså tidigare från spårområdet om lokföraren signalerar med tyfönen. Men det kan finnas andra typer av akustiska signaler som fungerar effektivare. Fortsatta studier och teknikutveckling inom detta område behövs för att finna effektiva åtgärder för att minska påkörningsrisken på järnväg.

2 English summary

Wildlife on tracks – video analyses of animal-train encounters

Wildlife accidents on railways have increased steadily in recent years - not only in Sweden but also internationally. To prevent and manage the ecological and socio-economic effects, more 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, but not everywhere where accidents occur. They therefore need to be supplemented by measures that can provide some protection even along the remaining railway networks.

One of the measures being discussed is to provide train drivers with the opportunity to scare animals off the track to avoid collisions. In this study, we used mobile car-cameras 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). The aim was to evaluate the animals' flight behavior and to identify the factors that affect the train driver's detection ability of animals. Animal flight behavior towards the train and to warning signals were analyzed by calculating 1) Probability of flight, 2) Flight distance (FID - flight initiation distance) and 3) Flight direction.

During the study, a total of 635 events with moose and roe deer were filmed, divided into 397 video sequences. For other species such as wild boar, fallow deer, fox and badger, we obtained too few video recordings to be able to detect patterns in the animals' behavior. During the study, 18 wildlife collisions were documented, 7 accidents with moose and 11 with roe deer.

Detection distance - When visibility was unobstructed and light conditions good, moose were detected in the track area on average already 299 m from the train and roe deer 215 m. But when vegetation and terrain conditions obstructed visibility or in darkness and twilight, the detection distance decreased significantly to around 100 meters on average for both species.

Flight probability – Roe deer were most likely to flee from an oncoming train when they were up on the track during the day. The probability of moose escaping from arriving trains was not affected by the animals' starting position at the railway, the time of day, the train speed or the use of warning horns.

Flight distance - In most cases, roe deer and moose fled from an oncoming train, with an average flight initiation distance (FID) of 78 m and 79 m respectively. Roe deer began to flee at a longer distance from the train when train drivers used the typhoon to scare the animal.

Flight direction – Roe deer were more likely to flee from the tracks (i.e. towards the adjacent terrain) when they were near the railway than when they were up on the track area itself. Individuals who were on the tracks were significantly more likely to flee along the tracks (either from or towards the train) than away from the tracks. When train drivers used the warning horn, roe deer were significantly more often fleeing towards the railway or along the tracks than away from the track towards safety. Flight direction in moose was not affected by

their starting position around the railway, the speed of the train or the use of the warning horn.

By filming the behavior of animals from the train drivers' view, we have increased our knowledge about how roe deer and moose react to oncoming trains. In most cases, the animals flee from the train well in advance, even before they became visible on the video or to the driver. How animals detect the train, by visual or acoustic signals, is unclear, but the results suggest that sound can play a major role. In the few times where a critical situation arose or a collision occurred, the animals reacted too late or not at all, or in the wrong way. It is likely that an earlier warning signal could give the animals the chance to choose the right escape route and initiate flight early enough to avoid an accident.

One limitation is however the train drivers' ability to detect animals and initiate a warning in time. The detection distance can be improved by new technology, such as thermal cameras or headlights with a longer range to provide increased visibility during dark periods. In addition, more studies are needed to evaluate which type of warning signals that are suitable. In this study, we have seen that the typhoon increases the flight distance in deer, i.e., they flee earlier from the train when the driver signals with the typhoon. But there may be other types of acoustic signals that work even more efficiently also in other species. Increased research and technological development in this area is necessary to develop new measures.



3 Syfte

Trafikverket bedriver sedan 2015 forskningsprogrammet Viltsäker Järnväg¹ i samarbete med SJ, SLU och EnviroPlanning AB. Programmet Viltsäker Järnväg ska öka kunskaper kring viltpåkörningar på järnväg och bidra till utveckling av kostnadseffektiva åtgärder. I föreliggande delprojekt studeras vilda djurs respons på framrusande tåg. Rapporten fokuserar på älg och rådjur, men även andra arter har dokumenterats, dock i för begränsat antal för att bidra till resultaten. Studien ska användas som underlag i den kommande utvecklingen av nya åtgärdskoncept för att motverka djurkollisioner på järnväg.

4 Bakgrund

Viltolyckor på järnväg har fått ökad uppmärksamhet under de senaste åren – inte bara i Sverige utan även internationellt (Borda-de-Água et al. 2017; Olsson and Seiler 2015; Seiler et al. 2011). Mellan 4000-6000 påkörningar med vilda djur och ren har registrerats i Sverige per år under de senaste decenniet och trenden är ökande (figur 1). Mörkertalet i statistiken är okänt men förväntas vara stort särskilt för mindre- och medelstora däggdjur, fåglar, kräldjur mm.

Även om viltolyckor på vägar är betydligt fler totalt sett (ca 65 000 år 2021), så är viltolycksfrekvensen per kilometer järnväg upp till 2-5 ggr högre än på statliga vägar. Järnvägar intar därmed en särställning och utifrån olycksrisken kan järnvägarna vara en betydligt mer farlig miljö för djuren än bilvägar (Seiler et al. 2011).

Viltpåkörningar på järnväg uppskattas kosta samhället uppskattningsvis 1-1,5 miljarder kronor varje år i form av reparationer och trafikstörningar (Seiler et al. 2014). Därmed är kostnaden för en genomsnittlig viltolycka avsevärt högre än på väg, trots att det inte förekommer några personskador i samband med viltpåkörningar på järnväg. De höga reparationskostnaderna uppkommer bland annat av de skador som sker på lokens främre delar där elektronik etc. kan skadas vid kollision. Skadorna leder till trafikstörningar och förseningar som kan vara under flera dygn då loket är ur bruk. Därutöver uppstår betydande problem för renskötseln, förluster för jaktförvaltning och belastningar för lokförarnas arbetsmiljö som dock är svåra att översätta i monetära termer.

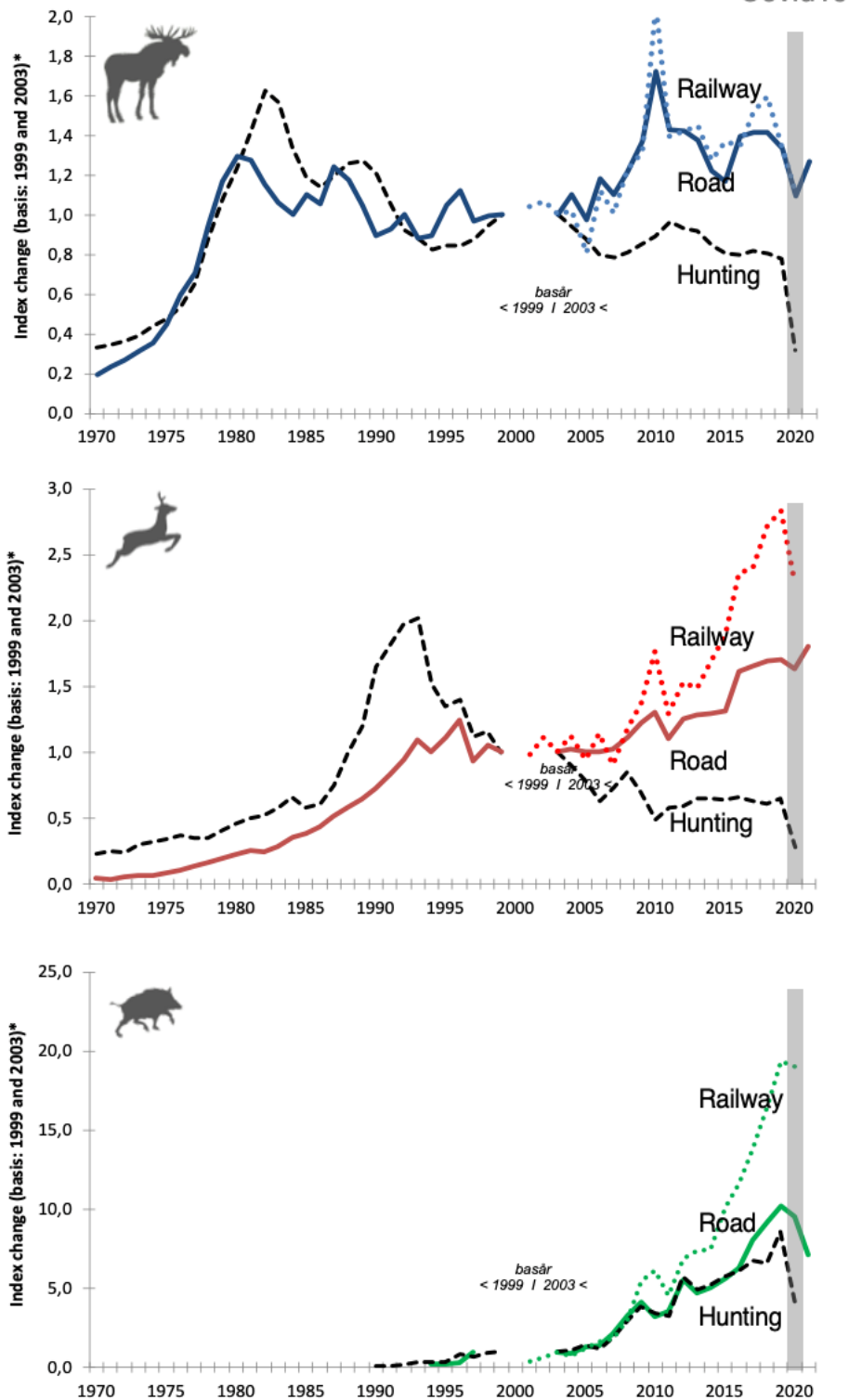
Viltstängsel utgör idag i princip den enda effektiva åtgärden som Trafikverket kan vidta för att minska olycksrisken med vilt. Men stängsling av järnväg är mycket kostsam och skapar vandringshinder för djuren vilket medför ett krav på passageåtgärder² både för vilda djur och för ren. Stängsel kan vara befogade vid särskilda olyckskoncentrationer och hotspots (figur 2), men knappast som en standardåtgärd längs hela järnvägsnätet. Det efterfrågas mer kostnadseffektiva åtgärder som inte ökar barriäreffekterna och i stället upprätthåller viktiga ekologiska funktioner i landskapet.

Forskning med nya, alternativa åtgärder pågår på flera håll i världen (t ex Babinska-Werka m fl 2015, Backs 2017, Shimura m fl 2018), men kunskaper om djurens reaktioner på tåg är ännu mycket begränsade (Rea m fl 2010). Med vårt projekt avser vi att ge en bättre insikt i samspelet mellan tåg, lokförare och större däggdjur.

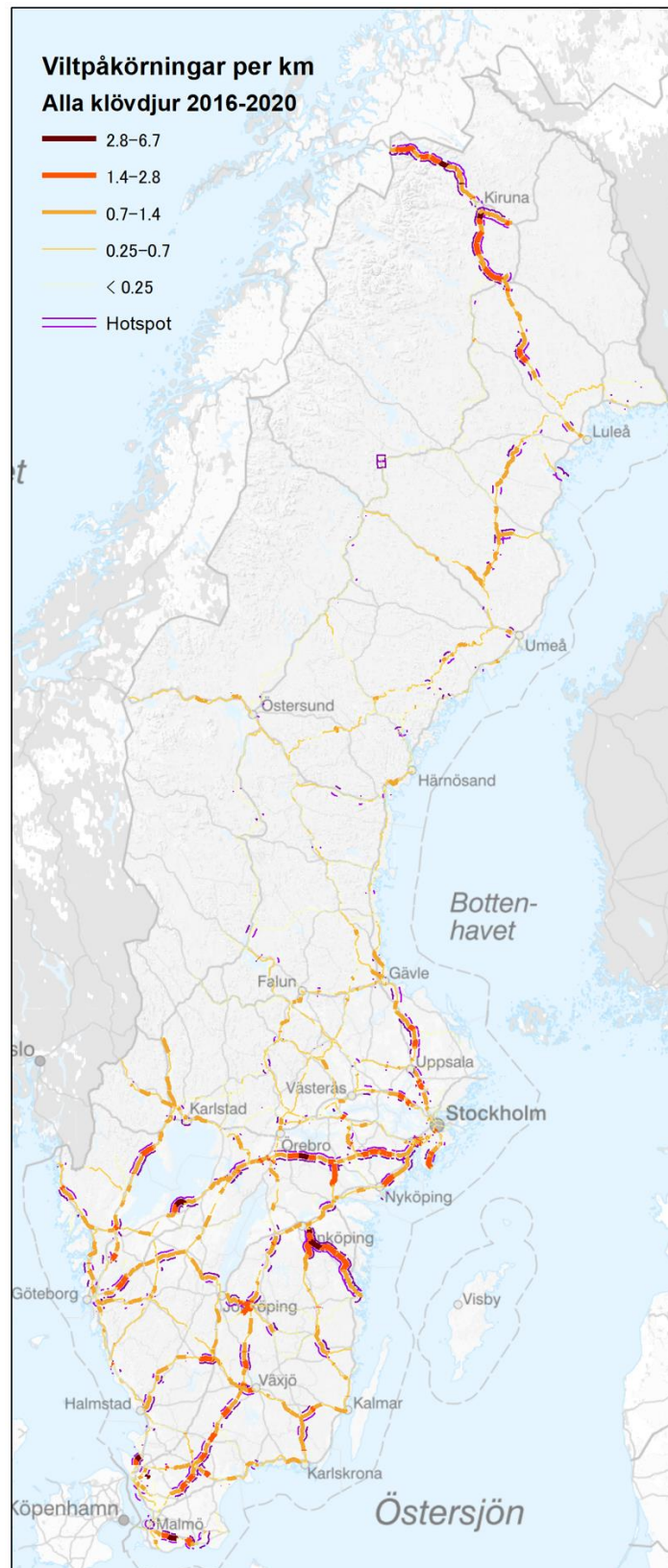
¹ <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/jarnvag/viltsaker-jarnvag/>

² Riktlinje landskap, version 3, TDOK 2015:0323

Index change



Figur 1. Relativ förändring i älg-, rådjurs och vildsvinsolyckor på järnväg och på väg mellan 1970 och 2020 - i förhållande till avskjutningsstatistiken. Efter år 2001 har järnvägsolyckorna för båda arter ökat med ca 3 % per år, vilket är mer än ökningen i antal tågkilometer. Vildsvinspåkörningar har ökat runt 20 ggr sedan början på 2000-talet. Datakällor: Ofelia, Trafikverket och Viltdata.se



Figur 2. Fördelning av de mest olycksdrabbade järnvägssträckorna under perioden 2016 – 2020. Påkörningsfrekvensen beräknas per km och år, hotspots utmärker sträckor med olycksbelastning över 1 påkörning per km och år i genomsnitt.

5 Metod

5.1 Datainsamling

Videodokumentationen startades vintern 2015 genom samarbete mellan SJ och SLU. Gemensamt utvecklades säkerhetsriktlinjer för hantering av kameror under lokförarnas arbetsrutiner³ och efter initiala tester med olika kameratyper utrustades ett flertal lokförare med mobila bilkameror⁴ som kontinuerligt spelar in video (i 2-3 minuters sekvenser). När kameran larmas, skrivskyddas den aktuella videosekvensen medan sekvenser där inget larm skett skrivs över när diskutrymme behövs. Sekvenserna innehöll alltså videomaterial upp till någon minut före det att djuren upptäcktes och lokföraren larmade kameran. Detta gav oss möjlighet att studera djurens respons och detektionsavstånd oberoende av lokföraren (figur 4, 5).

Under åren 2015 till 2019 har 24 lokförare bidragit till studien. Varje lokförare har haft en egen kamera som den använt under arbetspasset. Lokförarna instruerades att aktivera inspelning närhelst de upptäckte djur inom eller nära spårområdet. Kamerorna monterades med sugknapp på insidan av lokets framruta och anslöts via USB till elförsörjning.



Figur 2. Bild på bilkameran som används i projektet. Foto: SJ.

Efter avslutat arbetspass överförde lokföraren de inspelade filmsekvenserna via projektets hemsida <http://www.vilt och trafik.se/viltsakerjarnvag/> till lokal lagring för fortsatt bearbetning och analys. Vid uppladdning av en videosekvens uppgav lokförarna information innefattande datum och tid för händelsen, tåginformation (rutt, tågmodell, identifikationsnummer), vilken art som var med i händelsen, tågets hastighet, och om lokföraren använt varningssignal.

Filmer som visade människor raderades eller avpersonifierades. Vissa filmsekvenser valdes ut för publicering i samråd med lokförarna och ledningsgruppen bestående av representanter

3 SJM 11/18. [Handhavandeinstruktion för Mobilkamera vid filmning av djur från tåg](#). gäller 2018-02-01 – 2019-01-31

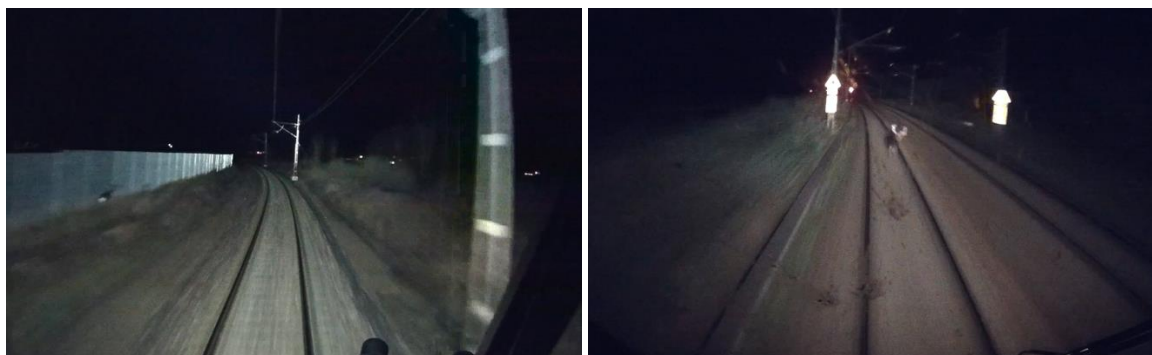
4 DOD LS460W, <http://www.dod-tech.com>

för Trafikverket och SJ. Arbetsrutiner har skapats för de fall där den kontinuerliga inspelningen filmat eventuella lagbrott eller olyckor med människor. Polisen hade i dessa fall rätt att radera minneskortet i kameran.

Lokförarna har i regel ett mycket begränsat synfält framför sig. Även ett så pass stort djur som rådjur kan vara svår att upptäcka, särskilt på natten. I och med att tåget körs i en s.k. ”säkrad rörelse”, används strålkastarna snarare som varseljus och inte för lokförarens orientering. Detta innebär att det endast är möjligt att upptäcka hinder på spåret inom ett mycket begränsat avstånd under dygnets mörka timmar. Kvalitén på videoinspelningen varierar med ljusförhållandena men bedöms vara acceptabel för mål-arterna som i denna studie är rådjur och älg. Lokförarna själva ansåg att kamerorna återger mycket väl det de själva kunde se och uppfatta i verklighet.



Figur 3. Vänster: Flyende älg strax innan den blev påkört av tåget. Älgen varseblev tåget då lokföraren varnade med tyfonen upprepade gånger, men försökte tyvärr fly längs med järnvägen i stället för att lämna banvallen. Kollisionen ledde till omfattande skador på tågfordonet (X2000). Höger: Ett rådjur försöker korsa spåret omedelbart framför tåget men missbedömer tågets hastighet och blir påkört. Endast mindre skador uppstår på loket.



Figur 4. Vänster: Rådjur flyr tåget längs insidan av ett ensidigt personskyddsstängsel. Djuret blev inte påkört; men i andra fall har djur som kommit emellan stängslen blivit påkörda. Höger: Dovhjort som går långsamt på spåret utan att till synes uppfatta tåget bakom sig. Djuret blev påkört.

5.2 Databearbetning

Filmmaterialet används för att bedöma om, när och hur djuren reagerar på ankommande tåg. Djurens reaktion sätts i relation till t ex tågets hastighet, ljusförhållandena och avståndet mellan tåg och djur. Det är i många fall inte möjligt att se när djuren upptäcker tåget, men det går att avläsa förändringar i djurens beteenden som t ex en initierad flyktrespons.

Lokförarnas filmer analyserades av forskare och forskningsassistenter i projektet. Det noterades art och typ av händelse, tidpunkt, ljusförhållanden med mera; djurets initiala position och avstånd till tåget, samt om, när och hur djuren reagerade på tåget eller ev. varningssignaler. Antal individer i filmsekvensen noterades och i analysformuläret skapades en händelse per individ.

Detektionsplats – För att kunna förklara betydelsen av var djuren befinner sig vid spåret delades djurets detektionsplats in i tre kategorier. 1) uppe på banvallen, 2) inom järnvägskorridoren, 3) utanför järnvägskorridoren (Figur 5). Järnvägsområdet avslutades i många fall med ett dike, ett säkerhetsstängsel eller att det var en synlig skillnad i vegetationsröjning.

Detektionsavstånd - Det initiala avståndet mellan tåg och djur (när djuret blev synligt i filmerna) mättes genom att beräkna avståndet mellan tåg och djur, utifrån antal kontaktledningsstolpar (kontaktledningsstolparna sitter med 60 m mellanrum vid raksträcka och 50 m vid kurva). Avståndet motsvarar även en tid som djuren har till förfogande tills tåget nått djurens startposition (alltså där de först syntes i videon), där tiden är beroende av tågets hastighet. Djurens beteende beskrevs i startpositionen samt även på vilket sätt som djuren ändrade beteende när tåget närmade sig.

Flyktavstånd (FID – flight initiation distance) – Avståndet mellan tåget och djuret, vid den punkt där djuret började fly från spåret. Avståndet beräknades utifrån antalet kontaktledningsstolpar mellan tåget och djurets position där flykten påbörjades. Djur som redan var i flykt vid första detektionen användes inte i denna analys.

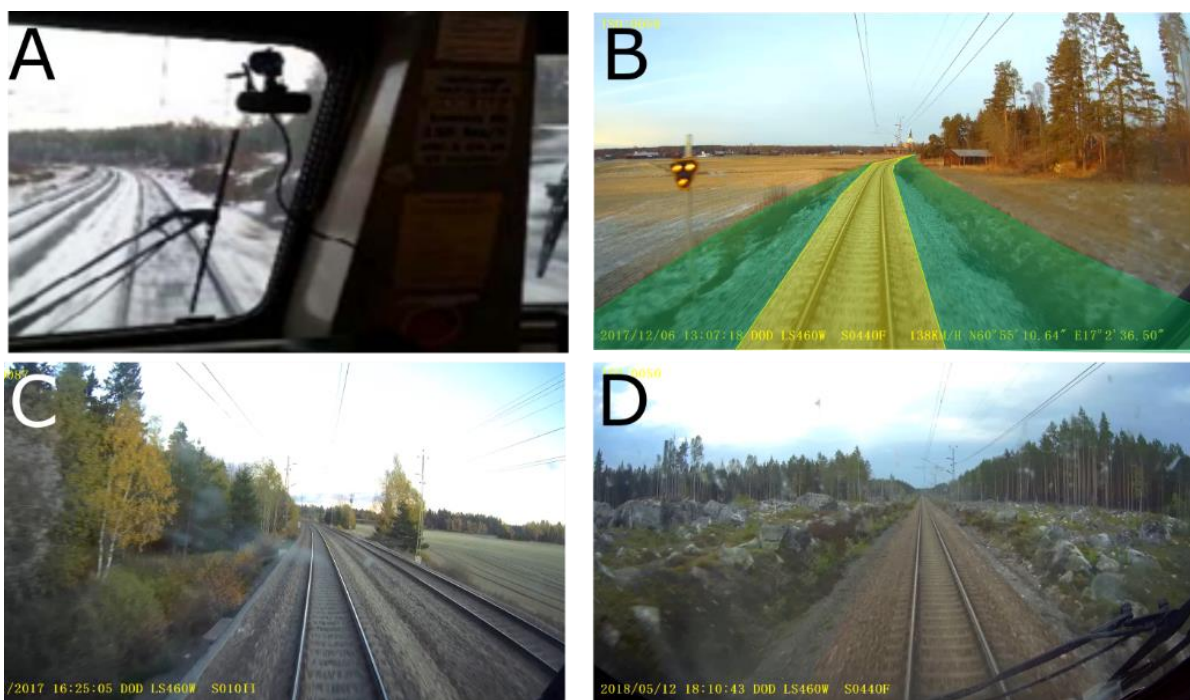
Sannolikhet att djuren flyr – Binärt mått (0 – flyr inte, 1 – flyr) som definierar om djuren flyr eller står kvar under filmsekvensen.

Riktning som djuren flyr – Om djuren flyr, definierades flyktriktningen antingen som 1) bort från järnvägen och mot säkerhet eller 2) flykt över eller längs med spåret, dvs mot ökad risk.

Tågets hastighet – För att beräkna tågets hastighet noterades tiden för tåget att passera 20 kontaktledningsstolpar vid raksträcka, där de sitter 60 m från varandra.

Skymd sikt – Det noterades om djuret var skymd från förarplatsen utifrån tre olika företeelser; 1) kurvatur på järnvägen – alltså om djuren plötsligt blev synliga efter en kurva, 2) vegetation – buskmarker och skog som skymde djuren, samt 3) topografi och terrängförhållanden – bergsknallar, diken mm som skymde djuren från förarplats.

Ljusförhållanden – Vi kategoriserade tid på dygnet som dag, skymning/gryning och natt utifrån ljusförhållandena på videosekvenserna. Ljusförhållandena under gryning och skymning är liknande, och har därav samma betydelse för siktförhållandena både för djur och lokförare. Därav samlade vi dessa data i en gemensam kategori.



Figur 5. A: Exempel på kamerauppsättning inne i förarhytten, där kameran sitter med sugpropp i vindrutan.
 B: Visuell beskrivning av djurens startposition där de först sågs på videon, på spåret (gul), inom järnvägskorridoren (grön) samt utanför järnvägskorridoren (ofärgad).
 C: Exempel på sträcka som har vegetation som kan skymma djuren.
 D: Exempel på sträcka som har en topografi som kan skymma djuren.

5.3 Strukturering av data samt analyser

Studiens centrala analyser behandlar framför allt olika aspekter av djurens flyktbeteende utifrån avståndsberäkningar mellan djur och tåg. I analyserna använder vi djurens perspektiv och försökte utgå från deras beteendeförändringar, när de påbörjar flykt etc. Därutöver genomfördes även beräkningar av den tid som finns till förfogande för djur och lokförare i olika hastigheter. Studiens specifika analyser behandlade:

5.3.1 Detektionsavstånd

Vi använde linjär regression för att analysera hur detektionsavståndet påverkades av tre olika faktorer 1) Djurens ursprungliga position, 2) Tid på dygnet (mätt som ljusförhållanden; natt, gryning/skymning, dag) samt 3) Om djuret skymdes av något i terrängen. Videomaterial från natten togs bort ur analysen då det inte var möjligt att bedöma när djuren började fly. Vi tog även bort de individer som hade sin startposition utanför järnvägskorridoren då dessa avståndsberäkningar var svårare att beräkna.

5.3.2 Flyktbeteenden

Djurens flyktbeteenden gentemot tåget analyserades på flera olika sätt, genom att beräkna 1) Sannolikheten att djuren flyr, 2) Flyktavstånd (FID – flight initiation distance) och 3) Riktning som djuren flyr.

1 – Sannolikheten att djuren flyr. Sannolikheten att fly beskrevs med hjälp av en logistisk regression, med flyktbeteendet (ja djuret flyr = 1, nej djuret flyr inte = 0) som binär svarsvariabel, och individens startposition, tid på dygnet, tågets hastighet och användning av varningshorn som förklarande variabler.

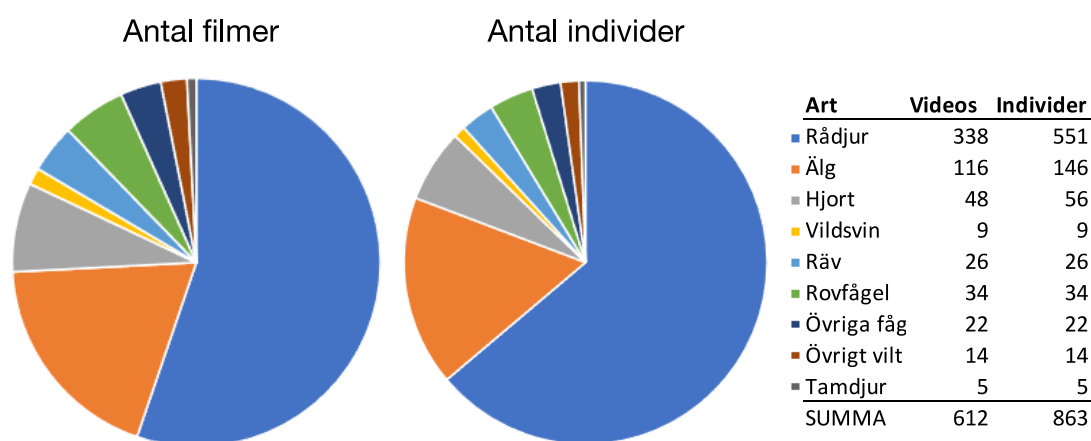
2 – Flyktavstånd (FID). För att beskriva flyktavståndet användes en linjär regression, med djurets startposition, tid på dygnet och tåghastighet som förklarande variabler. Individer som redan var i flykt när de observerades av kameran inkluderades inte i FID-analysen, eftersom deras FID inte kunde fastställas. Vi exkluderade också de individer som observerades utanför järnvägskorridoren då det var svårt att beräkna deras avstånd från tåget via videosekvenserna. Alltså använde vi endast de individer som befann sig på spåren eller inom järnvägskorridoren. Därtill exkluderades filmer under dygnets mörka timmar då flertalet av dessa sekvenser var för mörka för att avgöra när individen först påbörjar flykt från tåget.

3 – Riktning som djuren flyr. Vi använde logistiska regressioner för att undersöka om djurens startposition vid banvallen och tåghastigheten påverkade flyktriktningen. Alltså om de flydde bort från spåret (1) eller över/längs med spåret (0).

6 Resultat från filmningen

6.1 Beskrivande resultat

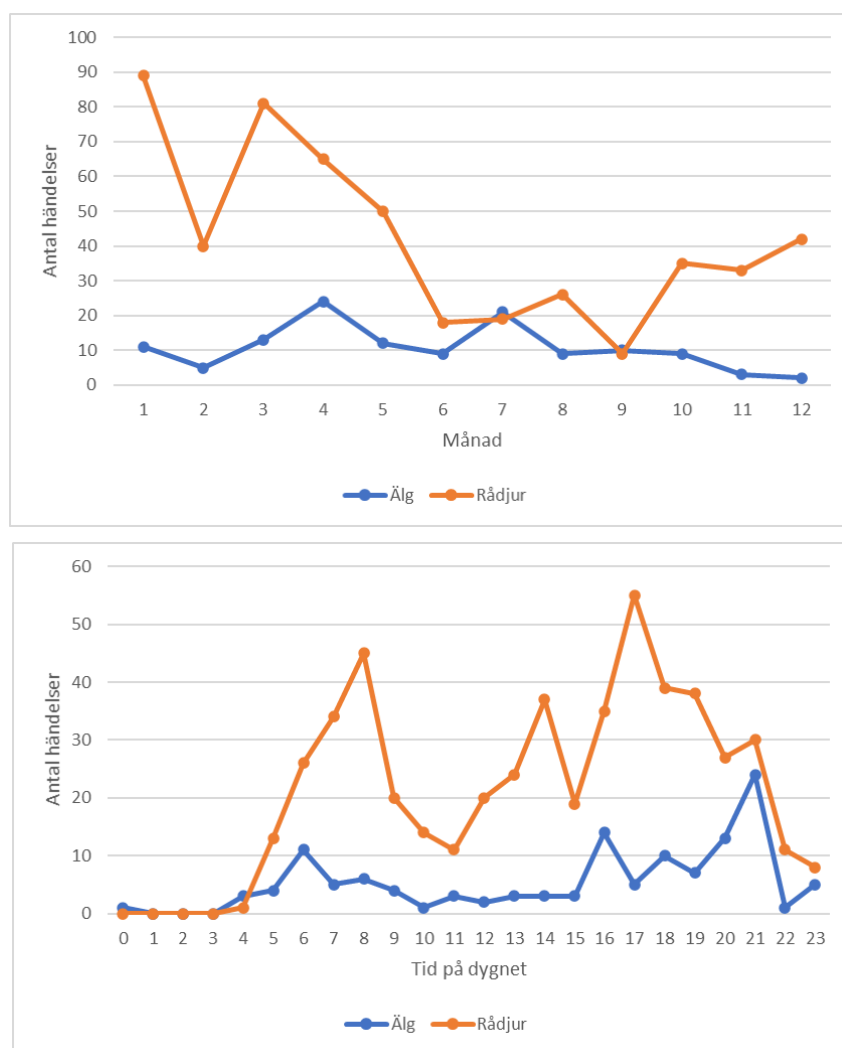
Projektet är mycket tacksamt för engagemanget som lokförarna visat, studien bygger fullt ut på de händelser som de dokumenterat. Antal lokförare som varit aktiva i projektet har varierat något mellan åren. Det är självfallet svårt att bibehålla filmningen som en daglig arbetsrutin då man inte ser djur regelbundet. Det kan gå flera dagar utan att lokföraren har anledning att aktivera lagringsfunktionen i kameran, vilket kan minska engagemanget.



Figur 6. Antal filmer och antal individer på filmerna som lokförare spelade in. Alla filmer kunde inte användas i analyserna.

Totalt har 863 händelser med djur kunnat dokumenteras, fördelade på 612 filmer, varav älg och rådjur stod för ca två tredjedelar av observationerna. Av dessa har vi kunnat analysera 128 observationer med älg och 507 med rådjur. Cirka 60% av alla observationer av älg och rådjur innehöll bara en individ, vid ett fåtal tillfällen observerades upp till 10 älgar på samma film. Bland dessa filmer har 26 påkörningar dokumenterats, varav 7 olyckor med älg och 11 med rådjur. Lokförarna har även dokumenterat möten med dov- och kronhjort (n = 48), vildsvin (n = 9), rovfåglar (n = 34), räv (n = 26) och andra djurarter (Figur 6), men dessa har inte analyserats ingående i denna rapport. Inga renar har filmats.

De allra flesta sekvenserna av rådjur är filmade under perioden oktober till maj. Älgsekvenserna följer en relativt likartad fördelning under året.



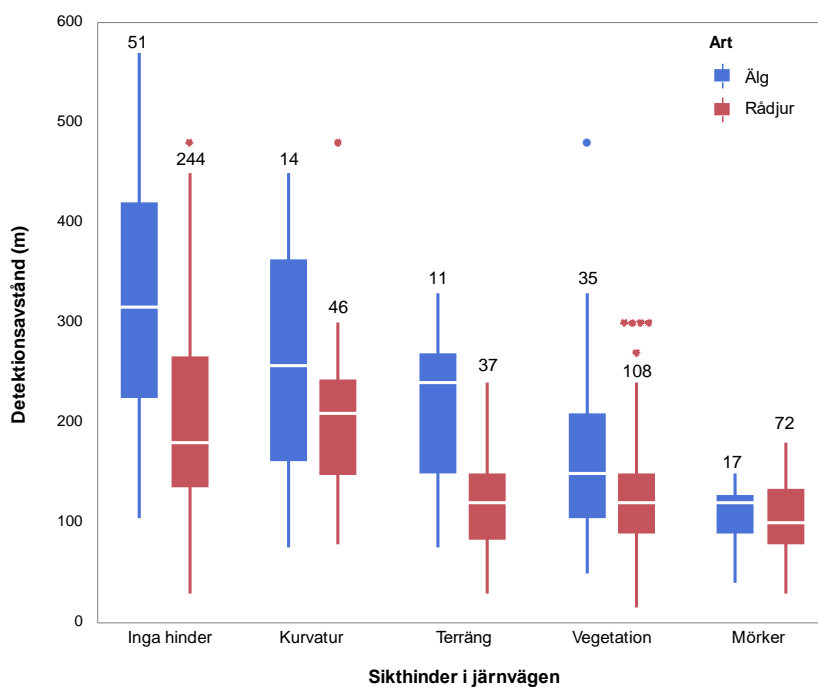
Figur 7. Antal rapporterade filmer på klövvilt per månad och år (övre bild) och per klockslag för respektive art (nedre bild) sedan projektstart i april 2015. Variationen under året och under dygnet återspeglar variationen i olycksstatistiken som stort, men påverkats också av hur många lokförare som har varit aktiva samtidigt.

6.2 Detektionsavstånd

I 14 av sekvenserna (N rådjur = 9; N älg= 5) var djuret redan synligt i början av inspelningen. Det var alltså inte möjligt att beräkna på vilket avstånd dessa individer först upptäcktes, så de togs bort från dessa analyser.

För både rådjur och älg minskade detekteringsavstånden på natten (genomsnitt: 106 m respektive 111 m) jämfört med dagen (genomsnitt 174 m, $p < 0,001$ respektive 232 m, $p = 0,001$). Rådjur detekterades också på betydligt närmre avstånd från tåget under gryning/skymning (genomsnitt 141 m, $p = 0,017$) jämfört med dagtid.

Rådjur som observerades när de stod uppe på spåret upptäcktes i genomsnitt 215 m från tåget, vilket är betydligt längre avstånd än när de befann sig vid sidan av järnvägsbanken (genomsnitt: 149 m, $p < 0,01$). Järnvägsspårens kurvatur hade ingen inverkan på detektionsavståndet ($p = 0,375$), men både vegetation och terrängförhållanden minskade detektionsavståndet signifikant för rådjur (genomsnitt 113 m, $p < 0,001$ och 107 m, $p = 0,038$, respektive) (Figur 8).



Figur 8. Avståndet där djuren upptäcktes på filmen i relation till olika hinder längs järnvägen som kan skymma sikten. Diagrammet visar medianvärden, kvartiler och extremvärden, siffrorna indikerar antalet observationer.

Även älgar upptäcktes på ett större avstånd när de var uppe på spårområdet (i genomsnitt 375 m) jämfört med när de befann sig i korridoren precis bredvid järnvägen (genomsnitt 149 m; $p = 0,007$). När sikten var fri upptäcktes älgar i genomsnitt 299 m från tåget oberoende på vart de befann sig, men när växtlighet och terrängförhållanden hindrade sikten minskade detekteringsavståndet signifikant till i genomsnitt 141 m ($p = 0,001$). Järnvägens kurvatur påverkade inte detekteringsavståndet för älg ($p = 0,804$).

Rådjur som var i flykt när de först upptäcktes befann sig i genomsnitt 146 m från tåget, vilket är betydligt närmare än de som upptäcktes när de var stillastående (171 m, $p = 0,018$). Älg detekterades dock lika långt, oavsett om de var på flykt eller stod stilla när de först upptäcktes ($p = 0,450$).

6.3 Djurens reaktion på ankommande tåg

Djurens flyktbeteenden gentemot tåget analyserades på flera olika sätt, genom att beräkna 1) Sannolikheten att djuren flyr, 2) Flyktavstånd och 3) Riktning som djuren flyr.

6.3.1 Sannolikheten att djuren flyr

Rådjur var mest benägna att fly från ett ankommande tåg när de var uppe på spåret under dagen ($p < 0,001$; Tabell 1). Rådjur som befann sig i säkerhet utanför järnvägskorridoren var betydligt mindre benägna att fly från tåget. Sannolikheten att rådjur flyr från tåget verkade minska något vid högre tåghastighet, men detta samband var inte signifikant ($p = 0,051$). Tid på dygnet och användning av varningshorn påverkade inte nämnvärt sannolikheten att rådjur flyr (tid på dygnet $p = 0,297$, varningshorn $p = 0,119$).

Älgars flyktbeteende påverkades inte av djurens startposition vid järnvägen, tiden på dygnet, tåghastigheten eller användningen av lokets tyfon (Tabell 1). Inga av de faktorer som vi inkluderat ser ut att påverka älgarnas flyktbeteende från spåren.

Tabell 1 Resultattabell för sannolikheten att rådjur eller älg skulle fly från ett mötande tåg. Se kap 10 för förklaring av de olika begreppen i tabellen.

Variabel	Koefficient	S.E.	P-värde
Rådjur			
Intercept (på spåret, dagtid, ej varning med tyfon)	4.20	0.71	<0.001
Inom spårområdet	-0.56	0.55	0.303
Utanför spårområdet	-3.40	0.51	<0.001
Natt	-0.21	0.52	0.689
Skymning/gryning	-0.27	0.32	0.297
Tåghastighet	-0.01	0.00	0.051
Tyfon (varning)	-0.43	0.28	0.119
Älg			
Intercept (på spåret, dagtid, ingen varning)	2.13	1.09	0.050
Inom spårområdet	0.51	0.83	0.537
Utanför spårområdet	-0.94	0.81	0.244
Natt	-0.76	0.71	0.282
Skymning/gryning	-0.59	0.44	0.177
Tåghastighet	-0.01	0.00	0.252
Tyfon (varning)	0.72	0.63	0.251



Figur 9. Älgar som i sista stund flyr ett framrusande tåg.

6.3.2 Flyktavstånd (FID)

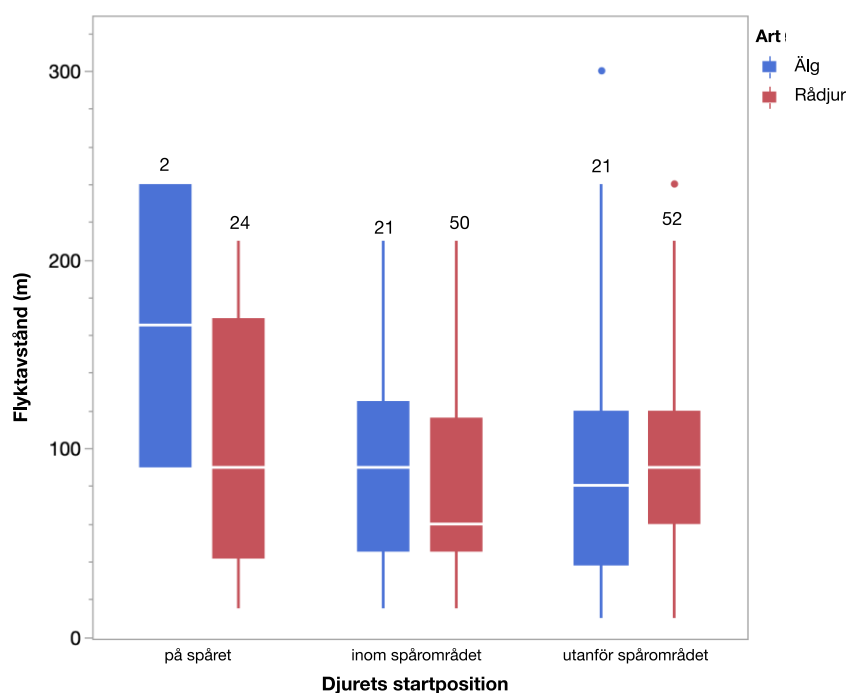
I cirka hälften av alla videosekvenser (N rådjur = 172; N älg= 33) var djuren redan på flykt när de först upptäcktes. Därför kunde inte det exakta flyktavståndet beräknas för dessa individer och de användes heller inte i analysen av FID. Analys av flyktavstånd bygger på observationer av 27 älgar och 72 rådjur. Dessutom fanns det bara en sekvens med älg som befann sig uppe på spåret som påbörjade flykten under videosekvensen, därav var startposition för älg inte inkluderad i modellen. Var djuret befann sig initialt hade överlag mycket liten effekt på flyktavståndet (Figur 10).

Flyktavståndet låg i genomsnitt på 78 m hos rådjur och 79 m hos älg. De tillfällen som lokförarna använde tyfongen flydde rådjur i genomsnitt 44 m tidigare, dvs flyktavståndet ökade, medan älgars flyktavstånd inte påverkades av tyfongen. Flyktavståndet hos båda arter ökade också med ökat detektionsavstånd (Figur 12). Eftersom detektionen av djur enbart är visuell innebär det att bättre siktförhållanden ger längre detektionsavstånd, vilket även betyder att djuren kan uppfatta det annalkande tåget på längre avstånd. Å andra sidan påverkades flyktavstånden inte av ljusförhållandena.

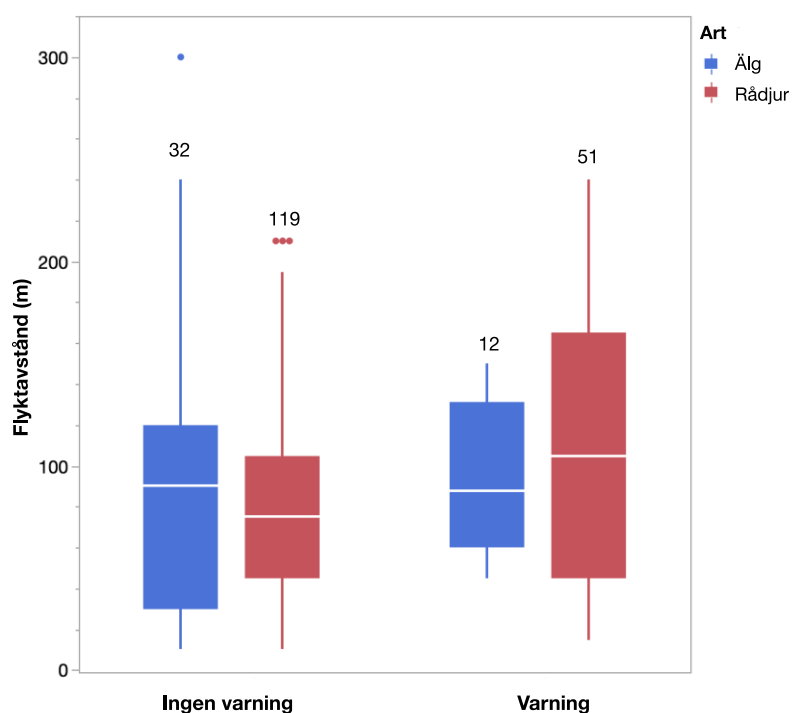
Flykt hos rådjur och älg verkar triggas av olika faktorer; det behövs framför allt fler älgobservationer för att med säkerhet kunna svara på fler frågeställningar.

Tabell 2 Resultattabell för de variabler som testades för rådjur och älgars flyktavstånd.

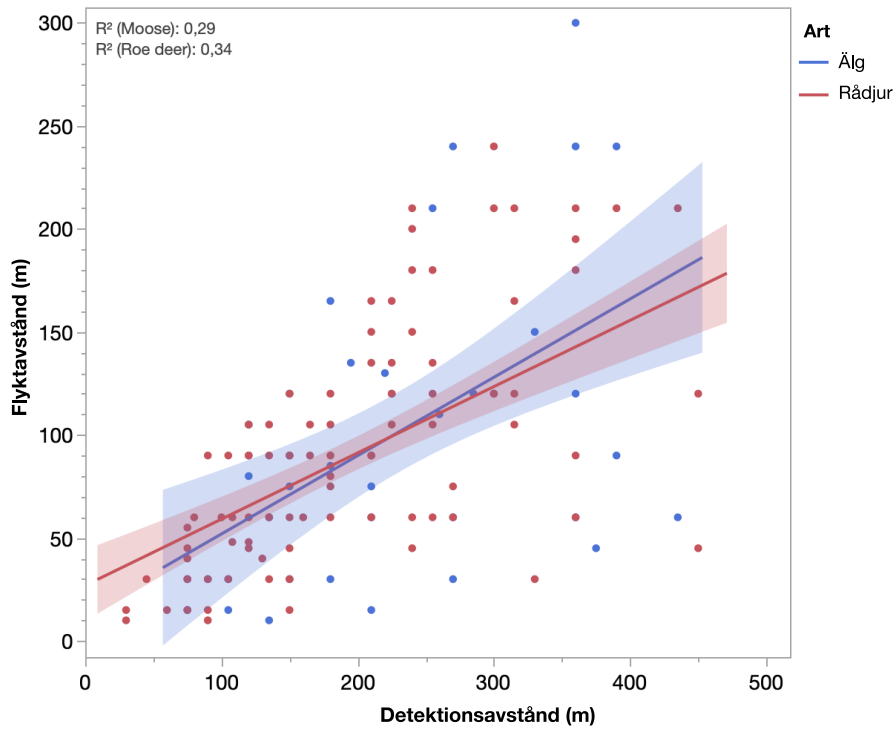
Variabel	Koefficient	S.E.	P-värde
Rådjur			
Intercept (på spåret, dagtid, ingen tyfon)	70.83	34.08	0.042
Inom spårområdet	10.19	19.20	0.597
Mörker/Skymning	8.28	15.91	0.604
Tåghastighet	-0.16	0.20	0.426
Tyfon (varning)	43.74	18.36	0.020
Älg			
Intercept (dagtid, ingen tyfon)	149.96	33.21	<0.001
Mörker/Skymning	44.17	33.86	0.142
Tåghastighet	-0.63	0.30	0.022
Tyfon (varning)	0.66	28.95	0.980



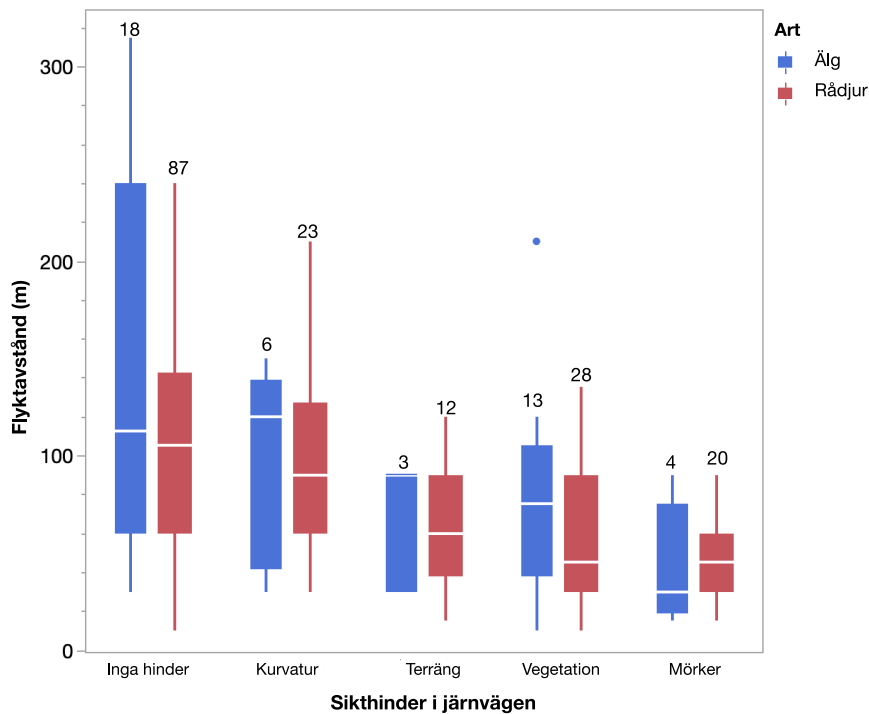
Figur 10. Flyktavstånd i relation till platsen där djuret befunnit sig när det först upptäcktes på film. Diagrammet visar medianvärden, kvartiler och extremvärden, siffrorna indikerar antalet observationer.



Figur 11. Flyktavståndet hos älg och rådjur i relation till om lokföraren använde tyfönen för att akustiskt varna djuren. Diagrammet visar medianvärden, kvartiler och extremvärden, siffrorna indikerar antalet observationer.



Figur 12. Relation mellan flyktavstånd och det initiala avståndet mellan tåget och djuret när det först upptäcktes på film.



Figur 13. Flyktavstånd vid olika sikthinder längs med järnväg. Diagrammet visar medianvärden, kvartiler och extremvärden, siffrorna indikerar antalet observationer.

6.3.3 Riktning som djuren flyr

Rådjur var mer benägna att fly bort från spåren (alltså ut mot omgivande terräng) när de befann sig inom eller utanför järnvägskorridoren än när de befann sig uppe på spåren (inom järnvägskorridoren $p = 0,058$; utanför järnvägskorridoren $p < 0,001$; Tabell 3) (se Figur 5 för detaljer kring djurens lokalisering vid spåren). Individer som befann sig uppe på spåren var betydligt mer benägna att fly över spårområdet eller längs med spåren (bort från tågen eller mot tågen) än den kortaste sträckan ut mot den säkra omgivningen ($p < 0,001$). Detta flyktbeteende förstärktes ytterligare av att lokförarna använde varningshornet ($p = 0,007$). Tåghastigheten påverkade inte i vilken riktning rådjuren flydde ($p = 0,148$).

Älgarnas flyktriktning däremot påverkades inte av deras startposition vid järnvägsområdet, tågets hastighet eller användningen av varningshornet (Tabell 3).

Tabell 3. Resultattabell för de variabler som testades för rådjur och älgars flyktriktning. Se tabell 1 för förklaring av de olika begreppen i tabellen.

Variabel	Koefficient	S.E.	P-värde
Rådjur			
Intercept (på spåret, ingen tyfon)	-1.51	0.50	0.002
Inom spårområdet	0.57	0.30	0.058
Utanför spårområdet	2.73	0.38	< 0.001
Tåghastighet	0.00	0.00	0.148
Tyfon (varning)	-0.80	0.30	0.007
Älg			
Intercept (på spåret, ingen tyfon)	-0.29	1.06	0.783
Inom spårområdet	0.17	0.81	0.833
Utanför spårområdet	1.59	0.82	0.053
Tåghastighet	0.00	0.01	0.883
Tyfon (varning)	-0.46	0.58	0.424

7 Diskussion

Genom att filma djurens beteende från lokförarnas hytt har vi fått ökade kunskaper om hur rådjur och älgar reagerar på ett framrusande tåg – samt vilka förutsättningar lokförare har att vidta åtgärder. Klövdjuren flydde i de allra flesta fall när de uppmärksammade tåget, särskilt när de befann sig på spåren eller nära intill järnvägskorridoren (94 % av rådjuren och 83 % av älgarna). Utanför järnvägskorridoren minskade flyktresponsen avsevärt, vilket antyder att djuren kan vara medvetna om att faran som tåget innebär är begränsad till just spårområdet. Djurens upplevelser av de risker som finns omkring dem är mycket kontextberoende och skiljer sig mellan olika platser i landskapet och mellan olika tider på dygnet eller under året. (landscape of fear; Gaynor *et al.* 2019; Smith *et al.* 2017).

7.1 Detektion

I våra inspelningar blev de flesta klövdjur synliga på filmen när de var närmare än ca 150 m framför tåget på spåret. Enligt lokförarna motsvarar detta avstånd där de själva brukar upptäcka djuren i verkligheten. Det innebär att vid en hastighet av 160 km/h har lokförare i genomsnitt endast 4 sekunder för att bedöma situationen och eventuellt vidta åtgärder (t ex använda tyfonen, blinka med lyktorna, sanda rälsen etc.). Dåliga ljusförhållanden, hög kantvegetation och terrängförhållanden längs med järnvägskorridoren kan minska detektionsavståndet avsevärt, och därmed också tiden som lokförarna har på sig att varna djuren.

En möjlig åtgärd mot viltpåkörning borde därmed vara att förbättra lokförarnas möjlighet att upptäcka vilt även vid mindre gynnsamma förhållanden. Genom att upptäcka djuren tidigare kan lokförare varna djuren tidigare, vilket kan ge tillräckligt med tid för djuren att hinna fly. Dåliga ljusförhållanden kan tex åtgärdas genom starkare strålkastare, eller genom användning av värmekameror som upptäcker vilda djur (och människor) i mörka förhållanden och även bakom buskar och sly. Just detta med värmekameror eller andra typer av sensorer som övervakar rälsen och banvallen framför tåget kan vara en metod för att tidigt upptäcka objekt (cyklar, fordon, människor etc) eller djur vid spåret. Med en tidig detektion får lokföraren mer tid att hinna agera, sänka farten, varna etc. Det pågår tester och utveckling, men det finns idag inga färdiga system för detta.

Vegetationen i järnvägsområdet bör röjas regelbundet för att öka synbarheten av djur. Att röja enbart träd räcker troligen inte för att minska olycksriskerna (Eriksson 2014), men i kombination med att röja buskar och sly kan både förekomsten av klövvilt i järnvägskorridoren minska (genom att minska mängden tillgänglig foder i närområdet; Jaren et al. 1991) samtidigt som djuren blir synliga på ett längre avstånd.

7.2 Djurens respons

Vi kan anta att de flesta individer som lever i närheten till järnvägen är relativt medvetna om att tåg kan passera. Med tanke på att de flesta djur flyr från tågen i god tid, verkar tågen i sig vara skrämmande. Men många individer har förmodligen lärt sig att tågen inte utgör någon verklig fara så länge de befinner sig utanför spårområdet. Är djuren på spåret däremot förändras riskerna och djuren tar till flykt tidigare (= längre flyktavstånd) när de upptäcker tåget. Har djuren kunskap och erfarenhet borde de alltså visa ett längre flyktavstånd ju närmare de är spåret – vilket överensstämmer med våra observationer.

Vad som får djuren att bli uppmärksamma på tåget är dock fortfarande oklart. Våra resultat antyder att det kan vara akustiska intryck eller också vibrationer i rälsen snarare än optiska signaler som djuren reagerar på. Lokförarnas detektionsavstånd till viltet påverkas alltså av ljusförhållanden, vegetation och terräng, medan djurens flyktavstånd (FID) inte förändras nämnvärt av dessa variabler. Tåg med högre hastighet (persontåg) skapade en något senare flyktrespons; dessa tåg uppfattas förmodligen senare än långsammare tåg (t ex godståg) som också kan vara mer högljudda. Vid högre hastighet komprimeras dessutom luften framför loket vilket försämrar ljudspridningen framåt (Johansson och Tingvall 1986).

I hälften av fallen vi dokumenterade var djuren dessutom redan på flykt när de blev synliga från tåget - de hade alltså börjat fly tidigt och förmodligen även innan tåget blev synligt för dem. Hjortdjuren har en syn och ögonanatomi som är anpassad för att upptäcka rovdjur

under dåliga ljusförhållanden (D'Angelo et al 2008). De är bra på att upptäcka rörelser i periferin runt sig, gå grund av ögonens placering och anatomi. Då klövdjuren nästan helt saknar det bifokala seendet (att med båda ögonen fokusera på ett objekt) som bl a människor och rovdjur har, är det svårare för dem att identifiera stillastående objekt – eller objekt som rör sig mot dem på en rak sträcka (Peichl 1997). Tågen skapar ingen sidorörelse som hjortdjurens ögon kan uppfatta, snarare så växer tåget i storlek när det kommer närmare. Hur mycket klövdjuren förlitar sig på optiska signaler i sin omgivning är dock väldigt lite utforskat. Hörsel och luktsinne spelar troligen en minst lika stor roll som synen, särskilt för nattaktiva arter.

I våra data ser vi att tågen triggar en flyktrespons i de allra flesta fall, om än ibland för sent. I och med att det relativt sett är fåtaliga gånger som det går fel, kan det vara svårt att utröna generella orsaker för olyckan. Djuren kan vara distraherade av annat, t ex artfränder eller människor, rovdjur som är närheten utanför järnvägsmiljön, eller trafikbuller eller vindbrus som maskerar ljudet från tåget.

Att djuren ofta flyr längs med eller tvärs över spåret snarare än kortaste vägen bort från järnvägen kan vara ett tecken på stress eller tecken på tidsbrist: djuren flyr dit där de antingen känner sig säkrast eller där de tror att de kan undkomma lättast. Att djuren i många fall flyr över spåret, påverkas av rörelseriktningen som djuren har vid banvallen. Är de på väg upp mot järnvägen, så kan de ha svårt att vända om på den korta tid som finns till förfogande (speciellt älg med en stor kroppshydda har svårt att kasta om vid banvallen). Rörelseriktningen förändras i många fall genom att djuren flyr bort från faran, alltså bort från tåget och ner längs banvallen. I de fall djuren har upptäckt tåget för sent, och det är för kort avstånd till tåget, kan det uppstå kritiska situationer.



Figur 14. Flyktavståndet är en viktig faktor, när djuren flyr för sent skapas kritiska situationer. Bild från autokamera vid järnvägen genom Dalsland, visar hur en älg undkommer tåget i sista stund.

Därtill kan snöförhållanden göra det svårt för klövdjur att fly från järnvägsområdet, vilket får dem att vandra eller fly längs med spåren (Rea, Child & Aitken 2010). Det är ett fenomen som ofta påtalas som problematisk i norra Sverige för både älg och ren. Anpassad skötsel av vegetationen i järnvägskorridoren kan då vara en viktig åtgärd (Jaren et al 1991, Eriksson 2014). Vid en hög och tät slyvegetation, dessutom med stora mängder tidigare kapat ris på marken, lägger sig snön nästan som ett fluffigt täcke över vegetationen och försvårar för djuren att snabbt undkomma tågen. Snömoln från tågen bygger dessutom på snödjupen kring järnvägen. Möjligen kan snövallskapning kring järnvägen vara viktigt för att djuren skall kunna ta sig från järnvägsområdet i tid. Snövallskapning sker regelbundet vid vägar, där det finns i entreprenörernas baskontakt för vinterväghållningen, men liknande kapning av snövallar sker inte vid järnvägen.

7.3 Tidigare studier i Sverige

I en tidigare studie deltog totalt 174 lokförare i en online-undersökning om interaktioner mellan djur och tåg (Seiler et al. 2011). De tillfrågade rapporterade att de varit med i totalt 1563 klövviltsolyckor under 2009 och 2010, vilket motsvarar cirka 4,5 klövviltsolyckor per lokförare och år, inom den intervjuade gruppen. Rådjur var den vanligaste arten vid dessa olyckor (49,3 % av de tillfrågade), följt av älg (23,5 %), ren (19,4 %) och vildsvin (5,0 %). Cirka 65 % av de tillfrågade lokförarna observerade klövdjur på spåren mer än en gång i veckan. Majoriteten av de tillfrågade rapporterade att klövvilt oftast flydde från spåren när lokförarna signalerade flera gånger med tyfonen, och att en enda lång varningssignal med tyfonen ofta förlängde tiden som klövvilt stod kvar på spåret. Detta på grund av att djuren verkade undersöka varifrån ljudkällan kom. Våra resultat från filmningen i loken sammanfaller i mångt och mycket med lokförarens erfarenheter, då ca 40 % av de tillfrågade i den tidigare intervju-studien angav att klövvilt ofta försökte fly från tåget genom att springa på spåren bort från tåget. Majoriteten av lokförarna rapporterade att sikten längs järnvägsspåret påverkar olycksrisken och att tät vegetation nära järnvägen är den främsta orsaken till en förhöjd risk.

7.4 Förslag till fortsatta studier och utvecklingsprojekt

Tågkollisioner med klövvilt är ett växande problem för tågoperatörer i Sverige och många andra länder, eftersom tågen är ett viktigt transportmedel för både persontransport och gods, och att hastigheterna tenderar att öka. Lokförare saknar idag specifika verktyg för att undvika kollisioner med djur på spåren, det enda som finns tillhands är att använda tyfonen eller att blinka med lyktorna. Upptäcks djuren i god tid kan även hastigheten sänkas något (dock marginellt), beroende på fordonstyp, bana etc.

I denna studie kunde vi analysera och påvisa komplexiteten av djur-tågkollisioner ur ett nytt perspektiv sett från lokförarens synfält. Genom studien kan vi ta stora steg för att kunna hantera dessa konflikter bättre, nya tågbaseerade åtgärdstyper kan möjligen utvecklas. Stängsling av järnvägar är kostsamt och behoven av åtgärder överstiger de resurser som Trafikverket idag har. Därtill skapar stängsel barriäreffekter om det inte kombineras med faunapassager (Huijser et al. 2009). Nya typer av viltvarnande system kan vara en del av lösningen för att minska vilt- och renpåkörningar. Akustiska signaler har visats kunna förbättra djurens möjlighet att upptäcka tåget och därmed öka flyktavståndet (Denna studie, Babińska-Werka et al. 2015; Shimura, Ushioji & Ikehata 2018). Möjligen kan ljudsignaler

kombineras eller förstärkas av visuella signaler för att få en ökad respons hos djuren (ljussignaler på tågen etc).

En av begränsningarna är lokförarnas möjlighet att upptäcka djuren i tid. Lokförarna har vid flera tillfällen kommenterat att det inte fanns tid att signalera med tyfonen, eller att strålkastarna på loken (ex X2000) inte lämpar sig för att ge korta ljussignaler. Här finns ett tydligt utvecklingsbehov. Detektionsavståndet kan förbättras genom ny teknik, ex värmekameror och strålkastare med längre räckvidd för att ge ökad sikt under mörka perioder.

Därtill behövs mer studier om vilka typer av viltvarnande signaler som fungerar bäst. Vi har i denna studie sett att tyfonen ökar flyktavståndet för rådjur, de flyr alltså tidigare om lokföraren signalerar med tyfonen, men i många fall flyr de på fel sätt över järnvägen eller längs med järnvägen bort från tåget. Finns det då för lite tid så är risken stor att de blir påkörda av tåget. Det kan finnas andra typer av akustiska signaler som fungerar mer effektivt än tyfonen i järnvägsmiljön, t ex djurens egna varningsläten, hundskall etc (Shimura, Ushiogi & Ikehata 2018). Här finns det möjlighet att fortsätta tester av olika signaler och att tillsammans med Trafikverket, tågbolagen, tågverkarna mm kunna utveckla mer effektiva varningssignaler. Projektet Viltssäker Järnväg fortsätter studera hur olika signaler påverkar djuren och målet är att komplettera denna studie med experiment där andra ljud än tyfonen används för att skrämja bort/varna viltet på spåret.

8 Information och länkar

Sedan 2015 har projektet och urval av dess preliminära resultat redovisats både nationellt och internationellt.

En vetenskaplig artikel om djur på spår (vetenskaplig artikel av denna rapport) har publicerats under 2022.

- Bhardwaj, M., Olsson, M., Håkansson, E., Söderström, P. and Seiler, A. (2022) Ungulates and Trains – Factors Influencing Flight Responses and Detectability. *Journal of Environmental Management*. Vol: 313

En lista över aktiviteter och presentationer med länkar till artiklar eller nedladdningsbart material finns samlat på projektets webbsida:

- <https://www.vilt och trafik.se>

Vidare information finns även på Trafikverkets projektsida:

- <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/jarnvag/viltsaker-jarnvag/>

Projektet samarbetar med forskare från Nibio och Ruralis i Norge, inom ramen för finansiering via Interreg.

- <https://www.nibio.no/prosjekter/viltvarsling-fase-2>
- <https://ruralis.no/prosjekter/test-av-tekniske-losninger-for-a-forhindre-viltpakjorsler-langs-jernbanen-viltvarslingsprosjekt-fase-2/>

Preliminära resultat från studien redovisades bl a vid:

- IENE 2016 International Conference workshop om järnväg och vilt.
- IENE 2018 International Conference presentation om kamerastudien med lokförare:
- En kort videosammanställning finns presenterad som visar exempelvideor från studien.

Projektet uppmärksammas även i media, bland annat:

- SVT 2018-02-03
- SVT Nyheter 2018
- SVT regional Nyheter 2018
- Stemmen fra toget – VG
- Skal skremme bort elg frå togspor med lydspor – NRK Nordland

Projektet Viltsaker Järnväg i sin helhet beskrivs även i en vetenskaplig bok om järnvägsekologin:

- Seiler, A. & Olsson, M. 2017. Wildlife Deterrent Methods for Railways—An Experimental Study. - In: Borda-de-Água, Luís, Barrientos, Rafael, Beja, Pedro & Pereira, Henrique Miguel (eds.), *Railway Ecology*. Springer International Publishing, pp. 277-291, https://doi.org/10.1007/978-3-319-57496-7_17

9 Tack

Projektet riktar ett stort tack till våra finansiärer. Trafikverket har finansierat studien inom ramen för FoI-projekt Viltsäker Järnväg (TRV 2019/53639). Kamerautrustningen finansierades med bidrag från Marie Claire Cronstedts Stiftelser. I projektets slutfas har medel erhållits från Interreg (ärendenr 20302649) som en del i ett samarbete mellan forskare från Sverige och Norge.

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 (i synnerhet Holger Daniels, Johnny Eriksson och Anders Forsberg). Stort tack också till SJ för det goda samarbetet, särskilt med Anders Forsberg (SJ Litteraansvarig lokförare) som hjälpt till med kontakter till lokförare. Vi är mycket tacksamma mot Linda Höglund och Pernilla Abrahamsson som granskade och analyserade en stor del av filmerna i ett tidigt skede.

10 Statistiska begrepp

Intercept – konstantterm, nollhypotesen. Kan sägas vara grundsituationen i en jämförelse med andra variabler. Interceptet visar vad det förväntade värdet är när de oberoende variablerna har värdet 0.

Koefficienten – anger lutningen på grafen, relativa ökningen eller minskningen av den variabeln.

S.E – Standard Error; genomsnittligt fel i modellen.

P-värde - förklaras som sannolikheten att ett resultat är slumpmässigt, och om detta värde är lågt (<0.05) sägs resultatet vara signifikant.

11 Referenser

Babińska-Werka, J., Krauze-Gryz, D., Wasilewski, M. & Jasińska, K. (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.

Backs, J. A. J., Nychka, J. A., and St. Clair, C. C. (2017). Warning systems triggered by trains could reduce collisions with wildlife. *Ecological Engineering* 106, 563-569. doi: 10.1016/j.ecoleng.2017.06.024.

Bhardwaj, M., Olsson, M., Håkansson, E., Söderström, P. and Seiler, A. (2022). Ungulates and Trains – Factors Influencing Flight Responses and Detectability. *Journal of Environmental Management*. Vol: 313.

Borda-de-Água, L., Barrientos, R., Beja, P., and Pereira, H. M. (2017) 'Railway ecology.' (Springer International Publishing)

D'Angelo GJDAJ et al. (2008) Visual specialization of an herbivore prey species, the white-tailed deer *Canadian Journal of Zoology* 86:735-743 doi:10.1139/z08-050

Eriksson, C. (2014) Does tree removal along railroads in Sweden influence the risk of train accidents with moose and roe deer? Masters, Swedish University of Agricultural Sciences.

- Gaynor, K. M., Brown, J. S., Middleton, A. D., Power, M. E., and Brashares, J. S. (2019). Landscapes of Fear: Spatial Patterns of Risk Perception and Response. *Trends Ecol Evol*. doi: 10.1016/j.tree.2019.01.004.
- Jaren, V., Andersen, R., Ulleberg, M., Pedersen, P.H. & Wiseth, B. (1991) Moose-Train Collisions: The Effects of Vegetation Removal with a Cost-Benefit Analysis. *Alces*, 27, 93-99.
- Johansson, C. och Tingvall, B. 1986. Ljudutbredning från godståg och motorvagn. – Teknisk rapport 86/4124 Centek Akustisk, Tekniska Högskolan Luleå.
- Olsson, M. and Seiler, A. (2015) 'Viltsäker järnväg, Utredning av olycksdrabbade sträckor och förslag till åtgärder.' (Trafikverket Publikation 2015:082: Borlänge.)
- Peichl, L. 1997. Die Augen der Säugetiere: Unterschiedliche Blicke in die Welt. - *Biol. Unserer Zeit* 27: 96–105.
- Rea, R., Child, K. & Aitken, D.A. (2010) Youtube TM insights into moose-train interactions. *Alces*, 46, 183-187.
- Seiler, A., Olsson, M., Helldin, J. O., and Norin, H. (2011) Klövviltolyckor på järnväg - kunskapsläge, problemanalys och åtgärdsförslag. (Trafikverket Publikation 2011:058: Borlänge.)
- 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.)
- Seiler, A. & Olsson, M. (2017) Wildlife Deterrent Methods for Railways—An Experimental Study. *Railway Ecology* (eds L. Borda-de-Água, R. Barrientos, P. Beja & H.M. Pereira), pp. 277-291.
- Shimura, M., Ushioji, T. & Ikehata, M. (2018) Development of an Acoustic Deterrent to Prevent Deer-train Collisions. *Quarterly Report of RTRI*, 59, 207-211.
- Smith, J. A., Suraci, J. P., Clinchy, M., Crawford, A., Roberts, D., Zannette, L. Y., and Wilmer, C. C. (2017). Fear of the human 'super predator' reduces feeding time in large carnivores. *Proc Biol Sci* 284. doi: 10.1098/rspb.2017.0433.



Trafikverket, 781 89 Borlänge

Telefon: 0771-921 921