



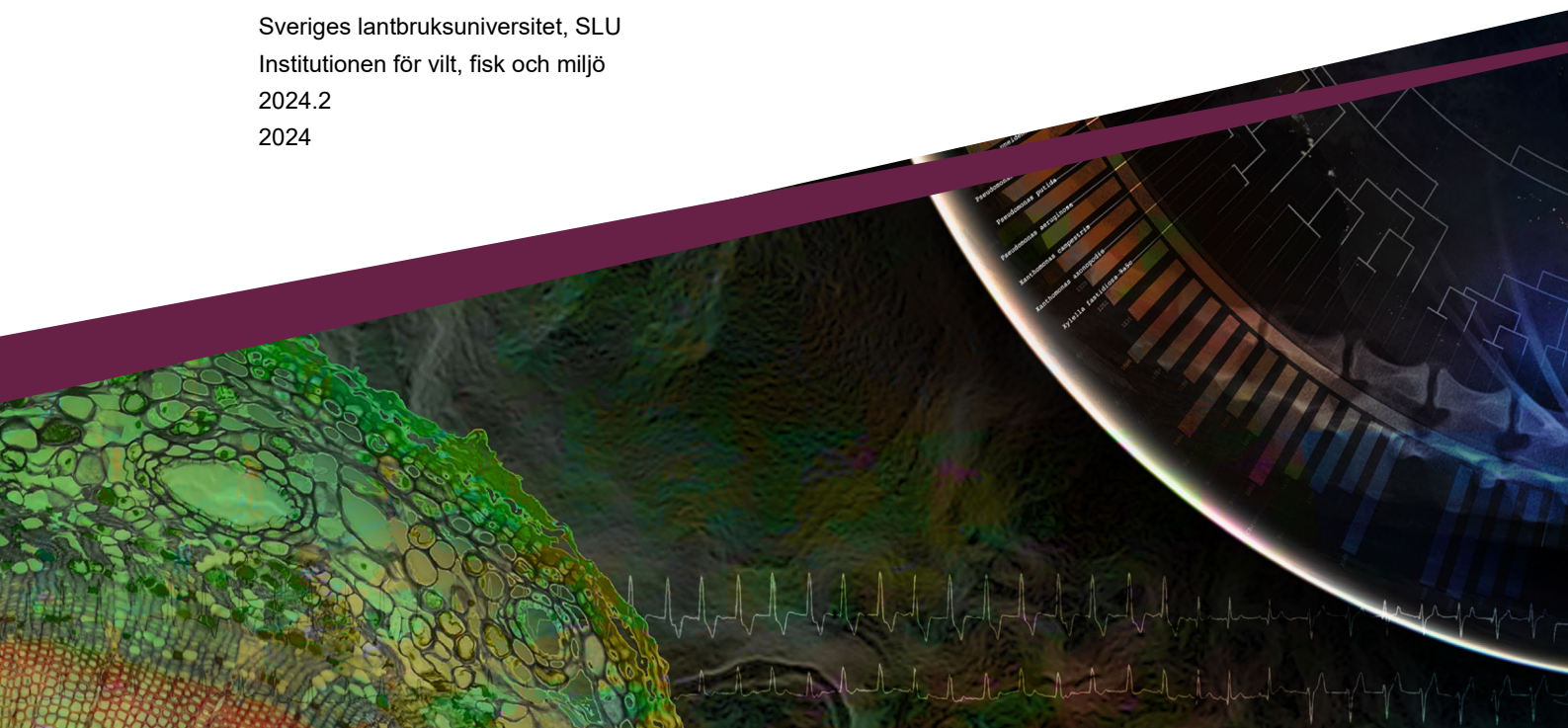
# Älgarnas observerbarhet under älgjakten

– Rörelseaktivitet och livsmiljöval av älgdjurar och älgkor med och utan kalv

---

Wiebke Neumann, Fredrik Stenbacka, Håkan Sand, Jonas Kindberg och Kjell Leonardsson

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för vilt, fisk och miljö  
2024.2  
2024



# Älgarnas observerbarhet under älgjakten – rörelseaktivitet och livsmiljöval av älgdjurar och älgkor med och utan kalv

*Moose observability during the moose hunt – movement activity and habitat selection of male moose and female moose with and without calves*

Wiebke Neumann, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vilt, fisk och miljö 0000-0002-0000-4816

Fredrik Stenbacka, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vilt, fisk och miljö

Håkan Sand, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi, ORC-ID: 0000-0002-2646-022X

Jonas Kindberg, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vilt, fisk och miljö 0000-0003-1445-4524

Kjell Leonardsson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vilt, fisk och miljö

<b>Utgivare:</b>	Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vilt, fisk och miljö
<b>Utgivningsår:</b>	2024
<b>Utgivningsort:</b>	Umeå
<b>Serie:</b>	Rapport (Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vilt, fisk och miljö)
<b>Delnummer i serien:</b>	2024.2
<b>Nyckelord:</b>	Alces alces, populationsskattningsmodellen, habitatval, rörelsehastighet, vägar, kraftledning

## Sammanfattning

Med den här studien analyserade vi rörelsehastighet (meter per timme), antal passager av vägar eller kraftledningar och livsmiljöval av 49 vuxna älgar (36 kor, 13 tjurar) som var märkta med GPS-sändare i Ljusdalsområde under åren 2020-2023. För att bidra med kvantitativt underlag till populationsskattningsmodellen för älg som används inom älgförvaltning, testade vi om älgkor med och utan kalv (vid jaktstart) och tjurar skiljer sig åt i rörelsehastighet och val av livsmiljöer som potentiellt kan påverkas djurens observerbarhet under den årliga älgjakten inom ramen av älgobservationer (ÄlgObs). Vårt arbete visar på fyra huvudresultat: (1) alla älgar – oavsett kategorier – rörde sig med längre steg och mer riktat vid skymning medan och visade lägre rörelseaktivitet med mer koncentrerade steg under dagen. Våra resultat visade också att älgdjurarna förflyttade sig över betydligt längre sträckor under de timmar som älgarna var mer aktiva. Vidare fann vi att (2) alla älgar rörde sig mindre när det var varmare, oavsett kategori, (3) älgdjur passerade vägar/kraftledningar oftare än älgkorna med och utan kalv, samt att (4) älg-kategorierna ej uppvisade någon skillnad i sitt val av livsmiljö i vårt studieområde.

Våra resultat betonar att tid på dygnet och lufttemperatur påverkar hur aktiva älgar är och hur mycket de förflyttar sig som i sin tur inverkar på hur mycket en enskild älg exponerar sig och därmed kan observeras under jakt. Sammantaget betyder denna effekt av interna och externa faktorer och att variation i dessa kan påverka underlaget för populationsskattningsmodellen beroende av när under dygnet jägarna jagar och samlar in ÄlgObs information men också av variationer i lufttemperatur, inom och mellan år, under den tidsperiod där jakten och ÄlgObsen sker. Vidare tyder skillnaden mellan älgdjur och älgkor på att älgdjur exponerar sig relativt sett mer än älgkor – oavsett om de har kalv eller inte. I sin tur kan denna skillnad påverka sannolikheten att observera älgdjur och älgkor.

För att kunna kontrollera för sambandet mellan antal älgobservationer, tid på dygnet och lufttemperatur i framtiden, rekommenderar vi att tid på dygnet och dagstemperatur under de timmar när jakten genomfördes (och kanske andra väderparameter som kan påverka synligheten) anges i ÄlgObs-protokollet. Eftersom vi inte har fått ett entydigt svar angående observerbarheten jämfört med andra studier, är det svårt att fastställa hur mycket täthetsskattningarna från LST Moose påverkas. När man tar hänsyn till osäkerheten i observerbarheten från de genomförda studierna i älgberäkningarna med LST Moose, ligger skattningarna för de flesta områden inom de konfidensintervall som LST Moose tillhandahåller. Det vore dock önskvärt att få en tydligare förståelse för hur observerbarheten skiljer sig mellan tjurar och vuxna kor, för att kunna eliminera denna osäkerhetsfaktor i älgobservationsdata. Detta är särskilt viktigt med tanke på att andelen tjurar bland vuxna också används som ett operativt mål i förvaltningen.

Författarna ansvarar ensamma för innehållet i rapporten.

*Nyckelord:* *Alces alces*, populationsskattningsmodellen, habitatval, rörelsehastighet, vägar, kraftledning

## Abstract

With this study, we analyzed the movement speed (meters per hour), the crossings of roads or power lines, and the habitat selection of 49 adult GPS-marked moose in the Ljusdal area (36 females, 13 bulls), 2020-2023. To contribute quantitative data to the population estimation model for moose used in moose management, we tested whether females with and without calf (at the start of the annual moose hunt) and the bulls differed in their movement speed and selection of habitats that potentially affect animals' observability during the hunt. Our work results in four main findings: (1) all moose – regardless of category – moved with longer steps and more directed at dusk and dawn, while all moose showed lower movement activity with more concentrated steps during the day. Our results also showed that bulls moved over significantly longer distances during the hours when all the moose were more active compared to female moose. We also found that (2) all moose moved less when it was warmer, regardless of category, (3) bulls crossed roads/power lines more often than females with and without calves, and (4) we found no evidence that moose categories differed in their choice of the habitat in our study area.

Our results emphasize that the time of day and air temperature influence the movement activity of moose, which in turn affects how much individual moose expose themselves and thus might be observed. In summary, these variations due to both internal and external factors can affect information for the population estimation model depending on when during the day the hunter hunt and collect data for 'ÄlgObs, but also by variations in air temperature, within and between years. Furthermore, the difference between adult bulls and females indicates that bulls expose themselves relatively more than females do – regardless of whether females have a calf or not. In turn, this difference might affect how far one has the opportunity to observe a moose bull or female.

In order to be able to control for the relationship between the number of moose observations, time of day and air temperature in future, we recommend that time of day and daily temperature (and perhaps other weather parameters that can affect visibility) should be added to the protocol when recording moose observations the national register. Since we have not received a clear answer regarding the observability compared to other studies, it is difficult to determine

how much the density estimates from the population estimation model 'LST Moose' are affected. When taking into account the uncertainty in the observability from the studies conducted in the estimates with LST Moose, the estimates for most areas are within the confidence intervals provided by LST Moose. However, it would be desirable to gain a clearer understanding of how observability differs between bulls and adult females, in order to eliminate this uncertainty in the moose observation data. This is particularly important given that the proportion of bulls among adults is also used as an operational target in management.

The authors are solely responsible for the content of the report.

*Keywords:* *Alces alces*, population estimation model, habitat, movement speed, roads, power lines

# Innehållsförteckning

<b>1. Bakgrund</b> .....	<b>8</b>
<b>2. Metoder</b> .....	<b>11</b>
2.1. Att testa för skillnad i rörelseaktivitet .....	14
2.2. Att testa för skillnad vid passager av vägar och kraftledningar .....	17
2.3. Att testa för skillnad i livsmiljöval .....	18
<b>3. Resultat</b> .....	<b>20</b>
3.1. Rörelseaktivitet .....	20
3.2. Passage av vägar och kraftledningar .....	24
3.3. Val av livsmiljö .....	25
<b>4. Sammanfattning och konsekvens för skattning av olika älgars observerbarhet med hjälp av en populationsmodell</b> .....	<b>28</b>
<b>5. Referenser</b> .....	<b>34</b>
<b>Bilagor</b> .....	<b>36</b>



# 1. Bakgrund

Sommaren 2018 var en sommar många kommer minnas som ”Brandens sommar”. Sverige drabbades av ett stort antal skogsbränder och i Kårböle, Ljusdals kommun, startade en brand som kom att bli en av de största i Sverige under modern tid. Totalt brann det 2018 ca 9500 hektar (ha) i Ljusdals kommun inom loppet av några dagar. I området runt Kårböle brann det i tre delområden; Ängra, Enskogen och Nötberget där brandytan uppgår till ca 8400 ha. Det drabbade cirka 150 olika skogsägare och ytan motsvarar cirka 40 procent av den brända skogsmarken i landet 2018 ([www.ljusdal.se](http://www.ljusdal.se)). Det brandhärjade området med omkringliggande landskap hyser en sedan lång tid älgpopulation där statistik från jägarnas datainsamling från älgjakter vittnar om älgar i bra kondition. Området karakteriseras av en älgstam med låga tätheter och bra kvalitet (höga slaktvikter), tät björnstam, etablerade vargrevir och förekomst av järv. Älgstammen i området påverkas därmed, utöver jakt, av predation av både björn och varg. Björnen minskar årskalvarnas överlevnad under försommaren medan varg påverkar älgstammen året om (främst kalvar).

Skogsbränder var tidigare naturliga inslag som skapade stora störningar i de boreala skogarna. Bränder förändrar skogens struktur och skapar öppna ytor där nya växter kan komma upp. En skogsbrand medför därmed en stor ekologisk förändring för de djur och växter som lever i skogen och branden återskapar en skog i ett tidigt successionsskede med mycket god fodertillgång som gynnar många växtätare – allt från insekter till klövvilt och stora rovdjur. Kombinationen älgar av hög kvalitet under högt predationstryck av flera rovdjursarter, samt stora brandhärjade områden skapade en unik nordisk miljö och därmed en möjlighet att storskaligt studera samspelet vegetation-skogsbruk-älgar-rovdjur. Under mars 2020 startades samverkansprojektet *Viltsamverkan i branden spår* kring Kårböle i Ljusdals kommun (här efter Ljusdalområdet) där sammanlagt 51 vuxna älgar (38 kor, 13 tjurar) märktes med GPS-sändare. Projektet finansieras av markägare och förvaltare med Sveaskog som huvudfinansiär och Länsstyrelsen Gävleborg, Kopparfors Skogar och Svenska Jägareförbundet som medfinansiärer. Efter avslutning av den första tre-års perioden gick projektet in i sin andra tre-års period som kommer löpa fram till mars 2026. Sveaskog står kvar som huvudfinansiär för denna period med Kopparfors Skogar och Svenska Jägareförbundet som medfinansiärer. Sedan projektets start har ett nära samarbete mellan älgprojektet (Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, Institutionen för vilt, fisk och miljö), det



Skandinaviska björnprojektet (Norsk Institutt for Naturforskning i Norge) och det Skandinaviska vargprojektet SKANDULV (SLU, Institutionen för ekologi) genomförts i syfte att samordna fältarbete och säkerställa ett bra informationsflöde mellan projekten och till allmänheten. Samarbetet omfattar också utveckling av gemensamma vetenskapliga frågeställningar, publikationer och ansökningar.

Vi förväntar oss att Ljusdalsområdet under ett antal år kommer att hålla ett sommarbete av hög kvalitet som drar till sig många växtätare. Det medför att viltstammarna kommer att ha potential för en hög tillväxttakt. Förekomsten av flera arter av stora rovdjur gör att området är intressant som ett nationellt referensområde. I dagsläget är området unikt med att samtidigt kunna dokumentera rörelser av älg, björn, varg och järv tack vare att ett antal GPS-märkta individer förekommer i samma område. Denna infrastruktur möjliggör kvantitativa studier av mellanarts-interaktioner över tid på olika geografiska skalor. De stora rovdjuren förväntas alla påverkas positivt av branden eftersom mängden bytesdjur förväntas öka på längre sikt. Att förstå hur älgens reproduktion, överlevnad och områdesutnyttjande (dvs populationsdynamik) fungerar under rådande foder- och predationsförhållanden är en viktig del i den adaptiva älgförvaltningen.

Det höga predationstrycket inverkar på det möjliga jaktuttaget som skall tillgodose ett hållbart uttag och god populationsstatus. SLU har på uppdrag av Länsstyrelsen i Västerbottens län och Naturvårdsverket utvecklat en populationsskattningsmodell för älg (LST moose) som bidrar till viktiga beslutsunderlag för jaktuttag av älg. Även om modellens skattningar stämmer relativt väl överens med täthetskattningar som gjorts med hjälp av flyginventeringar som genomfördes under perioden 1997-2017 (merparten före 2013), så finns ett behov att validera modellens skattningar av täthet och dödlighet med oberoende empiriska metoder. Med den etablerade infrastrukturen inom *Viltssamverkan i brandens spår* ser vi möjligheter att validera vissa delar inom modellen i ett område med täta stammar av rovdjur, samt att bidra med möjligheter att skatta observerbarhet av olika älgkategorier under första jaktveckan då ÄlgObs sker. Officiellt börjar den årliga älgjakten i länen den 1:a september. Men inte alla jaktlag börjar älgjakten vid detta datum utan en del väljer att starta jakten i oktober efter jaktupphållet. Det innebär att den första jaktveckan då ÄlgObs genomförs kan variera mellan jaktlag, vilket skulle kunna leda till problem med tolkningen av ÄlgObs-resultaten om älgarnas aktivitetsmönster förändras från början av september till slutet av oktober. För att undersöka hur denna variation i jakttider kan tänkas påverka kvaliteten i ÄlgObs undersöker vi här rörelseaktivitet och livsmiljöval hos älgkor utan och med kalv, samt för älgdjurar under september och oktober för åren 2020-2023 (dvs data av fyra jaktsäsonger).



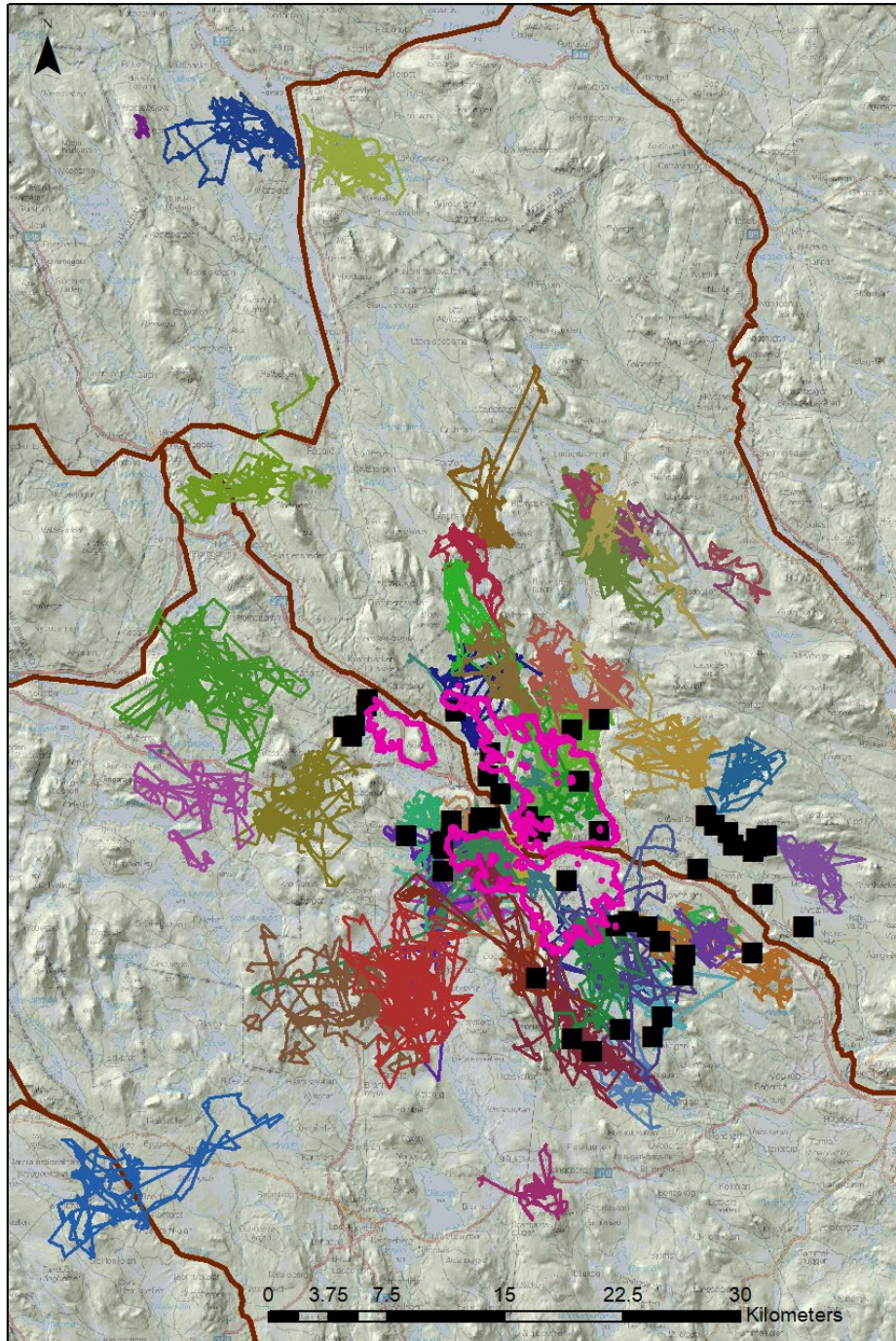
## 2. Metoder

I mars 2020 utrustades 25 älgar (18 kor, 7 tjurar) med GPS-halsband för att kartlägga deras rörelser, livsmiljönyttjande, reproduktion och överlevnad i brandområdet i Ljusdals kommun, Gävleborgs län. Under mars 2021 märktes ytterligare 25 vuxna älgar (19 kor, 6 tjurar) och i mars 2022 en vuxen älgko, dels för att utöka projektets kapacitet, samt att kompensera för de älgar som hade förlorats året innan. Sammanlagt följdes rörelser och livsmiljöutnyttjande av 51 vuxna älgar (38 kor, 13 tjurar) mellan mars 2020 och 2023 i Ljusdalområdet (Neumann m fl. 2023). I samband med märkningen uppskattades älgarnas ålder utifrån deras tandslitage. Älgornas medelålder var 7.3 år (3-13 år) och tjurarnas var 5.3 år (2-10 år) vilket överensstämmer bra med åldersfördelningen av fällda älgkor och tjurar i området. Älgarna märktes i älgförvaltningsområdena (ÄFO) Ljusdal-Voxnan och Ljusdal-Ramsjö, i omedelbar närhet till brandområdet såväl som längre bort i älgarnas vinteransamlingsområden (svarta kvadrat, Figur 1). Under september och oktober rörde sig de GPS-märkta älgarna framförallt inom dessa två ÄFO. Några vandringsälgar förflyttade sig i nordvästlig riktning till Bergs ÄFO i Jämtlands län och till sydväst till Noppikoski ÄFO i Dalarnas län.

För att hantera variation där jägare registrerar sina observationer av älg eftersom jaktlagen kan börja älgjakten i olika veckor, valde vi att analysera älgarnas positioner mellan 1:a september och 31:e oktober under olika tidsperioder (dvs hela perioden, veckovis). Vår kartläggning av älgarnas rörelser och val av livsmiljöer skall därför matcha tiden för när älgjakten pågår och då jägare genomför ÄlgObs. Vi exkluderade positioner under de två veckorna för brunstupphållet respektive år (<https://www.lansstyrelsen.se/gavleborg/>) i våra analyser.

Totalt ingick rörelsedata från 49 olika älgar (36 kor, 13 tjurar) i våra analyser. Positionering av älgarna genomfördes på 3-timmars intervaller. Enligt jaktförordningen får älgjakten enbart pågå från och med en timme före solens uppgång och till och med en timme efter solens nedgång. För varje enskild individ beräknade vi solens upp- och nedgång för positionerna där individen befann sig. Eftersom dagslängden blir kortare från september till oktober förändras antalet timmar som jakten är tillåten under ett dygn (tidigaste start 02:48, senaste 05:30; tidigaste slut 16:02, senaste 19:08). För att fokusera våra analyser på tiden när information för ÄlgObsen insamlas, inkluderade vi enbart älgpositioner under den tid som jakten var tillåten.

Sammanlagt analyserade vi 558 723 positioner (4 858 per älg och jaksäsong) från fyra jaksäsonger (2020, 2021, 2022 och 2023). I medel ingick 2.3 jaksäsonger per älg (1-4) i datamaterial.



**Figur 1.** Fördelning av älgarna under september och oktober i studieområdet Ljusdal. Älgförvaltningsområdenas gränser (ÄFO, bruna linjer). Svarta kvadrater visar initiala märkningspositioner. Rörelselinjer baseras på positioner insamlade mellan 1:a september och 31:a oktober, 2020-2023. Olika älgar har olika färger på linjerna. Brandområdets avgränsningar i rosa.

Kor, tjurar och kor med kalvar kan påverkas av olika externa faktorer (t ex predation) och kan skilja sig åt hur aktiva de är (dvs hur mycket de rör sig) och vilka livsmiljöer de använder. För att testa om det fanns en skillnad mellan dessa tre älg-kategorier, delade vi in alla älgar i vårt datamaterial enligt (1) kor utan kalv vid jaktstarten, (2) kor med kalv (oavsett om det var en eller två kalvar) vid jaktstarten, och (3) tjurar. I vårt datamaterial är antalet kor med kalv vid jaktstarten låg och vi hade därför ingen möjlighet att dela upp denna grupp ytterligare (kor med enkelkalv kontra kor med tvillingkalvar).

För att kartlägga kornas reproduktion och kalvarnas överlevnad övervakar vi noga de GPS-märkta älgkornas rörelser från maj till juli (Neumann m fl. 2020, 2023). Med hjälp av positionsdata som löpande kommer in, kan vi analysera om, när och var kalvningen sker eftersom älgkorna förändrar sitt rörelsemönster när de kalvar. Genom att studera älgkornas rörelsemönster kan vi också bestämma kalvningstiden med några timmars precision samt ange platsen för kalvningen med några meters noggrannhet. På kartsidan (<https://wram.slu.se/public>) visas kalvningsplatsen som en tät samling av positioner (kluster) som skiljer sig tydligt från den samling av punkter som uppstår under älgens födosök. Med en känd position för kalvningen, kan vi smyga in på den märkta kon och därigenom räkna antalet födda kalvar. Under studieperioden kunde vi följa fyra kalvningssäsonger (2020, 2021, 2022, 2023) där vi dokumenterade antal kalvar som föddes per GPS-märkt ko, samt följa årskalvarnas överlevnad från födelsen fram till efter den årliga älgjakten genom att studera kornas rörelsemönster i kombination med fältobservationer. Inom studieområdet påverkas årskalvarnas sommaröverlevnad tydlig av predation, fram för allt av björn (överlevnad fram till jaktstarten uppgick till ca 30 %, Neumann m fl. 2023). Ibland kunde vi inte observera älgkon vid fältkontroll på grund av olika anledningar (t ex tekniska problem, otillgänglig terräng). Vi har därför utgått från att kor som vi inte kunde observera och därmed inte kunde bekräfta kalvöverlevnad, men där vi inte heller utifrån kons rörelsemönster sett tecken på kalvförlust, att deras kalvar var vid liv.

Totalt baserade vi våra analyser på 49 enskilda älgar som sammanlagt bidrog med 115 älg-år där data från samma älg kunde förekomma i flera säsonger mellan 2020 och 2023 (antal älg-år per kategori: 'kor utan kalv' = 58, 'kor utan kalv' = 33, 'tjurar' = 24). Antal älgar per kategori varierade mellan åren på grund av antal älgar som var vid liv under respektive år, samt hur kalvöverlevnaden var under sommaren för korna (Tabell 1). En och samma älgko kunde ingå med kalv ett år och utan kalv under ett annat år beroende om kalvarna var vid liv inför jaktstarten. Det var få märkta kor med kalv under jakten 2020 och 2021. Få älgar i en kategori medför att

de enskilda älgarnas beteende i denna grupp kan få stor inverkan på resultaten som helhet vilket är viktigt att ha i åtanke när man tolkar resultaten.

**Tabell 1.** Antal älgar i respektive kategori i ett givet år.

År	Kor utan kalv	Kor med kalv	Tjurar
2020	14	3	7
2021	22	6	9
2022	12	13	4
2023	10	11	4
<b>Summa älg-år</b>	<b>58</b>	<b>33</b>	<b>24</b>

Vi gjorde all datahantering och –bearbetning och alla analyser i mjukvaran R version 4.3.2.

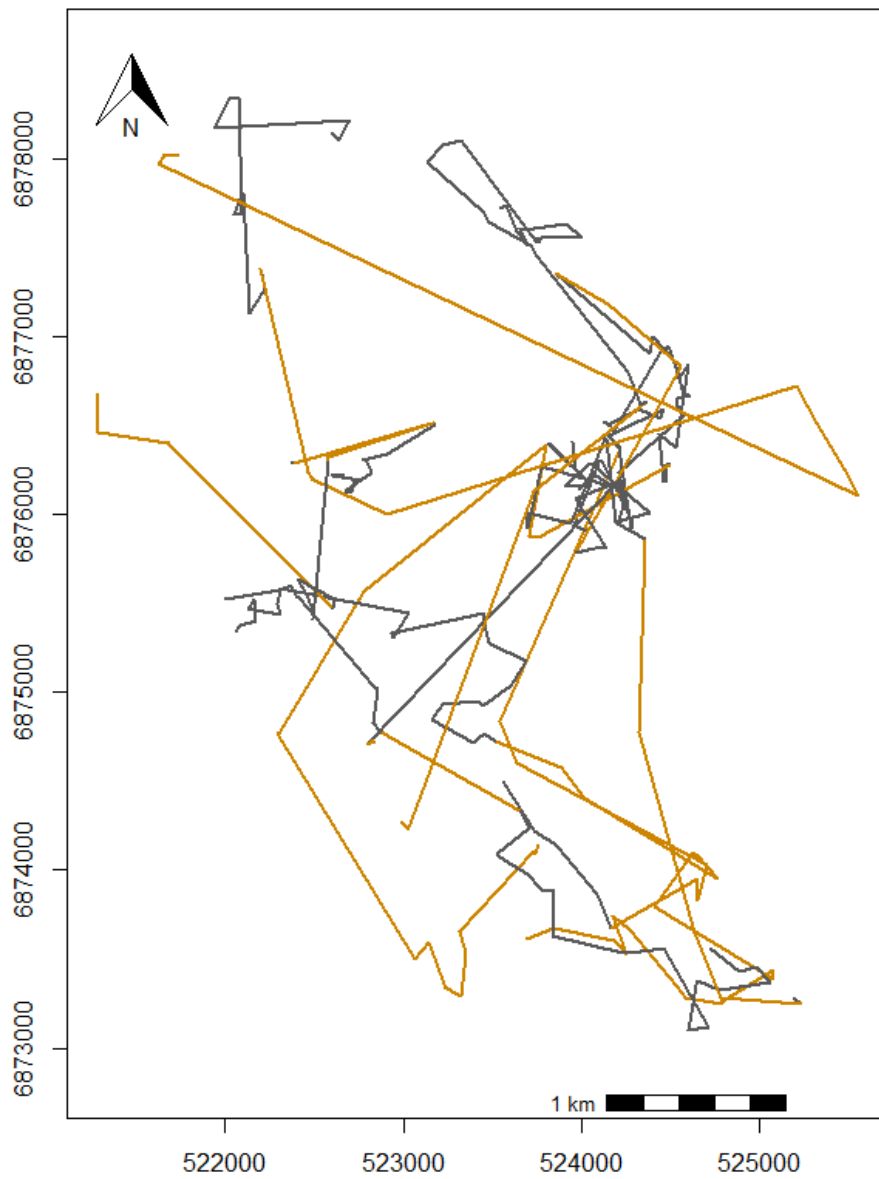
## 2.1. Att testa för skillnad i rörelseaktivitet

Vi beräknade älgarnas rörelseaktivitet som avståndet fågelvägen (meter) mellan två på varandra följande positioner i tid delat med tiden som har gått mellan dessa två registreringar. Detta ger ett mått på älgarnas genomsnittliga rörelsehastighet (meter per timme) vid en viss tidpunkt under dygnet och för ett visst datum.

Djurens rörelse ser olika ut under dygnet där en del förflyttningar kan vara mer riktade över större avstånd medan andra förflyttningar kan vara mer koncentrerade (Patterson m fl. 2009). Olika typer av förflyttningar kan spegla olika beteenden (t ex förflyttning mellan platser eller födosök) och kan ske i olika livsmiljöer (Patterson m fl. 2009). Vi vet från tidigare forskning att älgarnas rörelser och aktivitet varierar över dygnet och mellan säsonger (Neumann m fl. 2012, Graesli m fl. 2020a). Lufttemperaturen påverkar såväl älgarnas aktivitet som habitatval där djuren rör sig mindre och väljer mogen skog när det är varmare (Ericsson m fl. 2015a; van Beest m fl. 2012). Förutom positioner, registrerar GPS-halsbandet också temperatur som kan ses som ett index för lufttemperaturen vid en given position och tidpunkt (Ericsson m fl. 2015a). Vi använde detta GPS-mått på temperatur som ett index för lufttemperaturen för lokalen där älgen befann sig. Detta temperaturmått påverkas även av hur exponerat älgen står, vilket innebär att temperaturförändringarna som registrerats under dagen även ger en viss information om hur solexponerade platserna var där älgen befann sig.

Olika typer av förflyttningar eller 'rörelseaktivitet' i relation till typen av livsmiljö kan påverka djurens observerbarhet. Chansen att få syn på djuret (observerbarhet)

borde därmed vara högre när ett djur förflyttar sig i samma riktning med längre steg i öppen terräng än när den rör sig mer koncentrerat på samma ställe i tät skog. För att ta hänsyn till detta klassificerade vi älgarnas rörelsedata som dels *restriktiv rörelse* som karakteriseras av relativt korta steg och många riktningsändringar (turning angle) och dels som *utforskande rörelse* som karakteriseras av längre steg och få riktningsändringar (R package *moveHMM*, Michelot m fl. 2016). Eftersom kor och tjurar är olika aktiva under hösten (Neumann & Ericsson 2018), kvantifierade vi två typer av rörelser (dvs restriktiv och utforskande) separat för ko och tjur. Analyserna som presenteras tar hänsyn till dessa två typer av rörelseaktivitet (Figur 2). Vi undersökte om de tre älgkategorierna skiljde sig åt hur aktiva de var vid en viss tid med hjälp av en linjär regression (i.e. linear mixed model, R package *nlme*, Pinheiro & Bates 2000), vilken tar hänsyn till att vi har flera positioner från samma älg och att det finns en variation mellan olika älgar. Vi log-transformerade responsvariabeln (meter per timme) för att säkerställa en normalfördelning. Vi analyserade data både för hela perioden och för enskilda veckor. I vår veckovisa analys exkluderade vi data från vecka 44 eftersom den omfattade enbart data av någon enskild dag. För att kontrollera för effekten av lufttemperatur, tid på dygnet, år, och vecka, inkluderade vi alla dessa variabler som sk kovariater i modellen (Bilaga 1). Vi använde uppföljande analyser med Bonferroni korrigering för att testa för en skillnad mellan olika kombinationer av de tre olika älgkategorierna (R package *emmeans*, Lenth m fl. 2024).



**Figur 2.** Rörelse av ko "F4686" under september-oktober 2023 där rörelsestegen är indelad som *restriktiva* (grå) och *utforskande* (gul). *Restriktiva* steg karakteriseras av relativt korta steg och många riktningssändringar och *utforskande* steg karakteriseras av längre steg och få riktningssändringar.



## 2.2. Att testa för skillnad vid passager av vägar och kraftledning

För att kartlägga älgarnas rörelse över öppna ytor som vägar och kraftledningar (dvs passager) och testa för skillnaden mellan de tre älg-kategorierna utgick vi från ovan nämnda datamaterial. Förutom koordinater kommer alla positioner med en tidsstämpel som möjliggör att kartlägga älgens förflyttning över tid (dvs från en position till nästa). Med denna information kan vi göra en skiss över älgens rörelsestråk i landskapet (Figur 1), och kan också kvantifiera om och hur ofta älgerna har passerat någon väg eller kraftledning. Eftersom vi utgår från vårt datamaterial borde 'passagemåttet' dock anses som konservativt. Detta beror på att tidsintervallen mellan enskilda positioner ligger på tre timmar och vi vet inte om och hur ofta en älg har passerat någon väg eller kraftledning under tiden mellan positionerna. Vi kalkylerade för varje älg och år individernas veckovisa rörelser (R package *move*, Kranstauber m fl. 2023). För att kvantifiera korsningar av älgarnas rörelser med en väg eller kraftledning, använde vi det nationella vägnätet (Trafikverket, <https://www.trafikverket.se/e-tjanster/lastkajen--sveriges-vag--och-jarnvagsdata/>, nerladdning 2024-02-12) och kraftledningar från Sveriges översiktskarta ([www.lantmateriet.se](http://www.lantmateriet.se), nerladdning 2019-01-17). Vi kalkylerade intersektionen mellan dessa linjer (R package *terra*, Hijmans m fl 2024). Vi sammanfattade älgarnas korsningar av en väg och kraftledning till 'korsningar' eftersom antal korsningar av kraftledningar var få och jämförde dessa med antalet rörelser som inte passerade en väg eller kraftledning för en given älg under ett givet år och vecka. Vi testade om älg-kategorierna skilde sig åt i sannolikheten att passera en väg eller kraftledning under september och oktober med hjälp av en generalized linear mixed model (R package *lme4*, Bates m fl. 2015), vilken tar hänsyn till att vi har flera rörelser från samma älg och att det finns en variation mellan olika älgar. 'Mixed' modellen konvergerade dock inte när vi ville studera interaktionen mellan älgkategorierna och vecka. För denna analys sammanfattade vi därför antalet passager och antal rörelsesteg som inte korsade en väg- eller kraftledning per vecka och älg-kategori. Vi testade även för en skillnad mellan älgkategorierna över tid med hjälp av en generalized linear model.

## 2.3. Att testa för skillnad i livsmiljöval

För att kartlägga älgarnas val av livsmiljö och testa för skillnaden mellan de tre älgkategorierna utgick vi från ovan nämnda datamaterial. För att förstå djurets livsmiljöval, behöver man titta på vilka livsmiljöer som används av älgarna i relation till den geografiska omfattningen av dessa livsmiljöer i området. Djurets habitatanvändning är beroende av vilka livsmiljöer som finns tillgängliga och vilka miljöer som djuret väljer eller undviker. För att se vilka livsmiljöer älgarna valde jämfört med miljöernas tillgänglighet, beräknade vi älgarnas selektion baserad på deras rörelser (Step Selection Functions; R package *amt*, Signer m fl 2019). Vi jämförde vilka livsmiljöer älgarna kunde ha gått till (slumpmässiga rörelser) och till vilka av dessa livsmiljöer de faktiskt använde (observerad rörelse; Thurffjell m fl. 2014). Vi jämförde valda livsmiljöer vid slutet av varje observerat steg med livsmiljöer vid slutet av tio slumpmässiga steg för respektive älg (Thurffjell m fl. 2014). Djurets användning av en enskild livsmiljö sker inte bara i relation till livsmiljöns tillgänglighet utan också i relation till andra livsmiljöer. Vi analyserade positioner med tre-timmarsintervall för att ha samma intervaller för kor och tjurar under hela perioden.

Under 2019 kom en ny nationell marktäckekarta som har en högre rumslig upplösning än den gamla marktäckekartan från 2002, som skiljer på olika typer av barrskog (dvs tall- och granskog, [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)). Till den här marktäckekartan finns också en rad tilläggskartor som ger information till exempel om vegetationshöjd med fokus på buskskikt (0.5 m – 5 m) och trädskikt (5 – 45 m). Utöver dessa kartor finns också skogliga grunddata från Skogsstyrelsen med information om skogens medelhöjd och skattningar av genomsnittliga trädhöjd (laser). Vi började med en modell som inkluderade information om typen av trädskikt, medelhöjd och trädhöjd, förutom livsmiljöer. Modellen hade problem att nå ett slutgiltigt robust resultat, troligen på grund av svaga samband mellan de många variablerna. Därför testade vi för skillnad mellan älg-kategorierna om de valde livsmiljöer (marktäckekartan) och lokaler med olika höjd på buskskiktet.

Vi uppdaterade information från marktäckekartan med data om utförda avverkningar ([www.skogsstyrelsen.se](http://www.skogsstyrelsen.se)). Tallskog är en central livsmiljö för älgar och därför satte vi tallskog som referens i vår analys om älgarnas selektion av livsmiljöer. Vår analys tar utgångspunkt i att älgarnas observerbarhet kan skilja sig åt mellan olika typer av skog oavsett om vissa livsmiljöer användes och/eller förekom i liten omfattning i studieområdet. Därför slog vi samman en del av livsmiljöerna medan vi analyserade andra separat. Vi analyserade följande

livsmiljöer: tallskog, granskog, blandskog (lövskog och skogar med högre lövinslag), ungskog (karakteriserar områden som har varit skog och där uppväxande skog är i ett tidigt successionsstadium som ligger under fem meters växthöjd, här ingår ”Öppna och igenväxande hyggen, stormfällda områden eller brandfält där trädhöjden är under fem meter”, samt nya avverkningar), våtmarker och ’Annat’. I ”Annat” inkluderade vi livsmiljöer som vatten, åkermark, exploaterad mark, samt annan typ av öppen mark som inte är våtmark, åkermark eller exploaterade vegetationsfria ytor där träd- och buskskikt kan vara lägre än 5 meter och spridda träd.

Vi testade för skillnader mellan älg-kategorier i livsmiljöanvändning i relation till *restriktiva* och *utforskande rörelser* med hjälp av en sk ”conditional generalized mixed regression” som tar hänsyn till att vi har flera positioner av samma älg och att det finns variation mellan älgar (R package *glmmTMB*, Muff m fl. 2020). Vi undersökte älgarnas selektion av livsmiljö och val av buskhöjd separat för att undvika att ha för många variabler i en och samma modell. Liksom för analysen om rörelseaktivitet, analyserade vi vårt datamaterial för hela perioden och veckovis.

## 3. Resultat

### 3.1. Rörelseaktivitet

För alla älgar kan merparten av alla positioner beskrivas som *restriktiva* rörelser men andelen av dessa rörelser skiljde sig mellan de tre älgkategorierna. För kor utan kalv tillhörde 62 % av alla positioner *restriktiva* rörelser och därmed hade de en lägre andel än korna med kalv (71%) eller tjurarna (79%) (kor med kalv vs kor utan kalv:  $z=-14.5$ ,  $p<0.0000$ , tjurar vs kor utan kalv:  $z=-3.09$ ,  $p=0.002$ ; tjurar vs kor med kalv:  $z=-0.22$ ,  $p>0.05$ ). Sett över dygnet, ökar andelen *utforskande* rörelser i alla kategorier på morgonen (kl 03-06) och under eftermiddag/tidig kväll (kl 15-18, Bilaga 2).

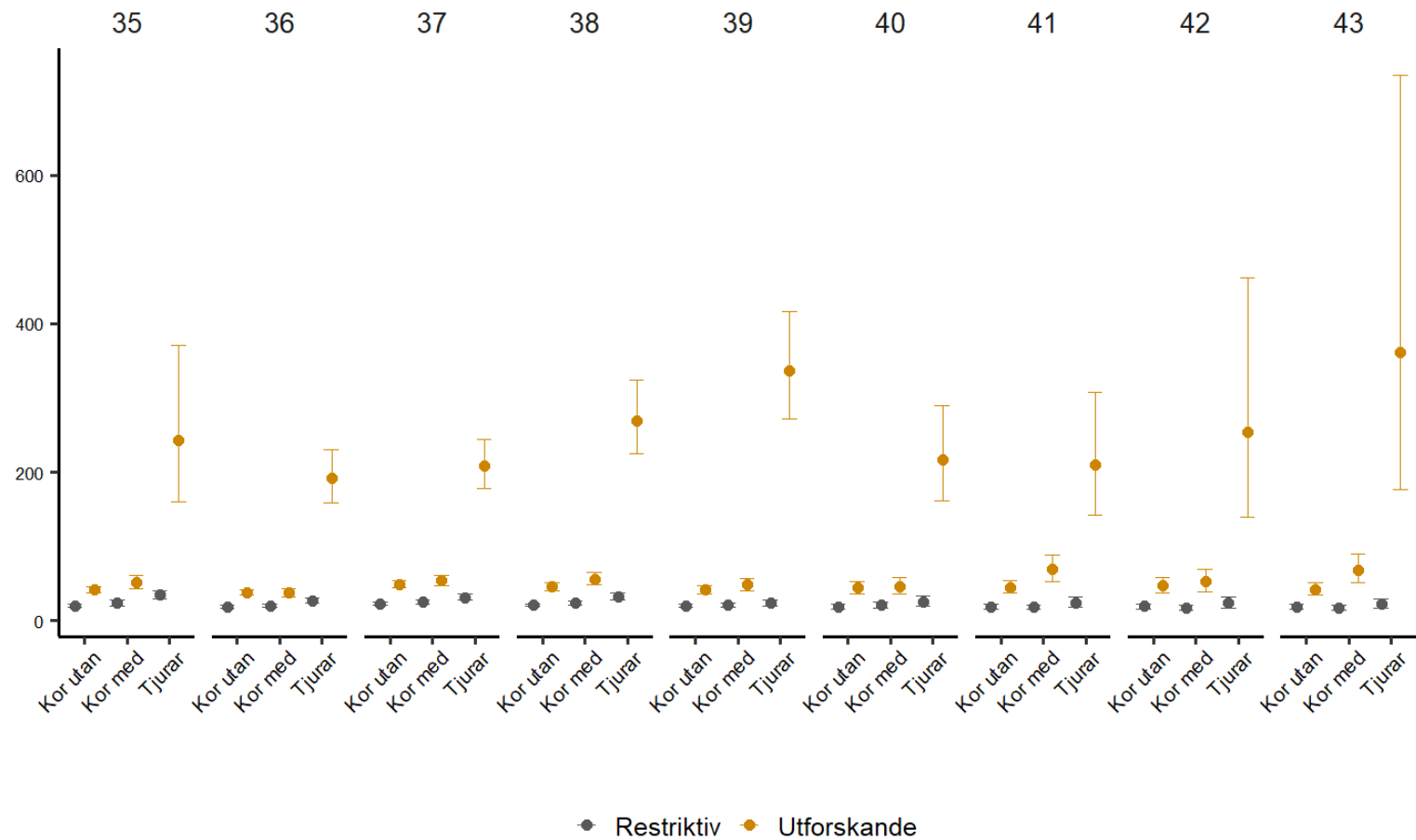
I medel förflyttade sig älgar i alla kategorier snabbare (fler meter per timme) när de var i *utforskande rörelse* jämfört med när de förflyttade sig i *restriktiv rörelse* (Tabell 2). Skillnaden var störst för älgdjurar: medan korna rörde sig i medel drygt 2 ggr mer, rörde sig tjurarna 9 ggr mer. Älgdjurarna rörde sig snabbare jämfört med både älgkor utan kalv och älgkorn med kalv – oavsett typ av rörelse/förflyttning (Bilaga 3). Älgkorna med kalv rörde sig något snabbare än kor utan kalv i *utforskande* rörelser, men inte i sina *restriktiva* rörelser. Efterson *utforskande* rörelser i sig definieras av längre och mer riktade steg (färre riktningsändringar), tyder denna skillnad på att älgdjurarna rör sig över en större yta än korna när djuren är i detta rörelseläge.

**Tabell 2.** Älgarnas rörelseaktivitet (meter per timme) i medel ( $\pm$  95% konfidensintervall) under *restriktiva* och *utforskande* rörelser under september och oktober, Ljusdal 2020-2023.

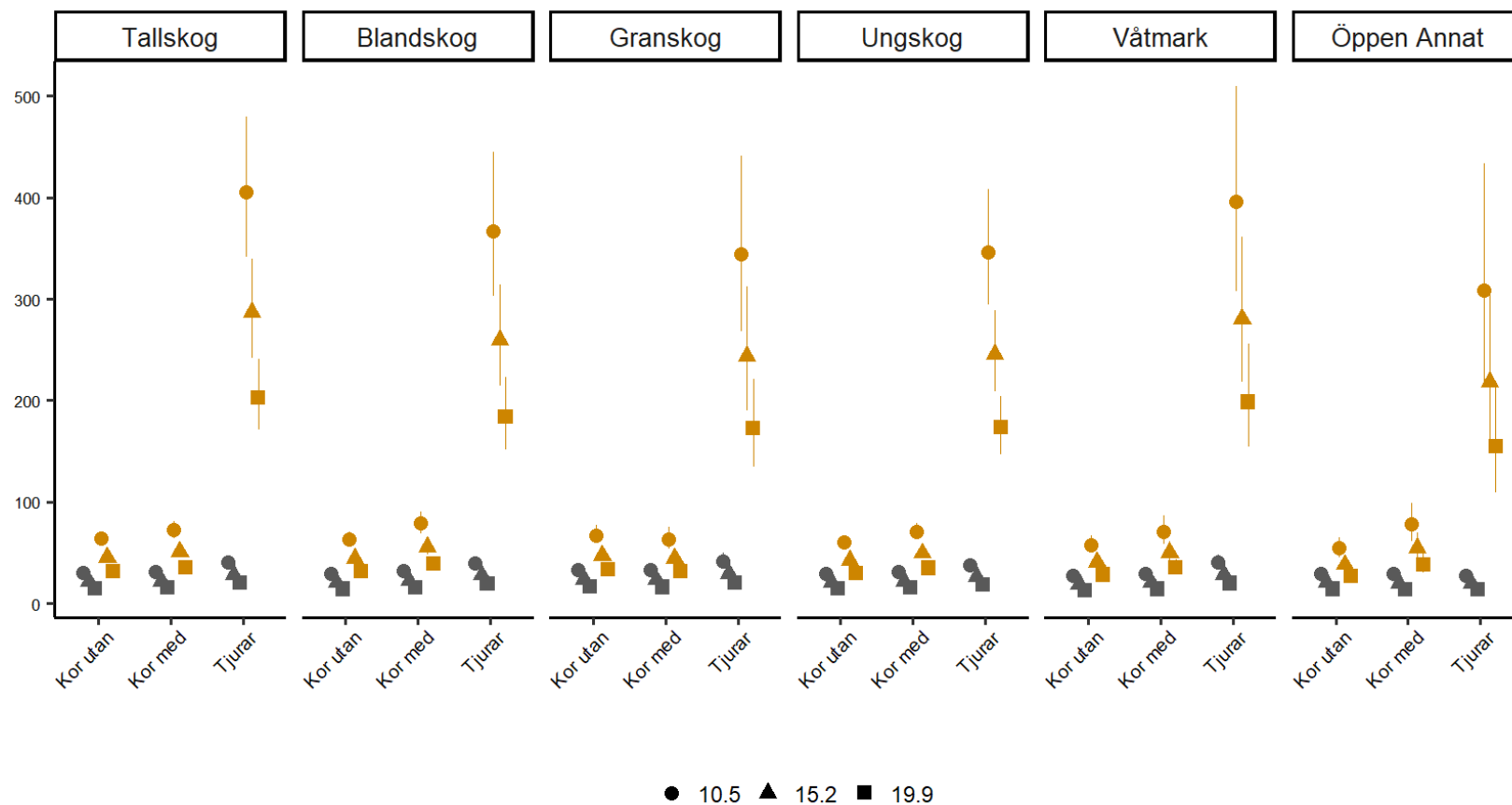
	<i>Restriktiva</i> rörelsesteg (meter per timme)	<i>Utforskande</i> rörelsesteg (meter per timme)
Kor utan kalv	21.3 (19.7, 23.1)	44.4 (41.0, 48.0)
Kor med kalv	22.4 (20.6, 24.3)	51.5 (47.0, 56.3)
Tjurar	27.7 (24.4, 31.4)	264.7 (231.4, 302.9)

Hastigheten älgarna förflyttade sig med skiljde sig åt mellan *restriktiva* och *utforskande* rörelsesteg för älgar i varje kategori under alla veckor under studieperioden (Figur 3, Bilaga 4). Skillnaden mellan älgdjurar och de två kategorierna av älgkor förekom under alla veckor. Rörelsen hos kor utan och med kalv skilde sig inte åt för något av de två rörelselägena, förutom under vecka 41 och 43 där kor med kalv rörde sig i medel något snabbare än kor utan kalv.

I medel förflyttade sig älgarna lika snabbt i alla livsmiljöer, förutom en tendens för en något snabbare förflyttning (eller högre rörelseaktivitet) i granskog jämfört med tallskog och en något långsammare förflyttning (eller lägre rörelsehastighet) på våtmark jämfört med tallskog (Bilaga 5). Högre lufttemperatur (indikerat av temperaturen mätt i halsbandet) påverkade älgarnas aktivitet negativt så att älgar gjorde successivt kortare förflyttningar när det blev varmare (Figur 4, Bilaga 5). Förutom att alla grupper hade högre rörelsehastighet i *utforskande rörelser* och att älgdjurarna rörde sig mer än korna i detta rörelseläge, hittade vi bara en marginell skillnad mellan kategorierna vad gäller deras rörelsehastighet i olika livsmiljöer (Figur 4).



**Figur 3.** Älgarnas rörelseaktivitet (meter per timme) i medel ( $\pm$  95% konfidensintervall) under *restriktiva* (grå) och *utforskande* (gul) rörelser under olika veckor (veckor 35-43 som motsvarar 1:a september till 29/30:e oktober) enligt resultat från den linjära modellen, Ljusdal 2020-2023.

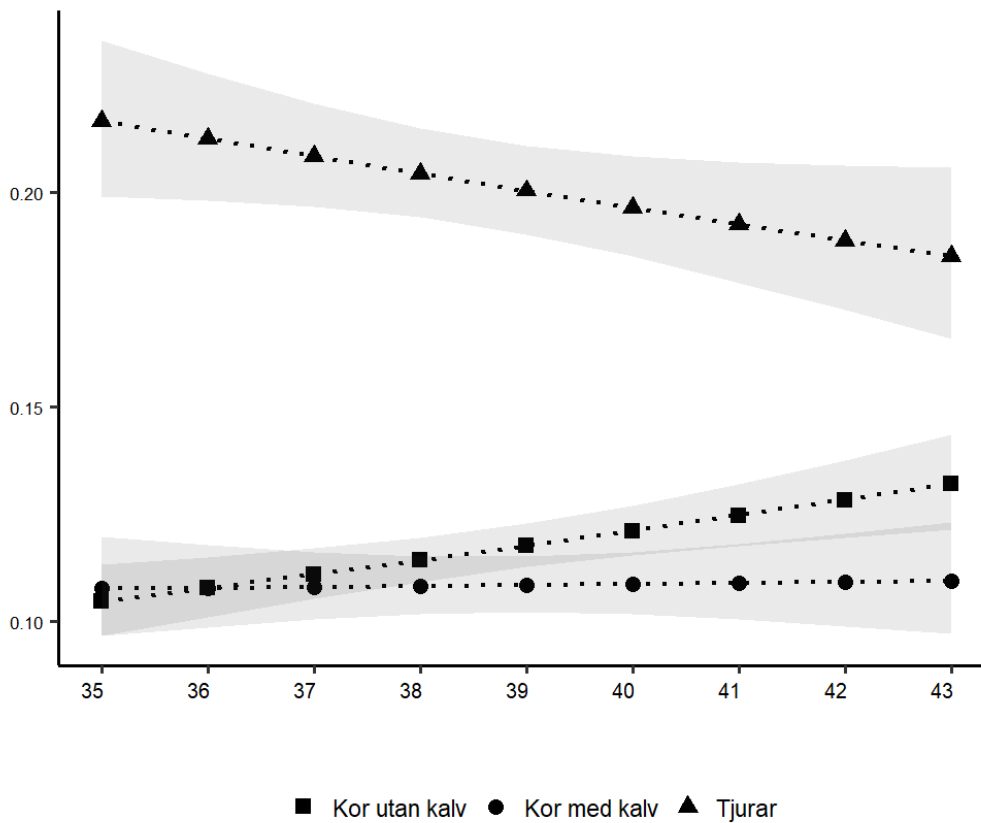


**Figur 4.** Älgarnas rörelseaktivitet (meter per timme  $\pm$  95% konfidensintervall) för älgkor utan kalv, älgkor med kalv och älgstjurar i olika livsmiljöer under *restriktiva* (grå) och *utforskande* (gul) rörelser i relation till olika nivåer av temperatur enligt resultat från den linjära modellen, Ljusdal 2020-2023. Kor utan kalv i restriktiv rörelse och tallskog representerar intercept i denna modell.

### 3.2. Passage av vägar och kraftledningar

Mellan september och oktober passerade älgdjurar oftare en väg eller kraftledning jämfört med kor med eller utan kalv medan de två ko-kategorierna inte skilde sig åt (Bilaga 6).

Över tid (dvs från vecka 35 mot vecka 44) förändrade kor med kalv inte hur ofta dessa passerade en väg eller kraftledning ( $p>0.05$ ), medan kor utan kalv ökade sina passager något. Under samma period minskade älgdjurarna antalet passager (Bilaga 7, Figur 5).

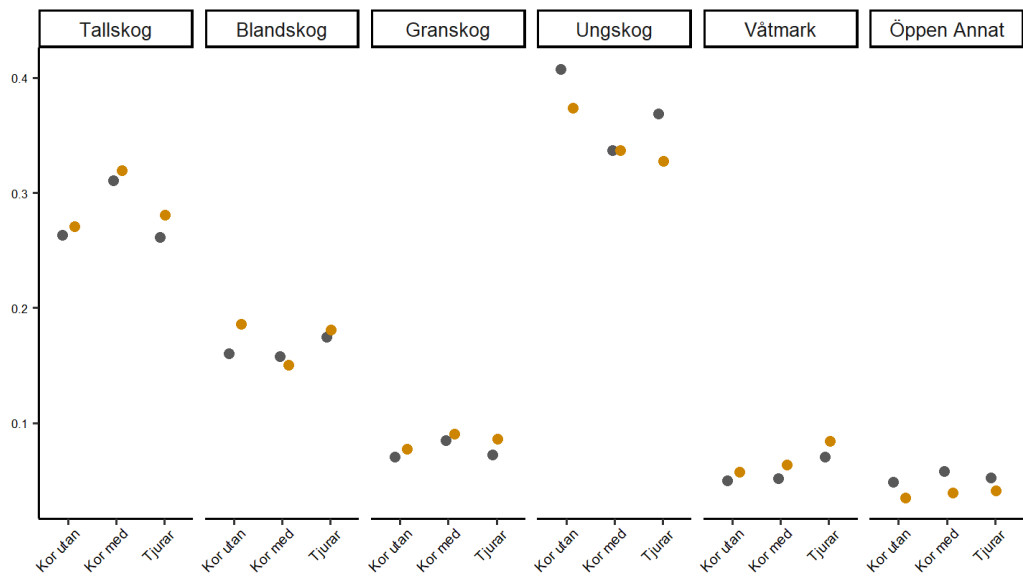


**Figur 5.** Sannolikheten (oddsen  $\pm$  95% konfidensintervall) att passera en väg eller kraftledning av älgkor utan kalv (punkt), älgkor med kalv (kvadrat) och älgdjurar (triangel) för olika veckor under september och oktober enligt resultat från den generaliserade linjära modellen, Ljusdal 2020-2023.



### 3.3. Val av livsmiljö

Positionernas procentuella fördelning i olika livsmiljöer varierade något mellan *restriktiva* och *utforskande rörelser*, samt mellan älgkor utan kalv, älgkor med kalv och älgdjurar (Figur 6). Älgarna lokaliserades framförallt i ung- och tallskog – oavsett kategori. Att enbart titta på en procentuell fördelning ger dock ingen information om och hur vidare älgar föredra eller undvika någon livsmiljö. När vi jämför älgarnas val av olika livsmiljöer i relation till livsmiljöernas förekomst i landskapet och hur ofta de lokaliserades i tallskog (referens livsmiljön) genom att jämföra till vilka livsmiljöer älgarna har gått och var de skulle kunna ha gått (slumpmässiga steg), ser vi inga tecken på att älgarna valde (prefererade) någon livsmiljö mer eller mindre jämfört med livsmiljöns tillgänglighet (Bilaga 8). Under studieperioden (dvs september och oktober) kunde vi inte heller se någon skillnad mellan de tre älg-kategorierna i deras val av livsmiljöer i relation till tallskog och livsmiljöernas tillgänglighet. Undantaget är att kor med kalv visade en lägre preferens/selektion för ungskog när de rörde sig i *restriktiva* rörelser ( $p=0.03$ ) och att kor med kalv tenderade att välja blandskog mindre när de rörde sig i *restriktiva* rörelser ( $p=0.08$ ), samt att tjurarna tenderade att välja blandskog mindre när de rörde sig i *utforskande* rörelser ( $p=0.08$ , Bilaga 8). Analyser med en veckovis upplösning av älg-kategoriernas val av livsmiljö visar samma mönster som för hela perioden (Bilaga 9). Kategorierna skiljde sig inte åt hur vidare de selekterade för eller undvek habitat med olika buskhöjd i relation till buskarnas tillgänglighet i landskapet oavsett om vi analyserade data för hela perioden eller veckovis (Bilaga 10, 11).



**Figur 5.** Procentuell fördelning av positioner i olika livsmiljöer för kor utan kalv, kor med kalv och tjurar under *restriktiv* rörelse (gråa prickar) och *utforskande* rörelse (gula prickar) mellan september och oktober i Ljusdalområdet, 2020-2023.



## 4. Sammanfattning och konsekvens för skattning av olika älgars observerbarhet med hjälp av en populationsmodell

I det här arbetet analyserade vi om älgkor utan årskalv, älgkor med årskalv och älgdjurar skiljer sig i rörelsehastighet, andel av väg- och kraftledningspassager och i sin användning av olika typer av livsmiljöer som alla potentiellt kan påverka djurens observerbarhet under den årliga älgjakten. För att matcha våra analyser med tidsperioden när registrering av älgobservationer (ÄlgObs) sker, omfattar vårt datamaterial endast positioner från GPS-märkta älgar under dagtid dvs när jakten är tillåten mellan september och oktober. Vårt arbete visar på fyra huvudresultat.

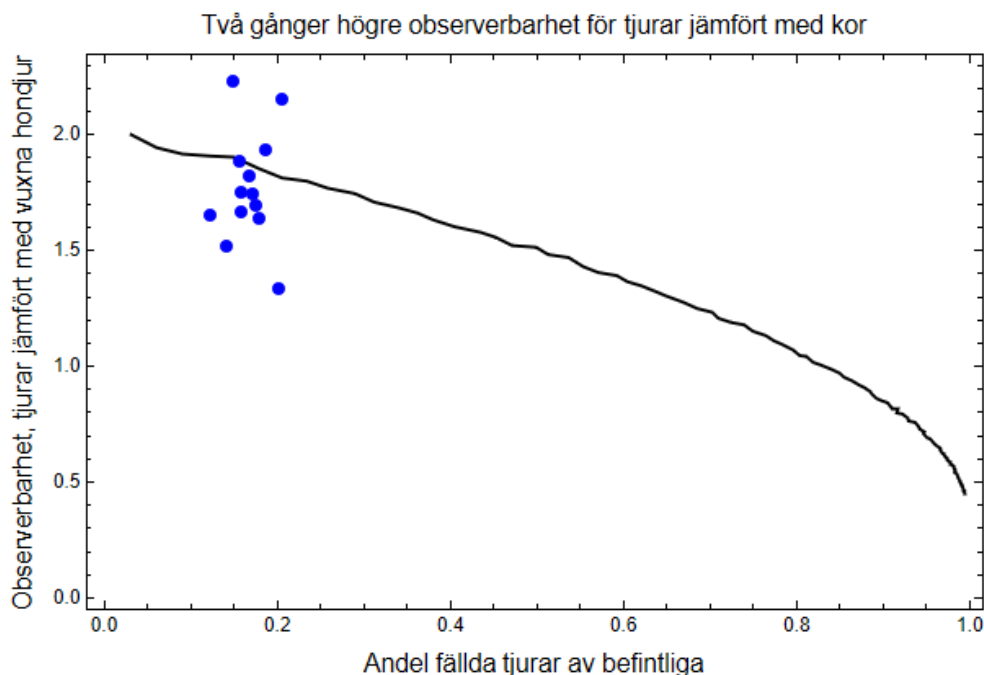
*För det första:* det fanns en variation i rörelsehastighet och därmed potentiellt exponerande mellan olika tidsperioder under dygnet där alla älgar rörde sig relativt lite under dagen (dvs kortare förflyttningar och fler svängar, huvudsakligen mellan kl 6-15) medan de var 2-9 ggr mer aktiva under tidig morgon och sen eftermiddag (dvs längre och mer riktade förflyttningar, huvudsakligen mellan kl 03-06 och kl 15-18). Detta mönster fann vi för alla älgkategorier, men med skillnaden att älgdjurarna rörde sig drygt 5 ggr mer än älgkorna när dessa var i ett sk *utforskande* rörelsemönster och detta gällde oavsett om korna hade kalv eller inte. Eftersom *utforskande rörelser* i sig definieras av längre och mer riktade steg (färre riktningsändringar), tyder våra resultat på att älgar exponerar sig mer under tidig morgon och sen eftermiddag/tidig kväll vilket i sin tur påverkar deras observerbarhet under jakten. Kunskapen om att älgdjurarna har generellt högre rörelseaktivitet under hösten än älgkorna är inte ny (Neumann & Ericsson 2018), men tidigare analyser har inte fokuserat på skillnader mellan könen specifikt under jaktperioden när ÄlgObs genomförs. Eftersom tjurar rörde sig mer, tyder våra resultat också på att de borde ha en högre observerbarhet än älgkor.

Högre aktivitet och längre förflyttningar påverkar sannolikheten att ett djur kan observeras. Om man lägger en buffertzona på 100 m kring de enskilda dagarnas rörelsestråk eller spår kommer långa förflyttningar att ge en stor detektionsyta medan små förflyttningar och där spåren inom dag överlappar leder till minskad detektionsyta. Detektionsytan är den yta inom vilken man skulle förvänta sig att observera den märkta älgen. Den analysen resulterade i 1.7-2.3 (medel 2.0) ggr

större detektionsyta för tjurar jämfört med kor, vilket motsvarar cirka 2 ggr högre detekterbarhet för tjurar jämfört med korna (oavsett om kon har kalv eller inte). Detta resultat innebär att antalet älgjurar per ko (vuxet hondjur) i genomsnitt borde vara hälften av vad som observeras i samband med ÄlgObs den första jaktdagen. I norska telemetristudier av observerbarhet i samband med jakten varierade observerbarheten från 1 till 1.5 för märkta tjurar jämfört med märkta kor i de fem områden där studierna genomfördes (Solberg m fl. 2018). I dessa studier räknades endast den första observationen av varje enskild märkt älg, vilket innebär att observerbarheten kan ha varit något högre för tjurar än vad som uppmättes. Det innebär att skillnaden mellan vår studie och den norska studien skulle kunna vara inom felmarginalen.

För förvaltningen är den viktiga frågan dock hur det slutgiltiga ÄlgObs-värdet för antal tjurar per vuxet hondjur skiljer sig från den verkliga populationens antal tjurar per vuxet hondjur. Kor med en eller flera kalvar fälls sällan vid första observationstillfället eftersom kalven skjuts före kon av etiska skäl. Detta innebär att kvoten tjurar/ko minskar under ÄlgObs-perioden. Det går att bilda sig en uppfattning om hur stor den effekten är genom att modellera jakten under ÄlgObs-perioden där modellen hanterar observationer av tjurar och vuxna hondjur samt avskjutningen. En sådan modell, LST Moose, som parameteriserats för älgförvaltningsområdena i det aktuella studieområdet, beskrivs i Bilaga 12. Resultatet visar att den effekten under ÄlgObs-perioden endast förväntas bidra med en sänkning av observerbarheten med ca 10-15 % för tjurarna. När 20 % av tjurarna i populationen fällts har observerbarheten reducerats med cirka 10 %, vilket kan jämföras med knappt 15 % när 30 % av tjurarna fällts. Modellen hanterar en situation när djuren enbart observeras i förhållande till den rörelseaktivitet som uppmättes i samband med telemetristudien. Vid jämförelse mellan resultat från modellen och ÄlgObs i området under åren 2014-2020 tycks tjurarnas observerbarhet minska något snabbare i ÄlgObs, 12 % med cirka 17 % fällda tjurar av befintliga. Observerbarheten i samband med jakten tycks därför kunna påverkas av något annat än de uppmätta skillnaderna i rörelseaktivitet. En möjlig förklaring skulle kunna vara att kor med kalvar kan observeras många gånger på kort tid om de får en hund efter sig, medan tjurar i samma situation skulle riskeras att fällas vid första bästa tillfälle.

Men trots detta borde observerbarheten i samband med ÄlgObs vara minst cirka 1.8 gånger högre för tjurar än för vuxna hondjur. Det skulle innebära att andelen tjurar av vuxna hondjur är betydligt lägre än vad som framgår av ÄlgObs. Om den observerade andelen tjurar enligt ÄlgObs är 38 % skulle den enligt vad som framkommit i denna studie snarare vara cirka 26 %. Med tanke på att målet för andelen tjurar av vuxna är 40 % i många av älgförvaltningsområdena är det viktigt att reda ut hur det verkligen förhåller sig med tjurandelen.



**Figur 6.** Modellerad förändring av observerbarhet omräknat från observerat antal tjurar per vuxet hondjur (svart linje). Antal tjurar per vuxet hondjur från ÄlgObs, dag 7, där observerad kvot för dag 1 sattes till 2.0. Underlagsdata till modellen och ÄlgObs kommer från Ljusdal-Ramsjö ÄFO och Ljusnan-Voxnan ÄFO för perioden 2014-2020.

Det finns dock resultat som går i motsatt riktning som kommer från jämförelse mellan ÄlgObs och flyginventering (Emil Broman, opublicerade data). Andelen tjurar av vuxna som observerades i samband med 43 flyginventeringar, efter återläggning av antal fällda älgar, var i genomsnitt 17 % högre jämfört med andelen tjurar av vuxna från ÄlgObs från samma områden. Översatt till antal tjuror per vuxet hondjur blir detta 1.3 gånger fler vid flyginventeringarna jämfört med vid ÄlgObs. Variationen var visserligen stor i den analysen, men i den absoluta majoriteten av resultaten var tjurarna underrepresenterade i ÄlgObs. Med tanke på att antalet inventeringar var så pass stort torde resultatet vara förhållandevis robust, speciellt som medelvärdet och medianvärdet var i samma storleksordning. Översatt till observerbarhet för tjurarna under ÄlgObs-perioden skulle dessa resultat innebära att tjurarna har en lägre observerbarhet än vuxna hondjur,  $1/1.3=0.77$  istället för 2.0 som i telemetristudien.

Vi har i dagsläget ingen bra förklaring till hur skillnaderna i observerbarhet mellan de två metoderna kan bli så stora. Det finns många hypoteser som var och en kan bidra med en liten del av diskrepansen, men ingen hypotes som kan förklara merparten av skillnaden. För att få klarhet i den realiserade observerbarheten hos tjuror respektive vuxna kor i samband med ÄlgObs skulle det därför behövas en riktad studie som möjliggör test av de enskilda hypoteserna. Eftersom vi inte har fått ett entydigt svar angående observerbarheten jämfört med andra studier, är det svårt att fastställa hur mycket täthetskattningarna från LST Moose påverkas. När man tar hänsyn till osäkerheten i observerbarheten från de genomförda studierna i

älgbäräkningarna med LST Moose, ligger skattningarna för de flesta områden inom de konfidensintervall som LST Moose tillhandahåller. Det vore dock önskvärt att få en tydligare förståelse för hur observerbarheten skiljer sig mellan tjurar och vuxna kor, för att kunna eliminera denna osäkerhetsfaktor i älgobservationsdata. Detta är särskilt viktigt med tanke på att andelen tjurar bland vuxna också används som ett operativt mål i förvaltningen.

*För det andra:* alla älgar rörde sig mindre när det var varmare, oavsett kategori av älg. Temperaturen inverkan på älgarnas rörelseaktivitet och därmed hur mycket de potentiellt exponerar sig, påverkar sannolikt även observerbarheten hos djuren. Det kan helt enkelt vara så att färre älgar observeras vid varmare väderlek eftersom de rör sig mindre. Värmen kan förstås också påverka jakthundarna och jägarna, så att jaktaktivitet i ett givet område generellt är nersatt som i sin tur påverkar antal observationer.

*För det tredje:* älgdjurar passerade vägar/kraftledningarna oftare än älgkor med och utan kalv. Under älgjakten är passkyttarna placerade vid strategiska platser som bland annat tillåter säkra skotttillfällen inom ett jaktområde. Andra viktiga platser där passkyttar brukar placeras är vägar och kraftledningsgator. Älgar som passerar en väg eller kraftledning (dvs en öppen yta) löper därmed en ökad risk att bli observerad. Att älgdjurar har en större sannolikhet att passera en väg eller kraftledning än älgkor kan därmed leda till en högre observerbarhet av tjurar i ÄlgObs-data i jaktområden med många vägar eller kraftledningarna och där många passkyttar sitter längs vägar eller kraftledningarna. Tittar vi på hur antalet passager förändrades från jaktstarten till slutet av oktober, kunde vi se att älgdjurar passerade färre vägar eller kraftledningarna under slutet av studieperioden jämfört med under början av denna, medan korna inte visade någon (kor med kalv) eller en liten förändring (kor utan kalv, ökning) över tid. Sammanlagt betyder dessa resultat att inte bara älgkategorierna skiljer sig åt beträffande sannolikheten att passera en väg eller en kraftledning utan också att denna skillnad förändras över de första åtta veckorna under älgjakten där älgdjurar och kor utan kalv närmar sig i sitt beteende medan kor med kalv inte visar på någon förändring över tidsperioden.

*För det fjärde:* älgarnas val av livsmiljö (och därmed den potentiella skillnaden i djurens observerbarhet) skiljde sig inte uppenbarligen åt mellan de olika kategorierna av älg förutom att kor med kalv valde ungskogar mindre när de förflyttade sig i *utforskande* rörelser. Därmed ser vi inget tecken att någon av älgkategorierna valde signifikant någon livsmiljö mer eller mindre i relation till livsmiljöns tillgänglighet och än en annan älg-kategori. Om man tittar enbart i vilken livsmiljö älgar lokaliserades ser vi att alla kategorierna lokaliserades huvudsakligen i tall- och ungskog. Därmed ser vi inga tecken på att de tre älgkategoriernas observerbarhet varierar genom sitt val av livsmiljö.

Observationer av olika kategorier av älg är viktiga ingångsdata för populationsskattningsmodellen för älg (LST Moose). Sammantaget tyder våra resultat på att älgdjurar har högre chans att observeras än korna under den tid då älgarna är mer aktiva (dvs tidig morgon och vid eftermiddag/tidig kväll) eftersom de uppvisar större förflyttningar (dvs större avstånd mellan på varandra följande positioner). Dessutom visar resultaten att observerbarheten kan påverkas negativt hos alla älg-kategorier med ökande lufttemperatur. Därmed kan underlaget för populationsskattningsmodellen påverkas av när under dygnet jägarna genomför jakten och därmed samlar in ÄlgObs information men också av variationer i lufttemperatur, både inom och mellan år under den period då jakten och ÄlgObsen sker. Med tanke på prognosen om ett allt varmare klimat som medför en ökad medeltemperatur också under jaktsäsongen, kan det vara viktigt att statistiskt kontrollera för sambandet mellan antalet älgobservationer och lufttemperatur i framtiden. Därtill kan väderförhållanden inte bara påverka älgarnas rörlighet och således observerbarhet, utan också direkt påverka jägarnas ”förmåga” att observera älg, t.ex. vid ihållande regn, dimma, kyla. För att få underlag till sådana vore det önskvärt att dagstemperatur och väderförhållanden anges i ÄlgObs-protokollet under jakten.

Vi vet från tidigare forskning att älgarna är mest aktiva under morgon och kväll (Neumann m fl. 2012). Under denna tiden byter de också ofta livsmiljö medan djuren rör sig generellt mindre mitt under dagen. Utöver detta har tidigare forskning visat att älgar reagerar på höga lufttemperaturer med förändringar i både aktivitet och val av livsmiljö (t ex, van Beest m fl. 2012, Thompson m fl. 2021) – även om effekten av temperaturvariationer kan variera mellan studier, beroende var, när, och hur de har studerat detta samband. Under sommaren i norra Sverige kunde vi se att älgarnas aktivitet minskade med stigande lufttemperatur (Ericsson m fl. 2015a). Årstid och eventuella störningar påverkar också hur mycket älgar rör sig (Ericsson m fl. 2015b, Graesli m fl. 2020a, Tallian m fl. 2023). På populationsnivå rör sig älgarna inte mer under jakten än veckan innan jaktstart och en ökning i älgdjurarnas rörelser relaterar mer till brunstperioden än till jakten (Neumann & Ericsson 2018). Utöver detta vet vi dock att erfarenheter med jakt (dvs en älgkor som har tappat sin kalv under förragående jaktsäsong) påverkar älgkornas val av livsmiljöer och hur de rör sig i skogen och nära vägar, hus och skogskanter under jakten följande år under dag- och nattid (Graf m fl. 2024). Från experimentella störningsförsök med GPS-märkta älgar och lösgående älghund vet vi att en jaktstörning har en kraftig men kortvarig effekt på älgens rörelsehastighet (markant ökning) och på den areal som då älgarna rör sig över (förflyttning till en annan plats; Ericsson m fl. 2015b, Sand m fl. 2016; Graesli m fl. 2020b). Älgarna reagerar dock enbart när det uppstår en närkontakt mellan älg och hund (dvs upptag), och som ett resultat av detta så utökar



älgen i medel sin dagliga vilotid med i genomsnitt 90 min dagen därpå (Graesli m fl. 2020b).

Sammanlagt betonar våra resultat att tid på dygnet och lufttemperatur påverkar hur aktiva älgar är och hur mycket de förflyttar sig som i sin tur inverkar på hur mycket en enskild älg exponerar sig och därmed kan observeras under jakt. Vidare tyder skillnaden mellan älgjurar och älgkor på att älgjurar exponerar sig relativt sett mer än älgkor i Ljusdalsområde – oavsett om korna har kalv eller inte. I sin tur kan denna skillnad påverka sannolikheten att observera älgjurar och älgkor. För att kunna kontrollera för sambandet mellan antal älgobservationer, tid på dygnet och lufttemperatur i framtiden, rekommenderar vi att tid på dygnet och dagstemperatur under de timmar när jakten genomfördes (och kanske andra väderparameter som kan påverka synligheten) anges i ÄlgObs-protokollet framöver.

## 5. Referenser

- Bates m fl. 2015. "Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4." *Journal of Statistical Software* 67:1–48. doi:10.18637/jss.v067.i01
- Ericsson m fl. 2015b. Moose anti-predator behaviour towards baying dogs in a wolf-free area. *European Journal Wildlife Research* 61: 575-582. <https://doi.org/10.1007/s10344-015-0932-6>
- Ericsson m fl. 2015a. Offset between GPS collar recorded temperature in moose and ambient weather station data. *European Journal Wildlife Research* 61, 919. <https://doi.org/10.1007/s10344-015-0968-7>
- Graesli m fl. 2020b. Physiological and behavioural responses of moose to hunting with dogs. *Conservation Physiology* 8, coaa122; doi:10.1093/conphys/coaa122
- Graesli m fl. 2020a. Seasonal hypometabolism in female moose. *Frontiers in Ecology and Evolution* 8:107; doi: 10.3389/fevo.2020.00107
- Graf m fl. 2024. Naivety dies with the calf: Calf loss to human hunters imposes behavioral change in a long-lived but heavily harvested ungulate. *Movement Ecology* 12, 66. <https://doi.org/10.1186/s40462-024-00506-5>
- Hijmans m fl 2024. <https://cran.r-project.org/web/packages/terra/terra.pdf>
- Kranstauber m fl. 2023. <https://cran.r-project.org/web/packages/move/move.pdf>
- Lenth m fl. 2024. <https://cran.r-project.org/web/packages/emmeans/emmeans.pdf>
- LST Moose. För information, kontakta Kjell Leonardsson (<https://www.slu.se/cv/kjell-leonardsson/>) eller Fredrik Widemo (<https://www.slu.se/cv/fredrik-widemo/>) vid institutionen för vilt, fisk och miljö, SLU, Umeå
- Michelot m fl. 2016. moveHMM: an R package for the statistical modelling of animal movement data using hidden Markov models. *Methods in Ecology and Evolution* 7:1308-1315
- Muff m fl. 2020. Accounting for individual-specific variation in habitat-selection studies: efficient estimation of mixed-effects models using Bayesian or frequentist computation. *Journal of Animal Ecology*, 89, 80-92. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13087>
- Neumann m fl. 2023. Slutrapport GPS-märkta älgar i Harads område 2020-2023 – Vandrning, fördelning och livsmiljönyttjande. *Sveriges lantbruksuniversitet* 56pp
- Neumann m fl. 2020. Divergence in parturition timing and vegetation onset in a large herbivore - differences along a latitudinal gradient. *Biology Letters* 16: 20200044; <https://doi.org/10.1098/rsbl.2020.0044>

- Neumann & Ericsson. 2018. Influence of Hunting on Movements of Moose near Roads. *Journal of Wildlife Management* 82, 918-928.  
<https://doi.org/10.1002/jwmg.21448>
- Neumann m fl. 2012. Difference in spatiotemporal patterns of wildlife road-crossings and wildlife-vehicle collisions. *Biological Conservation* 145, 70-78.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.011>
- Patterson m fl. 2009. Classifying movement behaviour in relation to environmental conditions using hidden Markov models. *Journal of Animal Ecology* 78:1113–1123.
- Pinheiro & Bates. 2000. *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS*. Springer, New York. <https://doi.org/10.1007/b98882>
- Sand m fl. 2016. Älgars flyktbeteende vid jakt med löshund inom och utanför vargområden. Fakta Skog. *Sveriges lantbruksuniversitet*,  
[https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forskn/popvet-dok/faktaskog/faktaskog16/faktaskog\\_01\\_2016.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forskn/popvet-dok/faktaskog/faktaskog16/faktaskog_01_2016.pdf)
- Signer m fl. 2019. Animal movement tools (amt): R package for managing tracking data and conducting habitat selection analyses. *Ecology and Evolution*, 9(2), 880-890. <https://doi.org/10.1002/ece3.4823>
- Solberg m fl. 2018. Merkeprosjekt elg i Valdres og Hallingdal elgregion (ValHal) og øvre Hallingdal. Slutrapport. Norsk Institutt for NATurforskning, NINA Rapport 1395. [www.nina.no](http://www.nina.no).
- Tallian m fl. 2023. Proximity-sensors on GPS collars reveal fine-scale predator-prey behavior during a predation event: A case study from Scandinavia. *Ecology and Evolution* 13:e10750, DOI: 10.1002/ece3.10750
- Thompson m fl. 2021. Behaviour influences thermoregulation of boreal moose during the warm season. *Conservation Physiology* 9:coaa130.  
doi: 10.1093/conphys/coaa130
- Thurfjell m fl. 2014. Applications of step-selection functions in ecology and conservation. *Movement Ecology* 2: 4. <https://doi.org/10.1186/2051-3933-2-4>
- van Beest m fl. 2012. Temperature-mediated habitat use and selection by a heat-sensitive northern ungulate. *Animal Behaviour*, 84, 723-735.  
<https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2012.06.032>

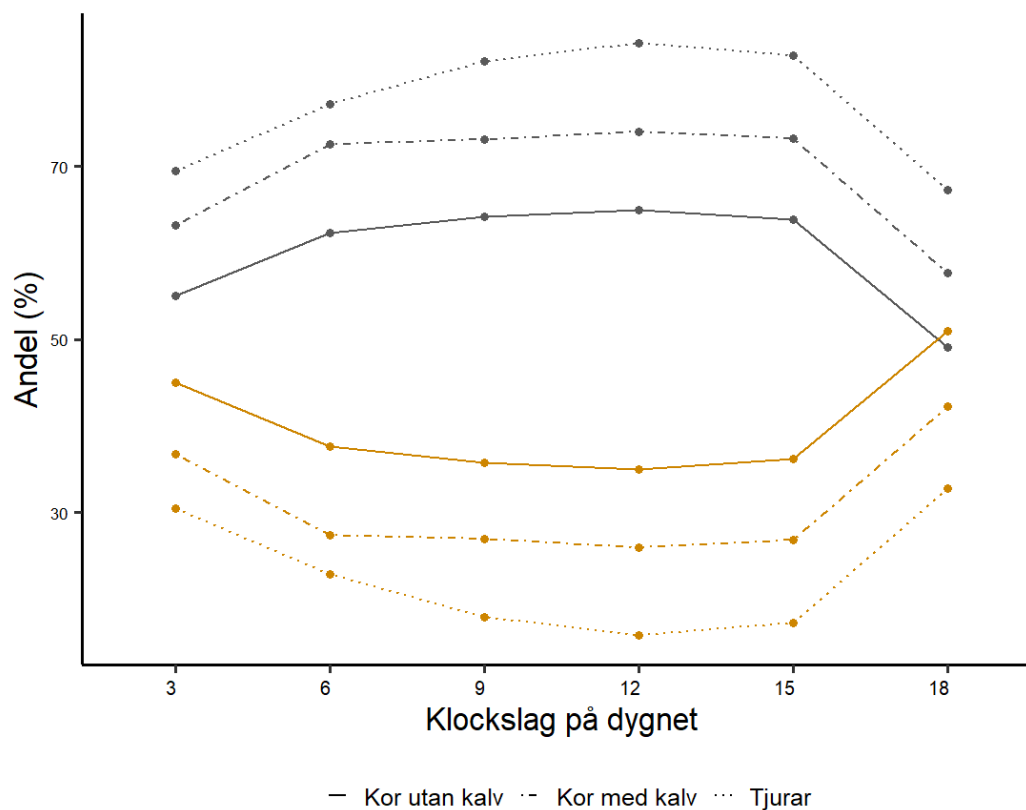
# Bilagor

**Bilaga 1.** Modellstrukturen för att testa om älgkor utan årskalv, älgkor med årskalv och älgdjurar skiljer sig åt i sin rörelseaktivitet och livsmiljöval mellan september och oktober i Ljusdalområdet.

Frågan	Modellstruktur	Modeltyp	Data
Skillnad i rörelse	rörelsehastighet <sup>1</sup> ~ kategori <sup>2</sup> * rörelsemodus <sup>3</sup> + vecka <sup>4</sup> + år <sup>5</sup> + timme <sup>6</sup> + temperatur <sup>7</sup> , random = ~1 OBJECT_ID <sup>8</sup>	Linear mixed model med gaussian fördelning	Hela perioden och veckovis
Skillnad i passager av vägar och kraftledning	(passage/icke passage) <sup>14</sup> ~ kategori <sup>2</sup> + (1 OBJECT_ID <sup>8</sup> )	Generalized linear mixed model med binomial fördelning	Hela perioden
	(passage/icke passage) <sup>14</sup> ~ kategori <sup>2</sup> * vecka <sup>4</sup> + (1 OBJECT_ID <sup>8</sup> )	Generalized linear model med binomial fördelning	Veckovis
Skillnad i livsmiljöval	Case <sup>9</sup> ~ kategoriRörelse <sup>10</sup> * livsmiljö <sup>11</sup> + (1 step_id_) <sup>12</sup> + (1 OBJECT_ID) <sup>8</sup>	Conditional generalized linear mixed model med poisson fördelning	Hela perioden och veckovis
Skillnad i livsmiljöval	Case <sup>9</sup> ~ buskhöjd <sup>13</sup> * kategoriRörelse <sup>10</sup> + (1 step_id_) <sup>12</sup> + (1 OBJECT_ID) <sup>8</sup>	Conditional generalized linear mixed model	Hela perioden och veckovis

<sup>1</sup>(meter per timme, log-transformerad för att säkerställa normalitet), <sup>2</sup>älg-kategori (kategorisk, 3 grupper, kor utan kalv – kor med kalv – tjurar, kor utan kalv är i intercept) <sup>3</sup>(kategorisk, 2 grupp, restriktiv – utforskande, restriktiv är i intercept), <sup>4</sup>(kontinuerligt), <sup>5</sup>(kontinuerligt), <sup>6</sup>timme på dygnet (kontinuerligt), <sup>7</sup>temperatur givet av halsbandet som en index för lufttemperatur (kontinuerligt), <sup>8</sup>Älgindivid (random effect), <sup>9</sup>True/False (observerad steg/slutmässiga steg), <sup>10</sup>älg-kategori i kombination med rörelseläge(kategorisk, 6 grupper, kor utan kalv (restriktiv) – kor utan kalv (utforskande) – kor med kalv (restriktiv) – kor med kalv (utforskande) – tjurar (restriktiv) – tjurar (utforskande), kor utan kalv (restriktiv) är i intercept), <sup>11</sup>livsmiljö (kategorisk, 6 grupper, tallskog – blandskog – granskog – ungskog – våtmarker – öppen annat), <sup>12</sup>stratum som sambinder ett observerat steg med sina kopplade 10 slumpmässiga steg, <sup>13</sup>(kontinuerligt, 1: 0.5-1m, 3: 1-3m, 5: 3-5m); <sup>14</sup>kombinerad responsvariabel med antal steg som har passerat en väg eller kraftledning med antal steg som inte passerat dessa

**Bilaga 2.** Andel (%) positioner i *restriktiv rörelse* (grå) och *utforskande rörelse* (gul) vid olika klockslag av GPS-märkta älgkor utan kalv (fast linje), älgkor med kalv (prick-streckad linje) och älgdjurar (prickad linje) mellan september och oktober i Ljusdalområdet, 2020-2023.



**Bilaga 3.** Resultat av linjära regressionsanalysen älgarnas (n=49) rörelsehastighet (logaritmerad) i relation till älg-kategori (kor utan kalv, kor med kalv, tjurar) i restriktiva och utforskande rörelser mellan september och oktober, Ljusdal 2020-2023. Kor utan kalv och restriktiva rörelser är i intercept. KI: konfidensintervall

Prediktor	Rörelsehastighet				
	Värde	KI	t-värde	p-värde	df
(Intercept)	69.37	38.06 – 100.69	4.34	<0.001	30864.00
Kor med kalv	0.04	-0.00 – 0.09	1.88	0.060	30864.00
Tjurar	0.25	0.10 – 0.40	3.40	<b>0.001</b>	47.00
Utforskande	0.71	0.67 – 0.75	34.54	<0.001	30864.00
Vecka	-0.10	-0.11 – -0.10	-29.30	<0.001	30864.00
År	-0.03	-0.05 – -0.01	-3.84	<0.001	30864.00
Timme på dygnet	0.01	0.01 – 0.02	8.10	<0.001	30864.00
Temperatur	-0.07	-0.08 – -0.07	-37.92	<0.001	30864.00
Kor med kalv × Utforskande	0.10	0.03 – 0.17	2.91	<b>0.004</b>	30864.00
Tjurar × Utforskande	1.52	1.44 – 1.60	35.88	<0.001	30864.00
<b>Random Effects</b>					
$\sigma^2$	1.37				
T00 OBJECT_ID	0.05				
ICC	0.03				
N OBJECT_ID	49				
Observations	30921				

**Bonferroni, pairwise comparison**

Kombination	Rörelsehastighet				
	Värde	KI	t-värde	p-värde	df
<i>Restriktiv rörelse</i>					
Kor med vs kor utan	0.04	-0.01 – 0.10	1.88	0.179	30864
Tjurar vs kor utan	0.25	0.07 – 0.43	3.40	<b>0.004</b>	47
Tjurar vs kor med	0.21	0.02 – 0.39	2.75	<b>0.025</b>	47
<i>Utforskande rörelse</i>					
Kor med vs kor utan	0.14	0.07 – 0.22	4.46	<0.001	30864
Tjurar vs kor utan	1.77	1.57 – 1.96	22.39	<0.001	47
Tjurar vs kor med	1.62	1.41 – 1.83	19.84	<0.001	47

**Bilaga 4.** Resultat av linjära regressionsanalysen älgarnas (n=41) rörelsehastighet (logaritmerad) i relation till älg-kategori (kor utan kalv, kor med kalv, tjurar) i restriktiva och utforskande rörelser under respektive vecka mellan september och oktober, Ljusdal 2020-2023. Kor utan kalv och restriktiva rörelser är i intercept. KI: konfidensintervall, p: p-värde

Prediktor	Vecka 35			Vecka 36			Vecka 37			Vecka 38			Vecka 39			
	Värde	KI	p	Värde	KI	p	Värde	KI	p	Värde	KI	p	Värde	KI	p	
(Intercept)	159.14	56.96 – 261.32	<b>0.002</b>	-	-	0.303	-	-	0.705	-	-164.88 – 9.53	<b>0.028</b>	52.37	-	38.49 – 143.24	0.259
Kor med kalv	0.15	-0.02 – 0.31	0.080	0.05	-0.08 – 0.18	0.488	0.11	-0.01 – 0.22	0.068	0.13	0.02 – 0.24	<b>0.016</b>	0.05	-0.07 – 0.18	0.404	
Tjurar	0.52	0.33 – 0.70	<b>&lt;0.001</b>	0.33	0.16 – 0.50	<b>&lt;0.001</b>	0.32	0.16 – 0.47	<b>&lt;0.001</b>	0.43	0.27 – 0.59	<b>&lt;0.001</b>	0.15	-0.05 – 0.35	0.127	
Utforskande	0.70	0.57 – 0.83	<b>&lt;0.001</b>	0.67	0.56 – 0.78	<b>&lt;0.001</b>	0.76	0.66 – 0.86	<b>&lt;0.001</b>	0.76	0.65 – 0.87	<b>&lt;0.001</b>	0.72	0.59 – 0.84	<b>&lt;0.001</b>	
År	-0.08	-0.13 – -0.03	<b>0.003</b>	0.02	-0.02 – 0.06	0.245	0.01	-0.03 – 0.05	0.619	0.05	0.01 – 0.08	<b>0.021</b>	-0.02	-0.07 – 0.02	0.302	
Timme på dygnet	0.02	0.01 – 0.03	<b>&lt;0.001</b>	0.04	0.03 – 0.04	<b>&lt;0.001</b>	0.04	0.03 – 0.04	<b>&lt;0.001</b>	0.03	0.02 – 0.04	<b>&lt;0.001</b>	-0.02	-0.04 – -0.01	<b>&lt;0.001</b>	
Temperatur	-0.13	-0.14 – -0.12	<b>&lt;0.001</b>	-0.14	-0.15 – -0.13	<b>&lt;0.001</b>	-0.11	-0.12 – -0.10	<b>&lt;0.001</b>	-0.08	-0.09 – -0.07	<b>&lt;0.001</b>	-0.08	-0.09 – -0.06	<b>&lt;0.001</b>	
Kor med kalv x Utforskande	0.06	-0.16 – 0.29	0.590	-0.07	-0.24 – 0.11	0.476	-0.02	-0.18 – 0.15	0.840	0.07	-0.11 – 0.25	0.423	0.09	-0.11 – 0.30	0.367	
Tjurar x Utforskande	1.23	0.79 – 1.68	<b>&lt;0.001</b>	1.27	1.05 – 1.48	<b>&lt;0.001</b>	1.11	0.93 – 1.30	<b>&lt;0.001</b>	1.33	1.12 – 1.54	<b>&lt;0.001</b>	1.92	1.69 – 2.16	<b>&lt;0.001</b>	
<b>Random Effects</b>																
$\sigma^2$	1.47			1.48			1.31			1.22			1.23			
T00	0.03 OBJECT_ID			0.03 OBJECT_ID			0.02 OBJECT_ID			0.02 OBJECT_ID			0.04 OBJECT_ID			
ICC	0.02			0.02			0.02			0.02			0.03			
N	41 OBJECT_ID			41 OBJECT_ID			41 OBJECT_ID			41 OBJECT_ID			41 OBJECT_ID			
Observations	2908			4695			4616			4165			3192			



	Vecka 40			Vecka 41			Vecka 42			Vecka 43		
Prediktor	Värde	KI	p	Värde	KI	p	Värde	KI	p	Värde	KI	p
(Intercept)	229.42	126.38 – 332.45	<0.001	-	-	0.739	41.48	-	0.402	161.62	54.74 – 268.51	0.003
Kor med kalv	0.11	-0.03 – 0.25	0.135	-0.03	-0.17 – 0.11	0.703	-0.10	-0.23 – 0.04	0.171	-0.05	-0.18 – 0.07	0.404
Tjurar	0.31	-0.02 – 0.63	0.062	0.27	-0.05 – 0.58	0.094	0.20	-0.15 – 0.55	0.247	0.20	-0.12 – 0.51	0.220
Utforskande	0.83	0.70 – 0.97	<0.001	0.86	0.72 – 1.00	<0.001	0.86	0.71 – 1.01	<0.001	0.79	0.65 – 0.93	<0.001
År	-0.11	-0.16 – -0.06	<0.001	0.01	-0.04 – 0.06	0.689	-0.02	-0.07 – 0.03	0.439	-0.08	-0.13 – -0.03	0.004
Timme på dygnet	-0.03	-0.05 – -0.02	<0.001	-0.02	-0.03 – -0.00	0.016	0.02	0.00 – 0.03	0.010	0.01	-0.01 – 0.02	0.403
Temperatur	-0.05	-0.06 – -0.03	<0.001	-0.04	-0.05 – -0.02	<0.001	-0.04	-0.05 – -0.02	<0.001	-0.02	-0.04 – -0.00	0.009
Kor med kalv × Utforskande	-0.07	-0.30 – 0.16	0.561	0.44	0.18 – 0.70	0.001	0.21	-0.07 – 0.48	0.139	0.54	0.25 – 0.83	<0.001
Tjurar × Utforskande	1.26	1.02 – 1.51	<0.001	1.25	0.90 – 1.60	<0.001	1.48	0.92 – 2.04	<0.001	1.94	1.25 – 2.63	<0.001
<b>Random Effects</b>												
$\sigma^2$	1.25			1.35			1.24			1.09		
T00	0.16 OBJECT_ID			0.14 OBJECT_ID			0.19 OBJECT_ID			0.15 OBJECT_ID		
ICC	0.11			0.10			0.13			0.12		
N	41 OBJECT_ID			41 OBJECT_ID			41 OBJECT_ID			41 OBJECT_ID		
Observations	2866			2808			2703			2680		

**Bilaga 5.** Resultat av linjära regressionsanalysen älgarnas (n=49) rörelsehastighet (logaritmerad) i relation till livsmiljön. älg-kategori (kor utan kalv, kor med kalv, tjurar) i restriktiva och utforskande rörelser mellan september och oktober, Ljusdal 2020-2023. Tallskog och kor utan kalv i restriktiva rörelser är i intercept. KI: konfidensintervall, df. degrees of freedom.

Prediktor	log(stepmhr + 1)				
	Värde	KI	t-värde	p-värde	df
(Intercept)	68.61	37.23 – 99.99	4.29	<0.001	30833.00
Blandskog	-0.03	-0.11 – 0.04	-0.91	0.362	30833.00
Granskog	0.09	-0.01 – 0.19	1.78	0.075	30833.00
Ungskog	-0.03	-0.08 – 0.03	-0.85	0.394	30833.00
Våtmark	-0.11	-0.23 – 0.00	-1.91	0.056	30833.00
Öppen annat	-0.03	-0.15 – 0.08	-0.57	0.572	30833.00
Kor utan kalv, utforskande	0.73	0.65 – 0.80	19.17	<0.001	30833.00
Kor med kalv, restriktiv	0.03	-0.04 – 0.11	0.91	0.363	30833.00
Kor med kalv, utforskande	0.84	0.75 – 0.94	17.03	<0.001	30833.00
Tjurar, restriktiv	0.28	0.13 – 0.44	3.53	<0.001	30833.00
Tjurar, utforskande	2.56	2.37 – 2.74	26.62	<0.001	30833.00
Vecka	-0.10	-0.11 – -0.10	-29.29	<0.001	30833.00
År	-0.03	-0.05 – -0.01	-3.78	<0.001	30833.00
Timme på dygnet	0.01	0.01 – 0.02	7.94	<0.001	30833.00
Temperatur	-0.07	-0.08 – -0.07	-38.05	<0.001	30833.00
Blandskog x kor utan kalv, utforskande	0.02	-0.09 – 0.14	0.36	0.716	30833.00
Granskog x kor utan kalv, utforskande	-0.04	-0.20 – 0.11	-0.56	0.576	30833.00
Ungskog x kor utan kalv, utforskande	-0.04	-0.14 – 0.05	-0.86	0.392	30833.00
Våtmark x kor utan kalv, utforskande	0.00	-0.18 – 0.18	0.03	0.980	30833.00
Öppen annat x kor utan kalv, utforskande	-0.13	-0.33 – 0.08	-1.22	0.222	30833.00
Blandskog x kor med kalv, restriktiva	0.04	-0.08 – 0.15	0.62	0.532	30833.00
Granskog x kor med kalv, restriktiva	-0.05	-0.19 – 0.10	-0.60	0.550	30833.00
Ungskog x kor med kalv, restriktiva	0.02	-0.07 – 0.11	0.43	0.664	30833.00
Våtmark x kor med kalv, restriktiva	0.04	-0.14 – 0.22	0.42	0.675	30833.00
Öppen annat x kor med kalv, restriktiva	-0.05	-0.23 – 0.12	-0.61	0.541	30833.00
Blandskog x kor med kalv, utforskande	0.12	-0.04 – 0.28	1.49	0.137	30833.00
Granskog x kor med kalv, utforskande	-0.22	-0.41 – -0.02	-2.17	0.030	30833.00
Ungskog x kor med kalv, utforskande	0.00	-0.12 – 0.13	0.02	0.981	30833.00
Våtmark x kor med kalv, utforskande	0.10	-0.13 – 0.32	0.84	0.400	30833.00
Öppen annat x kor med kalv, utforskande	0.11	-0.16 – 0.37	0.78	0.433	30833.00
Blandskog x tjurar, restriktiva	0.01	-0.12 – 0.14	0.14	0.887	30833.00
Granskog x tjurar, restriktiva	-0.07	-0.24 – 0.10	-0.81	0.420	30833.00
Ungskog x tjurar, restriktiva	-0.05	-0.15 – 0.05	-0.94	0.346	30833.00
Våtmark x tjurar, restriktiva	0.10	-0.08 – 0.29	1.11	0.266	30833.00
Öppen annat x tjurar, restriktiva	-0.34	-0.54 – -0.14	-3.40	0.001	30833.00
Blandskog x tjurar, utforskande	-0.06	-0.27 – 0.14	-0.61	0.545	30833.00
Granskog x tjurar, utforskande	-0.25	-0.52 – 0.02	-1.83	0.067	30833.00
Ungskog x tjurar, utforskande	-0.13	-0.31 – 0.05	-1.45	0.147	30833.00
Våtmark x tjurar, utforskande	0.09	-0.19 – 0.37	0.63	0.530	30833.00
Öppen annat x tjurar, utforskande	-0.24	-0.60 – 0.12	-1.30	0.193	30833.00
<b>Random Effects</b>					
$\sigma^2$	1.37				

T00 OBJECT_ID	0.04
ICC	0.03
N OBJECT_ID	49
Observations	30921

**Bilaga 6.** Resultat av generalized linjära regressionsanalysen älgarnas (n=49) sannolikhet att passera en väg eller kraftledning i relation till älg-kategori (kor utan kalv, kor med kalv, tjurar) mellan september och oktober, Ljusdal 2020-2023. Kor utan kalv är i intercept. KI: konfidensintervall, p: p-värde

<b>Passage av väg och kraftledning</b>				
<b>Prediktor</b>	<b>Odds Ratios</b>	<b>KI</b>	<b>z-värde</b>	<b>p-värde</b>
(Intercept)	0.10	0.09 – 0.11	-51.42	<0.001
Kor med kalv	0.92	0.83 – 1.01	-1.69	0.091
Tjurar	1.72	1.47 – 2.01	6.74	<0.001
<b>Random Effects</b>				
$\sigma^2$	3.29			
T00 OBJECT_ID	0.04			
ICC	0.01			
N OBJECT_ID	49			
Observations	1021			

**Bonferroni, pairwise comparison**

<b>Passage av väg och kraftledning</b>				
<b>Combination</b>	<b>Odds ratio</b>	<b>SE</b>	<b>z-värde</b>	<b>p-värde</b>
Kor med vs kor utan	0.92	0.05	-1.69	0.27
Tjurar vs kor utan	1.72	0.14	6.74	<0.001
Tjurar vs kor med	1.88	0.16	7.34	<0.001

**Bilaga 7.** Resultat av generalized linjära regressionsanalysen älg-kategoriernas (kor utan kalv, kor med kalv, tjurar) sannolikhet att passera en väg eller kraftledning i relation vecka mellan september och oktober, Ljusdal 2020-2023. Kor utan kalv är i intercept. KI: konfidensintervall, p: p-värde

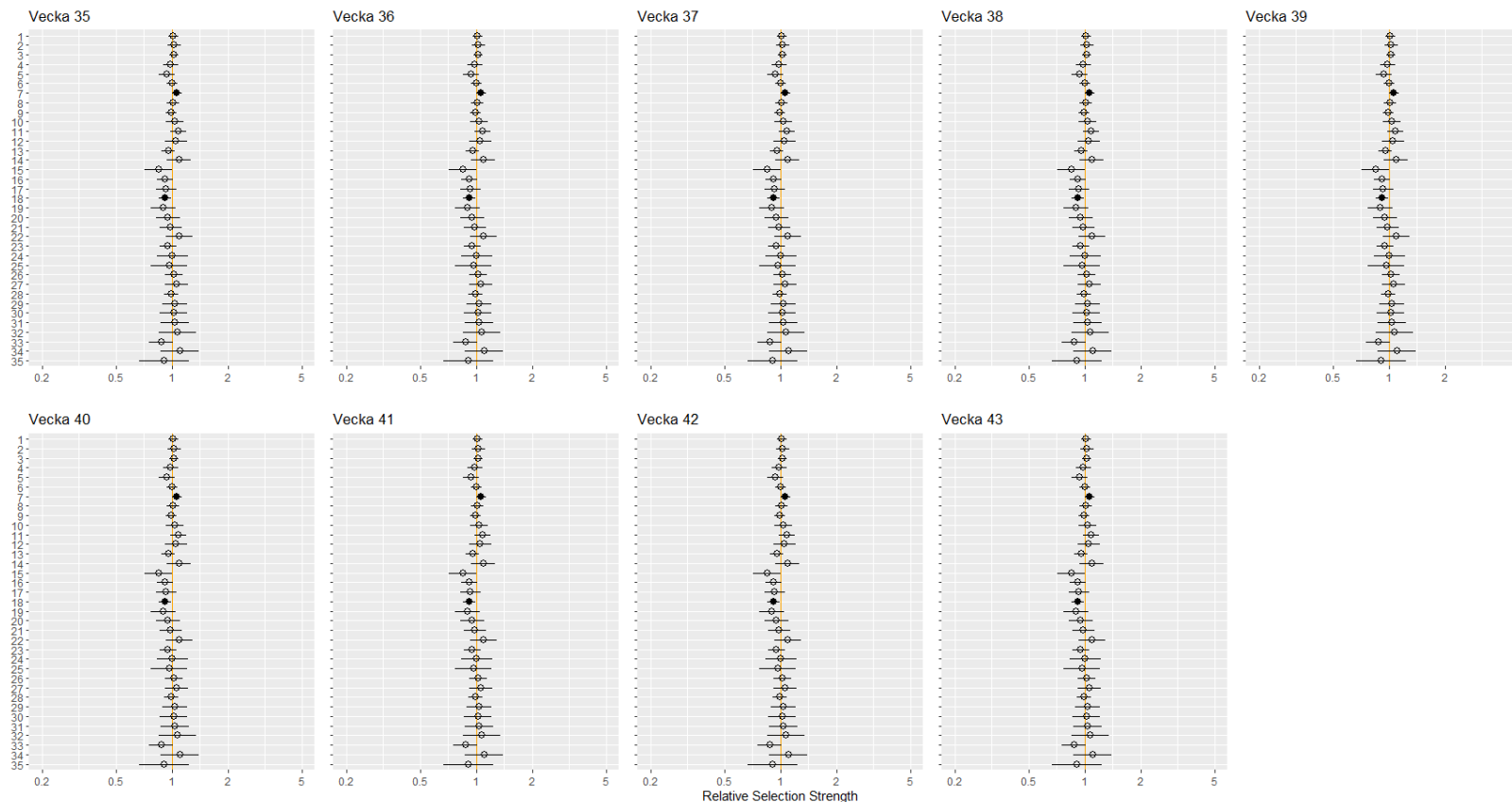
	<b>Passage av väg och kraftledning</b>			
<b>Prediktor</b>	<b>Odds Ratios</b>	<b>CI</b>	<b>z-värde</b>	<b>p</b>
(Intercept)	0.04	0.02 – 0.08	-8.51	<b>&lt;0.001</b>
Kor med kalv	3.01	0.83 – 10.98	1.67	0.095
Tjurar	17.72	5.15 – 61.09	4.56	<b>&lt;0.001</b>
Vecka	1.03	1.01 – 1.05	3.29	<b>0.001</b>
Kor med kalv x vecka	0.97	0.94 – 1.00	-1.80	0.072
Tjurar x vecka	0.94	0.91 – 0.97	-3.52	<b>&lt;0.001</b>
Observations	27			

**Bilaga 8.** Relativ selektionsstyrka för olika livsmiljöer av älgkor utan kalv (-), älgkor med kalv (+) och älgdjurar under *restriktiva* och *utforskande rörelser*, Ljusdal 2020-2023 enligt resultat av den konditionala linjära regressionen. Selektion/preferens av livsmiljö indikeras av värden högre än 1 medan undvikande av livsmiljö indikeras av värden lägre än 1. KI: konfidensintervall.

Prediktor	Relativ selektionsstyrka			
	Incidence Rate Ratios	KI	z-värde	p-värde
(Intercept)	0.09	0.00 – 44046635061340070600484648426682088820.00	-0.05	0.958
Blandskog	1.02	0.96 – 1.08	0.54	0.592
Granskog	1.03	0.94 – 1.12	0.61	0.542
Ungskog	1.02	0.97 – 1.08	0.95	0.340
Våtmark	0.99	0.89 – 1.09	-0.29	0.773
Öppen annat	0.94	0.85 – 1.03	-1.32	0.187
Kor utan kalv, utforskande	1.00	0.94 – 1.07	0.06	0.956
Kor med kalv, restriktiv	1.06	1.00 – 1.13	2.00	<b>0.045</b>
Kor med kalv, utforskande	1.01	0.94 – 1.10	0.32	0.746
Tjurar, restriktiv	0.99	0.93 – 1.06	-0.19	0.849
Tjurar, utforskande	1.03	0.92 – 1.15	0.56	0.577
Blandskog x kor utan kalv, utforskande	1.08	0.98 – 1.19	1.53	0.126
Granskog x kor utan kalv, utforskande	1.05	0.92 – 1.20	0.75	0.451
Ungskog x kor utan kalv, utforskande	0.95	0.88 – 1.04	-1.12	0.261
Våtmark x kor utan kalv, utforskande	1.09	0.94 – 1.27	1.10	0.269
Öppen annat x kor utan kalv, utforskande	0.84	0.71 – 1.01	-1.90	0.058
Blandskog x kor med kalv, restriktiva	0.91	0.83 – 1.01	-1.78	0.076
Granskog x kor med kalv, restriktiva	0.93	0.82 – 1.06	-1.07	0.283
Ungskog x kor med kalv, restriktiva	0.92	0.85 – 0.99	-2.18	<b>0.029</b>
Våtmark x kor med kalv, restriktiva	0.90	0.77 – 1.05	-1.37	0.169
Öppen annat x kor med kalv, restriktiva	0.95	0.82 – 1.10	-0.66	0.511
Blandskog x kor med kalv, utforskande	0.98	0.86 – 1.13	-0.24	0.810
Granskog x kor med kalv, utforskande	1.09	0.92 – 1.29	1.02	0.307
Ungskog x kor med kalv, utforskande	0.95	0.86 – 1.06	-0.88	0.380
Våtmark x kor med kalv, utforskande	1.00	0.83 – 1.22	0.05	0.964
Öppen annat x kor med kalv, utforskande	0.97	0.77 – 1.21	-0.29	0.769
Blandskog x tjurar, restriktiva	1.02	0.92 – 1.14	0.43	0.667
Granskog x tjurar, restriktiva	1.06	0.92 – 1.23	0.80	0.422

Ungskog x tjurar, restriktiva	0.99	0.91 – 1.08	-0.26	0.793
Våtmark x tjurar, restriktiva	1.03	0.88 – 1.20	0.40	0.687
Öppen annat x tjurar, restriktiva	1.02	0.86 – 1.21	0.23	0.818
Blandskog x tjurar, utforskande	1.04	0.87 – 1.24	0.42	0.672
Granskog x tjurar, utforskande	1.07	0.85 – 1.35	0.56	0.575
Ungskog x tjurar, utforskande	0.87	0.75 – 1.02	-1.74	0.082
Våtmark x tjurar, utforskande	1.10	0.87 – 1.40	0.81	0.417
Öppen annat x tjurar, utforskande	0.91	0.67 – 1.24	-0.61	0.540
<b>Random Effects</b>				
$\sigma^2$	0.69			
T00_step_id_	1000000.00			
T00_OBJECT_ID	0.00			
N_step_id_	484			
N_OBJECT_ID	49			
Observations	339918			

**Bilaga 9.** Relativ selektionsstyrka för älgkor utan kalv(-), älgkor med kalv (+) och älgdjurar för olika livsmiljöer under *restriktiv* (R) och *utforskande rörelse* (U) i olika veckor under september och oktober enligt den konditionala linjära regressionen, Ljusdal 2020-2023. Statistiskt säkerställda skillnader anges enligt  $p < 0.05$ ; fyllda prickar. Selektion/preferens av livsmiljö illustreras av högre värden jämfört med de slumpmässiga platserna på höger sida av den orange linjen medan undvikande av livsmiljö illustreras av lägre värden är på vänster sida. De horisontella linjerna visar osäkerheten i skattningarna angett som sk standard fel. <sup>1</sup> blandskog, <sup>2</sup> granskog, <sup>3</sup> ungskog, <sup>4</sup> våtmark, <sup>5</sup> öppen annat, <sup>6</sup> kor(- R), <sup>7</sup> kor(+ R), <sup>8</sup> kor med kalv(U), <sup>9</sup> tjurar(R), <sup>10</sup> tjurar(U), <sup>11</sup>blandskog:kor(- U), <sup>12</sup> granskog:kor(- U), <sup>13</sup> ungskog:kor(- U), <sup>14</sup> våtmark:kor(- U), <sup>15</sup> öppen annat:kor(- U), <sup>16</sup> blandskog:kor(+ R), <sup>17</sup> granskog:kor(+ R), <sup>18</sup> ungskog:kor(+ R), <sup>19</sup> våtmark:kor(+ R), <sup>20</sup> öppen annat:kor(+ R), <sup>21</sup> blandskog:kor(+ U), <sup>22</sup> granskog:kor(+ U), <sup>23</sup> ungskog:kor(+ U), <sup>24</sup> våtmark:kor(+ U), <sup>25</sup> öppen annat:kor(+ U), <sup>26</sup> blandskog:tjurar(R), <sup>27</sup> granskog: tjurar(R), <sup>28</sup> ungskog: tjurar(R), <sup>29</sup> våtmark: tjurar(R), <sup>30</sup> öppen annat: tjurar(R), <sup>31</sup> blandskog:tjurar(U), <sup>32</sup> granskog:tjurar(U), <sup>33</sup> ungskog:tjurar(U), <sup>34</sup> våtmark:tjurar(U), <sup>35</sup> öppen annat:tjurar(U)

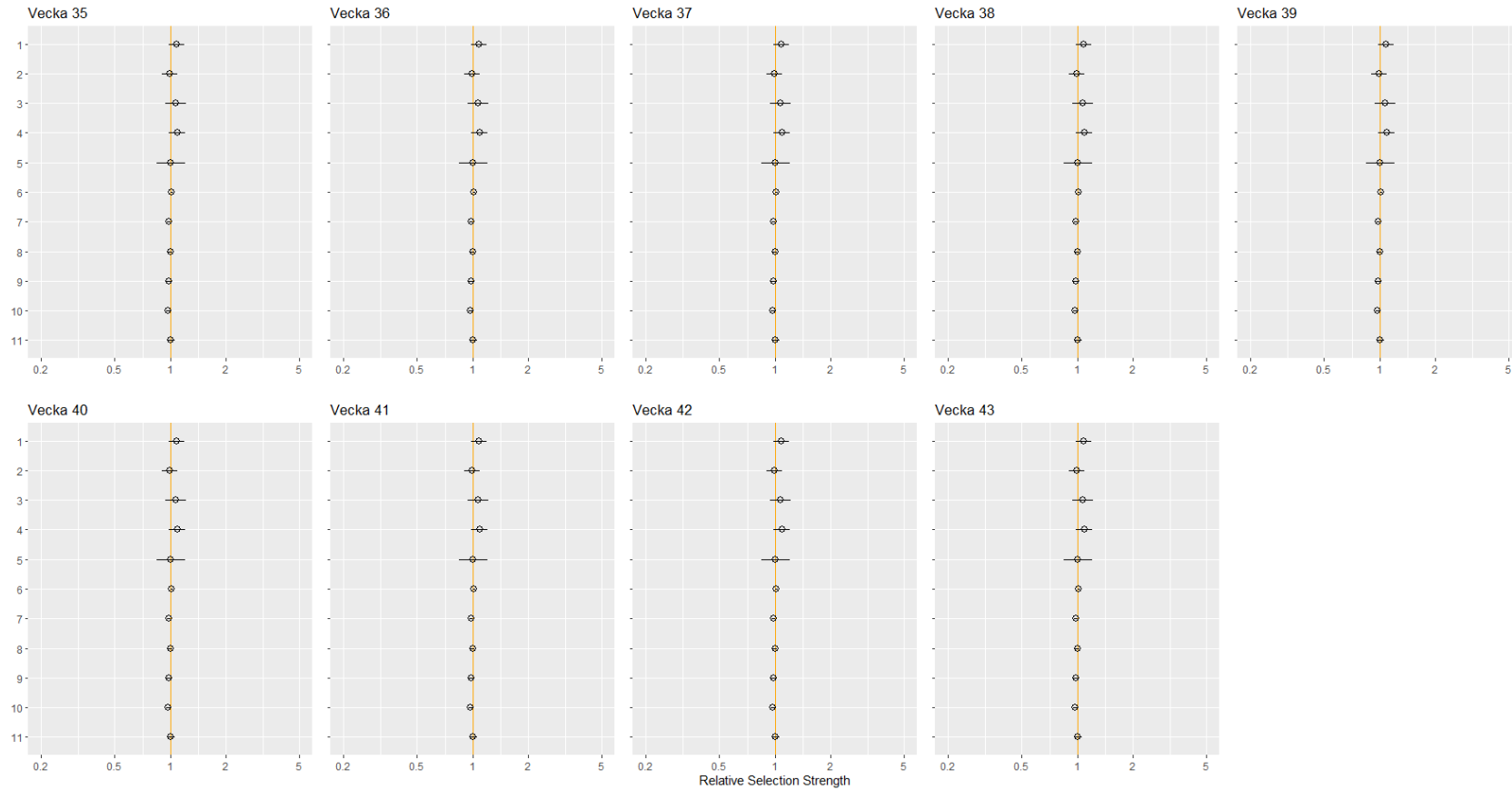




**Bilaga 10.** Relativ selektionsstyrka för buskhöjd av älgkor utan kalv, älgkor med kalv och älgdjurar under *restriktiva* och *utforskande rörelser* mellan september och oktober, Ljusdal 2020-2023 enligt resultat av den konditionala linjära regressionen. Selektion/preferens av livsmiljö indikeras av värden högre än 1 medan undvikande av livsmiljö indikeras av värden lägre än 1. KI: konfidensintervall,

Prediktor	Relativ selektionsstyrka			
	Incidence Rate Ratios	KI	z-värde	p-värde
(Intercept)	-2.45	-91.54 – 86.64	-0.05	0.957
Kor utan kalv, utforskande	0.08	-0.02 – 0.17	1.51	0.132
Kor med kalv, restriktiv	-0.01	-0.10 – 0.09	-0.17	0.862
Kor med kalv, utforskande	0.06	-0.07 – 0.19	0.96	0.335
Tjurar, restriktiv	0.09	-0.02 – 0.19	1.64	0.102
Tjurar, utforskande	0.00	-0.17 – 0.18	0.05	0.963
Buskhöjd	0.01	-0.00 – 0.03	1.77	0.076
Kor utan kalv, utforskande x buskhöjd	-0.02	-0.04 – 0.01	-1.41	0.158
Kor med kalv, restriktiva x buskhöjd	-0.00	-0.03 – 0.02	-0.16	0.873
Kor med kalv, utforskande x buskhöjd	-0.02	-0.06 – 0.01	-1.23	0.220
Tjurar, restriktiva x buskhöjd	-0.03	-0.05 – 0.00	-1.83	0.067
Tjurar, utforskande x buskhöjd	0.00	-0.04 – 0.05	0.15	0.878
<b>Random Effects</b>				
$\sigma^2$	0.69			
T00_step_id_	1000000.00			
T00_OBJECT_ID	0.00			
N_step_id_	484			
N_OBJECT_ID	49			
Observations	250982			

**Bilaga 11.** Relativ selektionsstyrka för buskhöjd av älgkor utan kalv, älgkor med kalv och älgdjurar under *restriktiva* och *utforskande rörelser* under olika veckor mellan september och oktober, Ljusdal 2020-2023, enligt resultat av den konditionala linjära regressionen. Statistiskt säkerställda skillnader anges enligt  $p < 0.05$ ; fyllda prickar. Selektion/preferens av livsmiljö illustreras av högre värden jämfört med de slumpmässiga platserna på höger sida av den orange linjen medan undvikande av livsmiljö illustreras av lägre värden är på vänster sida. De horisontella linjerna visar osäkerheten i skattningarna angett som sk standard fel. <sup>1</sup> kor(- R), <sup>2</sup> kor(+ R), <sup>3</sup> kor med kalv(U), <sup>4</sup> tjurar(R), <sup>5</sup> tjurar(U), <sup>6</sup> busk höjd, <sup>7</sup> kor(- R):busk höjd, <sup>8</sup> kor(+ R):busk höjd, <sup>9</sup> kor(+ U):busk höjd, <sup>10</sup> tjurar (R):busk höjd, <sup>11</sup> tjurar (U):busk höjd



**Bilaga 12.** Beskrivning av en modell som simulerar ÄlgObs och avskjutning under ÄlgObs-perioden.

Modellen har parameteriserats med data, andel tjurar av vuxna och dödsrisker från ÄlgObs och antal fällda, från Ljusdal-Ramsjö och Ljusnan-Voxnans älgförvaltningsområden (ÄFO). Modellen har förenklats i form av att endast ensamma djur kan fällas, vilket gör att även kalvarna är skyddade i denna modell.

Modellen utgår från en populationslista med ettor och tvåor, där varje tvåa representerar en tjur och varje etta representerar ett vuxet hondjur. Andelen tvåor representerar andelen tjurar som observerats i ÄlgObs i området. Observationerna görs sekventiellt och slumpas med hjälp av vikterna som utgörs av ettor och tvåor i listan. Det innebär att en tvåa (en tjur) har två gånger högre sannolikhet att observeras i förhållande till dess förekomst jämfört med ettor (vuxna hondjur). När ett djur observeras noteras könet i resultatlistan

När en tjur ”observeras” testas ett slumpvärde mot dödsrisken och om slumpvärdet är lägre än dödsrisken noteras tjuren som fälld i resultatlistan och tas samtidigt bort från populationslistan. När ett vuxet hondjur observeras testas ett slumpvärde mot dödsrisken\*sannolikheten att det är ett ensamt hondjur. Om slumpvärdet är lägre än gränsvärdet noteras hondjuret som fälld i resultatlistan och tas bort från populationslistan. När detta är avklarat börjar slumpningarna om för att ge en ny observation och omhändertagande av den observationen enligt beskrivningen ovan.

När det inte längre finns några tjurar kvar sparas resultatlistan och modellen startas om för att generera ytterligare en resultatlista. Detta återupprepas tills medelvärdet av antal observerade tjurar per vuxet hondjur stabiliserat sig i relation till hur stor andel av tjurarna som fanns kvar i populationen. Antal tjurar per vuxet hondjur har skalats om till 2.0 vid jaktstarten för att motsvara observerbarhet och presenteras i figurform för överskådlighet (Figur 6). Omskalningen gör det möjligt att se hur effekten av observerbarheten påverkas successivt under älgobsperioden i takt med att fler och fler tjurar fälls.

Som jämförelse med modellresultatet har ÄlgObs-data från området sammanställts för att se hur ÄlgObs förhåller sig till de modellerade resultaten. Antal tjurar per vuxet hondjur beräknades för dag 1, och dag 1+2+...+7 och båda kvoterna dividerades därefter med kvoten för dag 1. Därefter multiplicerades kvoterna med 2 för att initialt hamna på samma nivå som jakttag 1 i simuleringarna. Eftersom samtliga resultat för dag 1 har värdet två redovisas endast resultaten för dag 7. För att få andelen fällda tjurar dividerades antal fällda under ÄlgObsen med beräknat antal tjurar (LST Moose) i området. Resultatet redovisas som punkter i figur 6.