



**Kandidatarbeten
i skogsvetenskap**
Fakulteten för skogsvetenskap

2020:23

Sommartemperaturens påverkan på hjortdjurs aktivitet

Impact of Varying Summer Temperatures on Deer Activity

Louise Nordström & Ida Persson

Kandidatarbete • 15hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Jägmästarprogrammet
Umeå 2020



Sommartemperaturens påverkan på hjortdjurs aktivitet

Impact of Varying Summer Temperatures on Deer Activity

Louise Nordström & Ida Persson

Handledare: Fredrik Widemo, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vilt, fisk och miljö

Bitr. handledare: Sabine Pfeffer, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för vilt, fisk och miljö

Examinator: Tommy Mörling, SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt kandidatarbete i Skogsvetenskap

Kurskod: EX0911

Program/utbildning: Jägmästarprogrammet

Kursansvarig inst.:

Utgivningsort: Umeå

Utgivningsår: 2020

Omslagsbild: SLU

Serietitel:

Delnummer i serien:

ISSN:

Nyckelord: Klövvilt, Dovhjort, Klimat, Temperatur

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Mer information om publicering och arkivering går att hitta här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

Klimatmodeller förutspår varmare temperaturer framöver. Sommaren 2018 i Sverige var extremt varm och kan vara ett exempel på det framtida klimatet i Sverige om klimatförändringen fortsätter. Hur varmare temperaturer påverkar hjortdjuren i Sverige är relevant att undersöka då hjortdjuren har högt ekonomiskt-, socialt och kulturellt värde. I den här studien undersöks om aktiviteten hos älg (*Alces alces*), kronhjort (*Cervus elaphus*), dovhjort (*Dama dama*) och rådjur (*Capreolus capreolus*) påverkades av temperaturen under juli månad år 2017–2019. Fokus lades på hur andelen besök mitt på dagen berodde på temperaturen. Dataunderlaget samlades in med kameror som fångat djur på bild när de passerade eller befann sig framför kameran. Kamerorna var uppsatta i Södermanland, Sverige. På grund av få observationer av älg, kronhjort och delvis rådjur så var det inte möjligt att göra några säkra analyser och dra underbyggda slutsatser om dessa. För älg gjordes inga analyser på grund av för lite data. För dovhjort visade statistiska analyser ett signifikant samband mellan minskad aktivitet mitt på dagen och ökad temperatur för två av de tre studerade åren. Att förstå hur hjortdjurens aktivitetsnivå påverkas av högre temperaturer är viktigt för att kunna anpassa förvaltningen av dessa arter om deras livsmönster förändras, och därmed dynamiken i landskapet.

Nyckelord: Klövvilt, Dovhjort, Klimat, Temperatur

Abstract

Climate models predict warmer temperatures in the future. In Sweden, the summer 2018 was extremely hot compared to other summers and could therefore be an example of how the future's climate in Sweden might look like, as a result of increasing temperatures. It is of importance to study how warmer summer temperatures affect deer species in Sweden due to their high economic, social and cultural values. This study investigated how the activity of moose (*Alces alces*), red deer (*Cervus elaphus*), fallow deer (*Dama dama*), and roe deer (*Capreolus capreolus*) was affected by July temperatures during the years 2017-2019. This study focused on how the percentage of the visitation in the middle of the day depends on temperature. Data in this study was collected from camera traps where pictures of deer had been taken when they passed a camera. Because of lacking observations of moose, red deer, and roe deer during July, the statistical strength is varying between the species. All planned statistical analyzes were not possible to do and no statistical analyzes were made for moose. Fallow deer activity in the middle of the day decreased with increasing temperatures for two of the three years studied. It is important to understand how the activity of the deer species is affected by higher temperatures to be able to adapt the management of these species due to changes in their behaviour and therefore changes in landscape dynamics.

Keywords: Ungulates, Fallow deer, Climate, Temperature

Förord

Detta kandidatarbete på 15 hp i skogsvetenskap är en del av Jägmästarprogrammet på Sveriges lantbruksuniversitet, SLU. Denna studie har gjorts inom fakulteten Skogsvetenskap vid institutionen för Vilt, fisk och miljö.

Vi vill tacka vår handledare Fredrik Widemo, SLU, på institutionen för Vilt, fisk och miljö, för ett fantastiskt bemötande och goda dialoger. Hans stora kunskap och stöttning har varit ovärderlig.

Vi vill även tacka vår biträdande handledare Sabine Pfeffer, SLU, på institutionen för Vilt, fisk och miljö, som är otroligt kunnig och hjälpsam. Hennes engagemang och tekniska vägledning har hjälpt oss mycket.

Vi vill även tacka varandra för bra samarbete och god stämning under arbetets gång.

Ida Persson & Louise Nordström
Umeå 2020

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	8
Figurförteckning.....	9
1. Inledning.....	11
1.1. Syfte.....	11
1.1.1. Frågeställningar	11
1.2. Bakgrund	12
1.3. Hypoteser	15
2. Material och Metod.....	16
2.1. Studieområde	16
2.2. Datainsamling.....	18
2.3. Dataförberedelse	20
2.4. Statistisk analys.....	22
3. Resultat.....	23
3.1. Temperatur	23
3.2. Älg.....	24
3.3. Kronhjort	24
3.4. Dovhjort	25
3.5. Rådjur	26
4. Diskussion.....	27
4.1. Aktivitet och höga temperaturer	27
4.2. Skillnad i temperaturens effekt mellan arterna	28
4.3. Förekomst och aktivitet.....	28
4.4. Styrkor och Svagheter	30
4.5. Slutsats	31
Referenser.....	32

Tabellförteckning

Tabell 1. Översikt av kameror med bristfälliga data. Tomma rutor betyder att data för den tiden och platsen är komplett under juli månad. Om data bara finns för delar av månaden har det specificerats med datum.....19

Tabell 2. Översikt av arternas totala antal besökstillfällen per år. Besökstiden totalt är en summa av tiden per besökstillfälle multiplicerat med medelantalet djur per besökstillfälle.21

Figurförteckning

<i>Figur 1. Karta över studieområdet, på de markerade platserna fanns kameror som samlade in data (Ånöstam 2017).....</i>	<i>17</i>
<i>Figur 2. Medelavvikelse i temperatur för juli månad år 2017–2019 (SMHI 2019b).....</i>	<i>18</i>
<i>Figur 3. Boxplot på temperaturen (°C) kl.13.00 i juli månad för varje år. Boxploten är uppdelad i 4 lika stora kvartiler. Det vertikala strecket nedanför boxen omfattar 25% av observationerna. Boxen omfattar 50% av observationerna och det horisontella strecket i boxen visar medianen. Det vertikala strecket ovanför boxen omfattar 25% av observationerna.....</i>	<i>24</i>
<i>Figur 4. En intervallplot som visar skillnader mellan år i andelen besök av dovhjort mitt på dagen. Punkterna visar medelvärden och spridningsmått runt medelvärdena visar standardavvikelsen.....</i>	<i>25</i>

1. INLEDNING

Hjortdjur har högt socialt-, kulturellt- och ekonomiskt värde i Sverige. Att förstå hur hjortdjur reagerar på högre temperaturer är relevant att undersöka då klimatförändringen medför högre temperaturer som kan påverka populationerna och dess förvaltning. Högre temperaturer kan begränsa såväl hjortdjurens möjlighet att söka föda, som fodrets kvalitet. Det kan påverka både hjortdjuren och deras effekter på landskapet. En samförvaltning mellan hjortdjuren är viktigt för jordbruk och skogsbruk, för att kunna reglera betestryck samt tillgången på foder och skador på skog och grödor.

1.1. Syfte

Syftet med den här studien var att få en ökad förståelse för hur högre temperaturer kan påverka hjortdjur i Sverige. Målet var att kvantitativt bestämma hur temperaturen påverkar hjortdjurens utnyttjande av deras tidsbudget. De hjortdjur som omfattades av denna studie var älg (*Alces alces*), kronhjort (*Cervus elaphus*), dovhjort (*Dama dama*) och rådjur (*Capreolus capreolus*).

1.1.1. Frågeställningar

- 1) Finns det något samband mellan hjortdjurs aktivitet mitt på dagen och temperatur?
- 2) Skiljer sig olika arter åt i hur stor temperaturens effekt är på deras aktivitet?

1.2. Bakgrund

Intresset för klimatet och klimatförändringen ökar i Sverige och ämnet är en högst aktuell fråga. Detta tyder bland annat SMHI:s besöksstatistik på, då antalet sidvisningar från hemsidan www.klimatanpassning.se har ökat de senaste 3 åren (SMHI 2019a; s.17). Det som påverkar klimatets förändring är hur innehållet av växthusgaser i atmosfären ändras. Det i sin tur beror delvis på människans utsläpp av växthusgaser (Sjökvist m. fl. 2015). Den pågående klimatförändringen kan medföra en rad olika negativa effekter. Enligt Kjellström m.fl. (2014) är några av de förändringar som har observerats till följd av den globala uppvärmningen lägre atmosfär, förändrad nederbörd, varmare havstemperatur och minskat snötäcke på norra halvklotet. Dessa förändringar kan ge allvarliga konsekvenser för både samhällen och ekosystem. I Sverige kan både jord- och skogsbruk påverkas och en ökad temperatur kan även hota enskilda arter till utrotning (Kjellström m.fl. 2014).

Klimatförändringens hot mot den biologiska mångfalden har redan visat sig runt om i världen. Utbredningsområden för olika arter kan ändras, då de till följd av den globala uppvärmningen tvingas flytta på sig för att de inte längre kan överleva på samma platser som tidigare (Leal Filho 2019). Livscyklerna och produktiviteten kan förändras, i vissa fall kan det gå så långt att arter hotas till utrotning. Att inte ta det på allvar och inte förebygga arters utdöende kan ge oåterkalleliga konsekvenser (Leal Filho 2019). Hur klimatförändringen kommer att påverka Sveriges arter är ovisst och är en kunskapslucka som behöver fyllas. Det är viktigt att undersöka och försöka förstå hur olika arter reagerar på den pågående klimatförändringen för att kunna anpassa förvaltningen.

Eftersom det är svårt att förutsäga klimatförändringarna har olika förslag på framtida klimatscenarier för Sverige tagits fram. Vid analys av det framtida klimatet har klimatforskare enats om att följa RCP-scenarier (Representative Concentration Pathways), som presenterats av FN:s (Förenta Nationernas) klimatpanel (Sjökvist m.fl. 2015). Två olika scenarier som testats är RCP4.5, som baseras på att det i framtiden kommer vara låga utsläpp av växthusgaser, och RCP8.5, som bygger på höga utsläpp. Analys av scenariot med höga utsläpp visade på en temperaturökning i slutet av seklet med 4° C i söder och upp till 6° C i norra Sverige, detta jämfört med referenstemperaturer från år 1961 - 1990. Med utsläpps begränsningar i scenariot RCP4.5 förväntas en temperaturökning med 2 - 4° C från söder till norr (Sjökvist m.fl. 2015). Enligt nämnda klimatmodeller kommer inte bara medeltemperaturerna under sommartid att öka, även extremväder kommer att bli allt vanligare. Kjellström m.fl. (2014) påtalar att nederbörden generellt kommer att öka på de platser där det redan regnar mycket och minska på de platser där det är torrt. Vilket kommer att medföra extremväder såsom översvämningar och extremtorka, det förväntas även bli fler skogs- och gräsbränder. Klimatscenarier

visar på en ökning i höga temperaturextremer men också en minskning i låga temperaturextremer, speciellt i områden där is- och snötäcke smälter. I Sverige förväntas temperaturen att öka mest i norra Sverige på vintern och i ett varmare klimat kommer det bli ovanligt med mycket kalla vinterdagar. Vegetationsperioden är antalet dagar som dygnets medeltemperatur är över 5° C under en sammanhängande period, och förväntas bli längre i Sverige. I slutet av seklet är det troligt att vegetationsperioden har blivit 30–100 dagar längre beroende på vilket scenario som inträffar (Kjellström m.fl. 2014).

Sommaren 2018 i Sverige var en ovanligt varm och torr sommar. Nya värmerekord mättes på olika platser i Sverige (Sjökvist m.fl. 2019). Medeltemperaturen låg i snitt mellan 2–4° C högre under sommarmånaderna juni-augusti, jämfört med referenstemperaturer från 1961 - 1990 (SMHI 2019b). Denna avvikelse är lika hög och till och med högre än vad klimatanalysen med låga utsläpp förutspår i Sverige i slutet av 2000-talets sekel.

Växtätare kan påverkas både demografiskt och fysiologiskt av temperatur. Det gäller både direkta effekter av temperatur såsom reglering av kroppstemperatur och indirekta effekter såsom tillgången på föda (Moyes m.fl. 2011). Där effekten på tillgång av föda endera kan vara positiv då växtsäsongen kan ha blivit längre och givit mer gynnsamma förhållanden, men temperaturens effekt på födotillgången kan också vara negativ. Den extremt varma sommaren i Sverige 2018 kan ha påverkat tillgång på resurser och regleringen av kroppstemperatur, därav är det intressant att se om hjortdjurens aktivitet under de varma dagarna förändrades.

Tidigare studier har undersökt hur värme påverkar älg (McCann m.fl. 2013; van Beest & Milner 2013; van Beest m.fl. 2012; Lowe m.fl. 2010). Älg är en art som är köldanpassad och trivs därför sämre i ett klimat med varmare temperaturer (McCann m.fl. 2013). Vid studier om älgar och värmestress har ofta tröskelvärden på 14 °C och 20 °C använts (McCann m.fl. 2013; van Beest m.fl. 2012; Lowe m.fl. 2010). Enligt McCann m.fl. (2013) visade älgar tydliga reaktioner på värme både i beteendemönster och fysiologiska reaktioner. Vid höga temperaturer fick älgarna ökad syreupptagning och respiration, samt valde älgarna beskuggade platser och undvek solstrålning. Värmestressen visade sig vid 17 °C i vindstilla väder och vid 24 °C när det var kraftig vind. Det visade sig alltså att även vindhastigheten har stor betydelse för hur hög temperatur som älgarna tål. Djurens kroppsstorlek har betydelse för hur snabbt djuret kan reglera kroppstemperaturen, ju större kropps massa desto svårare är det att reglera (McCann m.fl. 2013). Djur med termoreglering inifrån kroppen kan hålla en relativt konstant kroppstemperatur trots att omgivningens temperatur fluktuerar. Detta kan dock vara energikrävande och resultera i att djuren ändrar sin aktivitetsnivå för att minska energiförlusten (van Beest & Milner 2013). Eftersom älgar lider av värmestress kan de ofta minska sin

aktivitetsnivå och söka skydd inne i slutna barrskogar för att undvika de höga temperaturerna (van Beest & Milner 2013; van Beest m.fl. 2012). Det finns även indirekta konsekvenser för älgarna genom högre temperaturer, såsom sämre kvalitet på föda och därav mindre kropps massa (van Beest & Milner 2013). Framtida älgpopulationer skulle möjligtvis kunna, genom naturligt urval, anpassat sig så att de kan leva i ett varmare klimat (van Beest & Milner 2013). Dock har den sydligaste älgpopulationen i Nordamerika minskat drastiskt till följd av att klimatet förändrades som innebar högre temperaturer (McCann m. fl. 2013).

Ett annat stort hjortdjur är kronhjorten som är det näst största hjortdjuret i Sverige efter älgen. Kronhjorten är spridd globalt och har historiskt sett även haft stor utbredning i världen. Det finns indikationer på att de historiska klimatförändringarna med varma och kalla cykler kan ha påverkat kronhjortens utbredning. Detta eftersom kronhjorten under och efter den senaste istiden har ändrat sitt utbredningsområde, samtidigt påtalas att kronhjorten ändå anses vara klimattålig med varierande habitatval (Meiri m.fl. 2013). Klimatet kan även ha inverkan på kronhjortars reproduktion. Kronhindarnas kondition är viktig för förökningen av arten. Konditionen påverkas dels av tillgången på föda under våren och sommaren, då det är extra viktigt under perioder med dräktighet och amning. Tillgången på föda kan påverkas av till exempel extrema väderhändelser (Moyes m.fl. 2011). Resultatet från Moyes m.fl. (2011) studie visade på att kronhjorten hade förändrat fysiologiska egenskaper under de 28 år som studien undersökt, detta som anpassning till lokala klimatuppvärmningar. De fann dock inga bevis som tyder på att det skulle ha förändrat den genomsnittliga reproduktionsförmågan varken positivt eller negativt, bara reproduktionsmönstret.

Till skillnad från älgen kan dovhjorten vara mer anpassad för varmare klimat. Dohvjorten kommer ursprungligen från varmare regioner i världen och arten kom till Sverige för bara 500 år sedan (Olsson 2016a). Nu finns dovhjort utbrett i många världsdelar, både i fångenskap och fria populationer. De finns i Mellanöstern, Europa, södra och norra Afrika, Australien, Nya Zeeland, USA, Sydamerika och Kanada (Chakanya m.fl. 2016). Utbredningsområdet sträcker sig över många olika breddgrader och olika klimatzoner vilket tyder på att dovhjorten är anpassningsbar efter olika klimat.

Rådjuret kan vara en art som gynnas i och med ett varmare klimat. Enligt Davis m.fl. (2016) kommer klimatförändringarna troligtvis att öka produktionen av vegetation i norra Europa vilket har positiva kopplingar till rådjurets överlevnadspotential. Vintern är en kritisk tid för rådjurets överlevnad, ett hårt och kallt klimat medför en högre dödlighet (Davis m.fl. 2016). Om vintrarna blir mildare i framtiden på grund av klimatförändringarna kan en större population av rådjur förväntas i Sverige.

Det finns flera orsaker till att vissa hjortdjur kan vara mer känsliga för värme än andra hjortdjur. Enligt ett klassificeringssystem för idisslare är älg och rådjur indelade till kvalitetsbetare, kronhjort och dovhjort är indelade i den intermediära gruppen (Hofmann 1989). Kvalitetsbetare har mindre våm och idisslar kortare tid än de i intermediära gruppen. Det innebär att älg och rådjur måste äta oftare samt att de inte kan hantera fiberrikt foder med låg kvalitet lika bra som kronhjort och särskilt dovhjort. Kronhjort och dovhjort är väldigt flexibla när det gäller foderval och beror mycket på vad som finns tillgängligt för säsongen (Nichols 2012). Olsson (2012) skriver att dovhjortens födopreferenser speglar av sig på dess fysiologiska och morfologiska anpassningar, vilket innebär att dovhjorten kan klara sig på att bara äta gräs men att den föredrar en mer balanserad och blandad diet. Enligt Olsson (2015) är älgen anpassad till att äta örter och vedartade växter. Rådjuret som är en kvalitetsbetare precis som älgen har till stora delar samma födopreferenser (Olsson 2016b). Eftersom kvalitetsbetare måste äta oftare än andra grupper av hjortdjur kan de bli mer drabbade av varma temperaturer om de tvingas avstå från att äta på dagen då det är som varmast. Samtidigt kan dessa hjortdjur söka föda i sluten skog på dagtid och söka sig till hyggen på natten när det är svalare.

Att studera hur hjortdjurens aktivitetsnivå påverkades av den varma sommaren 2018 är relevant för att ge en indikation på hur de kan missgynnas eller gynnas av varmare temperaturer i framtiden till följd av klimatförändringen. Detta eftersom, som tidigare nämnt, att framtida klimatscenarier tyder på en temperaturökning mellan 2 - 8 °C vid seklets slut.

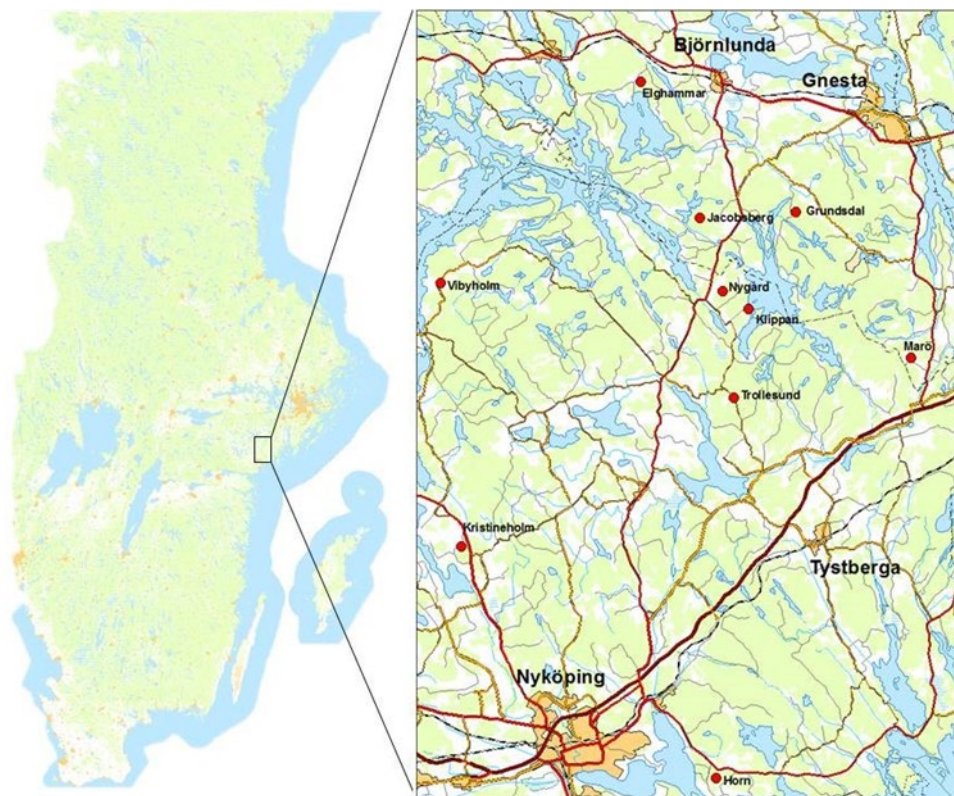
1.3. Hypoteser

- 1) Högre temperatur mitt på dagen medför minskad aktivitet hos hjortdjur.
- 2) Älg är den art som kommer att minska sin besökstid mest mitt på dagen och dovhjort minst på grund av en temperaturökning, genom sina anpassningar.

2. MATERIAL OCH METOD

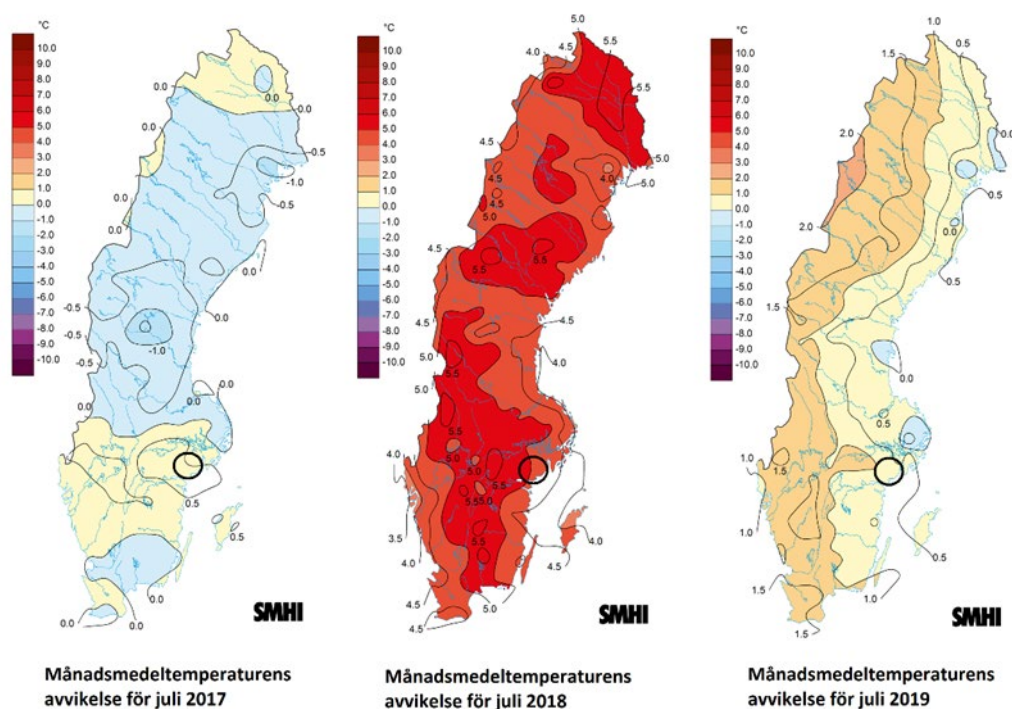
2.1. Studieområde

Denna studie bygger på data från åtelkameror som var uppsatta i den östra delen av Södermanland. Kamerorna var uppsatta på 10 olika platser i detta område (Figur 1). Kamerorna har varit uppsatta på samma platser sedan 2015. Alla platser blev slutavverkade 2014, förutom Horn som blev slutavverkad 2013. De är även markberedda och planterade med tall och gran, dock inte Horn som är självföryngrad med tall. På varje plats fanns 4 olika behandlingsytor som etablerades när projektet startades 2015. En av de 4 behandlingsytorna på varje plats var ett så kallat vinterhägn vilket innebär att det var stängt under vintern med stängsel och öppet utan stängsel på sommaren. Den andra provytan var ett så kallat sommarhägn som var stängt under sommaren och öppet, med stängslet borttaget, på vintern. Det tredje hägnet var stängt hela året och den fjärde behandlingsytan var en kontrollyta som var öppet, utan stängsel, under hela året. Denna studie använde sig av bilder från kamerorna som var uppsatta på vinterhägnet och kontrollytan. Detta eftersom hjortdjurens aktivitet under sommaren studerades och det var dessa behandlingsytor som då var öppna och tillgängliga för djur.



Figur 1. Karta över studieområdet, på de markerade platserna fanns kameror som samlade in data (Ånöstam 2017)

I det område som materialet är inhämtat ifrån, inringat i Figur 2, var temperaturen under juli månad 2018 i snitt 4,5 °C högre än referensperiodens temperatur, från år 1961–1990. I Figur 2 syns även medeltemperaturens avvikelse för år 2017 och 2019. Eftersom juli månad året 2018 i Södermanland hade en mycket högre temperatur än 2017 och 2019 gjordes även analyser med jämförelser mellan dessa år.



Figur 2. Medelavvikelse i temperatur för juli månad år 2017–2019 (SMHI 2019b)

2.2. Datainsamling

Totalt användes data från 20 kameror av modellen Reconyx HC500 Hyperfire. Alla kameror hade en infraröd sensor. Med den infraröda sensorn triggades kamerorna till att ta bilder av värme och rörelse. Dessutom var kamerorna inställda att ta 3 bilder i sekvens med en sekund emellan när de hade triggats. Alla kameror var uppsatta på en stolpe vänd mot nord-väst på en höjd omkring 1,7 meter vid unga skogsplanteringar. Kamerorna fungerade dygnet runt och registrerade även tidpunkt och temperatur för varje bild. Ett antagande gjordes att alla kameror påverkades lika av temperaturen, då de var av samma märke samt uppsatta på samma sätt. Kamerorna var också programmerade att ta en bild kl.13.00 varje dag för att kunna säkerställa att de fungerade.

Tid, datum och temperatur extraherades per bild via programmet MapView Professional (Version 3.7.2.2) till en CSV-fil i Microsoft Excel (2016) som sedan gjordes om till ett XLSX-fil. Varje bild fick en egen rad i Excel-filen, där vi la till ytterligare information från bilderna manuellt. Den information som inhämtades manuellt från bilderna var förekomst av olika hjorddjur såsom art, antal djur, kön, om djuren befann sig innanför eller utanför behandlingsytan och om djuren betade. För att få denna information bedömdes varje enskild bild från juli månad 2017, 2018 och 2019. Bedömningen av bilder gjorde vi var för sig så att arbetet gick

snabbare. Av tidsmässiga skäl hann vi bara samla in data från juli månad. Denna studie använde sig av information om temperatur, tidpunkt för besöket, vilken art och hur många djur som fanns med på bilden samt hur länge de befann sig där.

För att kvalitetssäkra bedömningen gjorde vi en kalibrering innan bedömningen av bilderna påbörjades. Kalibreringen innebar att vi bedömde cirka 500 bilder som tagits olika tider på dygnet med olika arter och antal djur. Andra personer, som bedömt bilder från juli 2017 och 2018, har också kalibrerat sig emot samma bilder. Vi gjorde kalibreringen var för sig för att se eventuella skillnader mot varandra samt eventuella skillnader jämfört med tidigare bedömare. Samma kalibrering gjorde vi även efter att arbetet blev klart för att se om vår bedömning av bilder ändrats.

Ett problem med datainsamlingen var att en del av kamerorna slutade fungera innan eller under juli månad på grund av tomma batterier, fulla minneskort, samt att en kamera blev stulen. På grund av detta så saknas data från olika platser och kameror för dessa perioder (Tabell 1).

Tabell 1. Översikt av kameror med bristfälliga data. Tomma rutor betyder att data för den tiden och platsen är komplett under juli månad. Om data bara finns för delar av månaden har det specificerats med datum.

	2017		2018		2019	
	Vinter	Kontroll	Vinter	Kontroll	Vinter	Kontroll
Elghammar						
Grundsdal					Endast 1/7–20/7	Data saknas
Horn		Endast 6/7–13/7		Data saknas	Data saknas	Data saknas
Jakobsberg						
Klippan			Endast 18/7–31/7	Endast 18/7–31/7	Data saknas	Data saknas
Kristineholm						
Marö						
Nygård						
Trollesund		Endast 1/7–4/7				
Vibyholm			Endast 1/7–18/7			

2.3. Dataförberedelse

Vi delade in sammanhängande bildsekvenser till samma besökstillfälle, där bilder med mindre än 5 minuter emellan bilderna räknades till samma besökstillfälle. Detta gjordes för att kunna särskilja olika besök från varandra. Ett 5 minuters intervall som avgränsning för olika besökstillfällen ansågs vara rimligt och även en tidigare studie (Ikeda m.fl. 2016) har använt sig av det. För att dela in bilderna i olika besökstillfällen användes programmet R (R Core Team 2019). I Tabell 2 sammanställs antalet besökstillfällen totalt för varje art per år.

De olika steg som gjordes för att förbereda data inför de statistiska analyserna presenteras nedan. Detta gjordes per art i Excel (2016), delvis med hjälp av pivottabeller.

1. Vi fick fram tiden för varje besökstillfälle genom att ta tiden mellan första och sista bilden för besökstillfället.
2. För varje besökstillfälle beräknades ett medeltal på hur många djur som fanns med.
3. Besökstiden för varje art beräknades genom att ta medelantalet djur multiplicerat med antalet minuter per besökstillfälle. I Tabell 2 ges en sammanställning av de olika arternas totala besökstid per år.
4. Den besökstid som inföll under tidsperioden kl.10.00 – 14.00 extraherades. Tiden mellan kl.10.00 – 14.00 benämns i den här studien som mitt på dagen.
5. Andelen (%) besökstid mitt på dagen beräknades genom att dividera besökstiden mellan kl.10.00 – 14.00 med den totala besökstiden per dygn. Andel (%) besökstid som inföll mellan dessa klockslag kan vara från 0–100%. Detta gjordes för respektive art, plats och behandlingsyta.
6. Även referensbilderna som togs kl.13.00 varje dag inkluderades i datasammanställningen för att de registrerade temperaturen. Vi använde denna temperatur i våra analyser.
7. Data summerades ihop så att varje plats och behandlingsyta (Kontroll och Vinter) fick en sammanställning för varje dag i juli per år. Antalet dagar med besökstillfällen (n) presenteras i Tabell 2, det är andelen besökstid mellan kl.10.00 – 14.00 (%) från dessa dagar som utgör underlaget för de statistiska analyserna.

Tabell 2. Översikt av arternas totala antal besökstillfällen per år. Besökstiden totalt är en summa av tiden per besökstillfälle multiplicerat med medelantalet djur per besökstillfälle.

Art	År	Besökstillfällen totalt	Besökstiden totalt (h:m:s)	Antal dagar med besökstillfällen (n)
Älg	2017	4	00:04:11	4
	2018	4	00:10:42	4
	2019	1	00:00:26	1
Kronhjort	2017	26	01:10:34	23
	2018	15	00:18:44	14
	2019	22	00:31:01	19
Dovhjort	2017	190	20:56:13	103
	2018	124	14:51:14	80
	2019	176	12:51:12	93
Rådjur	2017	102	01:40:26	61
	2018	32	00:07:29	30
	2019	26	00:14:13	23

Andelen besökstid mitt på dagen är intressant därför att det är som varmast med högst solinstrålning då. Tidsspannet kl.10.00 – 14.00 valdes då hjortdjurens fördelning av besök under dygnet granskades och det syntes en tydlig minskning under dessa timmar. Benämningen 'aktivitet mitt på dagen' i studien syftar på andelen besökstid mitt på dagen.

Vid studiens hänvisande till temperatur i resultatdelen och i diskussionsdelen så menas temperaturen kl.13.00 varje dag, då det är dagens referenstemperatur i denna studie. Temperaturen som används skall inte tydas som den sanna temperaturen men används som en relativ temperatur. Data från de olika platserna antas vara oberoende av varandra då avståndet mellan platserna är tillräckligt långt för att samma hjortdjur inte ska röra sig mellan platserna. Vid de statistiska analyserna har data från kontroll- och vinterbehandlingarna kombinerats.

2.4. Statistisk analys

Temperaturerna var normalfördelade inom och mellan år. De jämfördes därför med ANOVA (Analysis of Variance) och Tukey post hoc test. Temperaturanalyserna som gjordes var jämförelse mellan temperatur och platser samt mellan temperatur och år. Dessa som en förberedelse inför följande analyser.

Variabeln 'andel besökstid mitt på dagen' var däremot inte normalfördelad, utan jämfördes mot temperatur och mellan år med icke parametriska Spearman rankkorrelationer respektive Kruskal-Wallis test. Spearman rankkorrelation användes för att se om det fanns samband mellan aktivitet mitt på dagen och temperatur, där varje år analyserades var för sig, samt en analys där alla åren sammanslogs. För att se om det skiljde sig i aktivitet mitt på dagen mellan åren, med tanke på den varma sommaren 2018, användes Kruskal Wallis test. Alla analyser gjordes med varje art för sig.

Vi har valt att inte göra några statistiska analyser vid underlag färre än 10, se Tabell 2 under "Antal dagar med besökstillfällen". Därför gjordes inga analyser för älg.

Alla statistiska analyser gjordes i Minitab (2018) med en signifikansnivå på 5%.

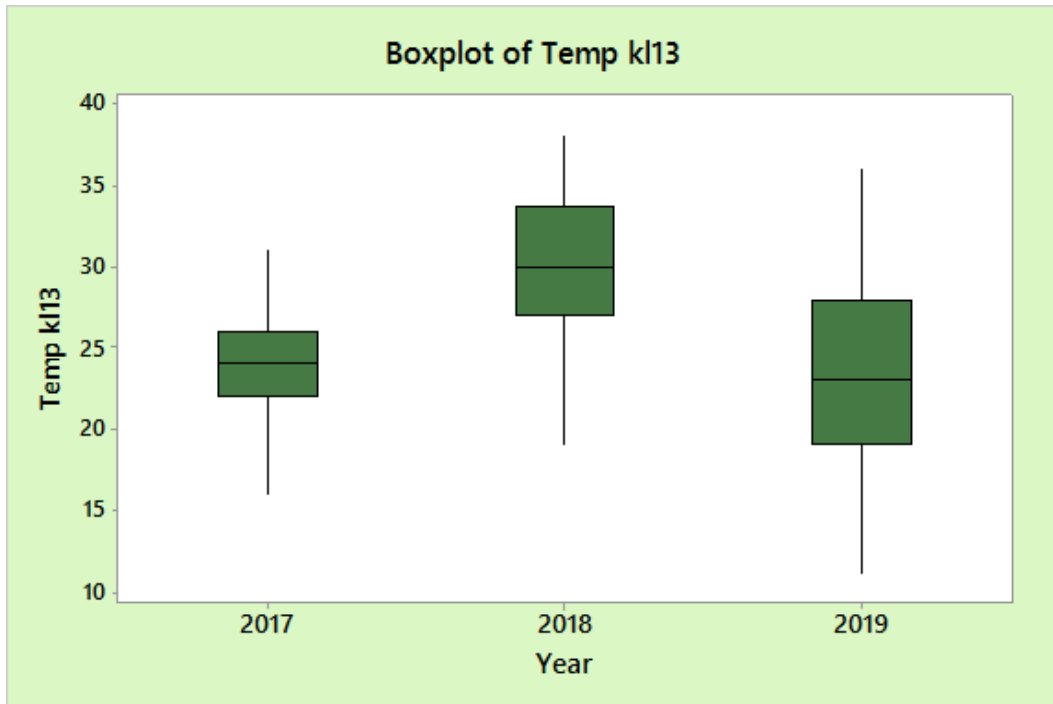
3. RESULTAT

Här nedan presenteras resultatet av de analyser som gjorts. Först presenteras resultatet för de bakgrundsanalyser som var nödvändiga att göra innan analyserna om aktivitet och temperatur kunde göras. Därefter presenteras resultaten per art.

3.1. Temperatur

Det fanns ingen signifikant skillnad i temperatur mellan platserna (ANOVA, $n=1531$, $F=1,07$; $p=0,380$). Samtliga analyser gjordes därför med data sammanslagna från alla platser.

Temperaturen skiljde sig signifikant mellan studieåren (ANOVA, $n=1531$; $F=331,1$; $p=0,000$), där 2018 var varmare än både 2017 (Tukey Post-hoc test, $p=0,000$) och 2019 (Tukey Post-hoc test, $p=0,000$) (Figur 3). Däremot fanns det inga skillnader i temperatur mellan 2017 och 2019 (Tukey Post-hoc test, $p=0,75$).



Figur 3. Boxplot på temperaturen (°C) kl.13.00 i juli månad för varje år. Boxploten är uppdelad i 4 lika stora kvartiler. Det vertikala strecket nedanför boxen omfattar 25% av observationerna. Boxen omfattar 50% av observationerna och det horisontella strecket i boxen visar medianen. Det vertikala strecket ovanför boxen omfattar 25% av observationerna.

3.2. Älg

Studien fick inga resultat för älg.

3.3. Kronhjort

För juli månad 2017 kunde ingen Spearman rankkorrelation göras i Minitab (2018) då variansen i aktivitet mitt på dagen var för liten.

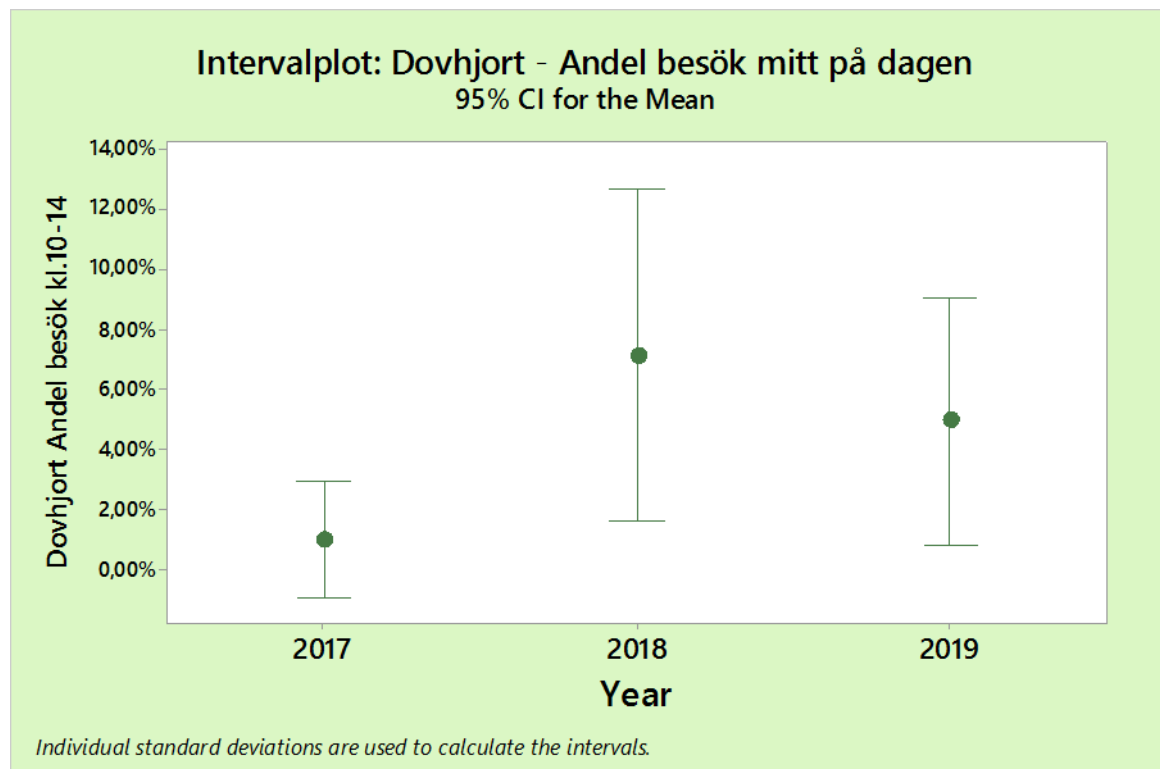
Det fanns inget samband mellan aktivitet mitt på dagen och temperatur 2018, (Spearman rank correlation; $n=14$; $r_s=0,205$; $p=0,483$), 2019 (Spearman rank correlation; $n=19$; $r_s=-0,157$; $p=0,521$) och inte heller för åren tillsammans (Spearman rank correlation; $n=56$; $r_s=-0,017$; $p=0,900$).

Det fanns ingen skillnad i aktivitet mitt på dagen mellan åren (Kruskal-Wallis, $n=56$, $H=3,12$; $p=0,210$).

3.4. Dovhjort

Det fanns en tendens till ett negativt samband mellan aktivitet mitt på dagen och temperatur 2017 (Spearman rank correlation; $n= 103$; $r_s= -0,184$; $p= 0,064$), och signifikanta negativa samband för 2018 (Spearman rank correlation; $n= 80$; $r_s= -0,372$; $p= 0,001$), 2019 (Spearman rank correlation; $n= 93$; $r_s= -0,269$; $p= 0,009$), och för alla år tillsammans (Spearman rank correlation; $n= 276$; $r_s= -0,2$; $p= 0,001$).

Vid jämförelse av dovhjortens aktivitet mitt på dagen mellan åren visades ingen signifikant skillnad, men en tendens till skillnad (Kruskal-Wallis, $n= 256$, $H= 5,57$; $p= 0,06$; Figur 4). Det var 2017 som tenderade att ha mindre aktivitet mitt på dagen.



Figur 4. En intervallplot som visar skillnader mellan år i andelen besök av dovhjort mitt på dagen. Punkterna visar medelvärden och spridningsmått runt medelvärdena visar standardavvikelsen.

3.5. Rådjur

Det fanns inget samband mellan aktivitet mitt på dagen och temperatur för 2017 (Spearman rank correlation; $n= 61$; $r_s= 0,058$; $p= 0,659$). Det fanns en tendens till samband 2018 (Spearman rank correlation; $n= 30$; $r_s= -0,334$; $p= 0,071$) och inget samband 2019 (Spearman rank correlation; $n= 23$; $r_s= 0,311$; $p= 0,149$). För alla åren tillsammans fanns inte heller ett samband mellan aktivitet mitt på dagen och temperatur (Spearman rank correlation; $n= 114$; $r_s= 0,065$; $p= 0,491$).

Det fanns ingen skillnad i aktivitet mitt på dagen mellan åren (Kruskal-Wallis, $n= 114$, $H= 2,41$; $p= 0,3$).

4. DISKUSSION

4.1. Aktivitet och höga temperaturer

Vår första hypotes att högre temperaturer mitt på dagen medför minskad aktivitet hos hjortdjuren stämde in med studiens resultat för dovhjort. För dovhjort hittade vi signifikanta negativa samband mellan aktivitet mitt på dagen och temperatur, med undantag för år 2017. Därmed verkar dovhjortens aktivitetsnivå sjunka med ökad temperatur. Det gick även att se en tendens till samband för år 2017 då p-värdet var nära signifikansnivån. En anledning till att resultatet inte gav ett signifikant samband 2017 kan vara att temperaturen varierade mindre jämfört med 2018 och 2019 (Figur 3). Om temperaturen varierar mycket är det lättare att urskilja ett samband mellan aktivitet och temperatur, än med lägre temperaturvarians som för 2017. Eftersom ingen tidigare forskning har hittats om hur temperatur påverkar dovhjort, har det inte gått att styrka våra resultat med hjälp av annan forskning.

Vid analys av temperaturen från kamerorna var det varmare 2018 jämfört med 2017 och 2019, detta stämde in med data från SMHI. SMHI presenterade tydligt varmare temperaturer i juli 2018 jämfört med 2017 och 2019 (Figur 2). Eftersom temperaturen var högre 2018 förväntade vi oss därmed lägre aktivitet mitt på dagen. Resultatet visade dock på en tendens till att det fanns skillnad mellan åren för dovhjort, där aktiviteten mitt på dagen 2017 var lägre än för 2018. Aktiviteten mitt på dagen 2019 var lägre än 2018 men skilde sig varken signifikant från 2017 eller 2018. Det kan dock självfallet finnas andra faktorer än temperatur på hyggena som påverkar besöksfrekvensen av dovhjort, som exempelvis tillgången till foder i andra delar av landskapet eller successionsförändringar på hyggena.

För den tillgängliga stickprovsstorleken för kronhjort och rådjur fanns det inte tillräckligt starka biologiska effekter för att få något signifikant samband mellan aktivitet mitt på dagen och temperatur. Därför går det varken att styrka för att kronhjortens eller rådjurets aktivitet minskar med högre temperaturer eller att de inte påverkas alls. Dock fanns en trend till ett negativt samband mellan aktivitet och temperatur hos rådjur för 2018, då p-värdet låg nära signifikansnivån. Eftersom vi fick en tendens till samband för rådjur 2018 och att tidigare studier av kronhjort

(Meiri m.fl. 2013; Moyes m.fl. 2011) har sett effekter som ger en indikation på att temperatur och klimatförändringar påverkar kronhjortar, skulle det vara intressant att studera detta med en större omfattning för att kunna dra slutsatser kring aktivitet och höga temperaturer för både rådjur och kronhjort.

4.2. Skillnad i temperaturens effekt mellan arterna

Vi antog att vi skulle hitta starkast effekter för den mer köldanpassade arten älg, men vi fick väldigt få observationer av älg och därför gjordes inga analyser. Det är möjligt att vi hade funnit motsvarande mönster för älg som hos dovhjorten om vi hade haft en större stickprovsstorlek av älg. Detta eftersom vi fann ett samband hos dovhjorten som vi trodde skulle påverkas minst av höga temperaturer på grund av dess utbredning i världen (Chakanya m.fl. 2016) och härkomst från varmare breddgrader (Olsson 2016a). Eftersom stickprovsstorleken varierade hos de olika arterna blev det stora skillnader i den statistiska styrkan, vi hade till exempel 50 gånger fler observationer för dovhjort än för älg. Om stickprovsstorleken hade varit lika stor för alla arter som dovhjortens stickprovsstorlek är det troligt att vi skulle ha fått ett negativt samband mellan aktivitet och temperatur för alla arterna. Vi hade då bättre kunnat jämföra och dra slutsatser om det skiljde sig åt i hur stora effekterna från temperatur var för de olika arterna.

4.3. Förekomst och aktivitet

Antalet besökstillfällen för rådjur minskade drastiskt från år 2017 till 2018 och höll en låg nivå även 2019 (Tabell 2). Vad detta berodde på är svårt att identifiera med hjälp av denna studie. Förekomsten av rådjur, det vill säga rådjurspopulationen, i området kan ha sjunkit till följd av ökad predation, jakt eller interspecifik konkurrens om plats och foder. Om vintern 2017–2018 varit hård så kan det ha påverkat överlevnaden för rådjuren, då rådjur är känsliga för hårda vintrar (Davis m.fl. 2016). Även ändrad fodertillgång i och med successionen kan ha påverkat antalet besök från rådjuren. Ändrad fodertillgång och sämre foderkvalitet kan påverka rådjuret negativt, då det är arten som är mest specialiserad i foderval (Olsson 2016b). Samtidigt, eftersom mildare vintrar förväntas i framtiden (Kjellström m. fl. 2014), kan det leda till att rådjurets överlevnadspotential även påverkas positivt (Davis m.fl 2016). Fler kameror fungerade under juli 2017 (Tabell 1) och det kan också ha påverkat att vi fått fler observationer 2017.

Vad bristen på observationer av älg beror på är svårt att avgöra, kanske är förekomsten av älg liten i området. Om det skulle funnits en stor älgpopulation i

området och vi ändå skulle ha fått få observationer, kan en potentiell orsak till det vara att alla kameror är uppsatta på hyggen. Älgen är en köldanpassad art som ofta befinner sig inne i slutna skog för att finna skugga vid varmare perioder (van Beest m.fl. 2012). Detta kan vara en anledning till att vi inte fått tillräckligt med data om älgen eftersom ett antagande kan göras att älgen föredragit att vara inne i skogen än ute på hyggerna vid varma temperaturer. Önskvärt för att kunna styrka det påståendet hade varit att ha data från kameror uppsatta inne i slutna skogar i området också eller data om älgpopulationens storlek i området. Om älgen tar större skada för att den avstår från att vara ute på hygget mitt på dagen för att den är en kvalitetsbetare har inte studiens resultat kunnat påvisa. En till anledning att älgen inte befinner sig ute på hyggerna kan bero på att det finns lite lämpligt älgfoder då ytorna befinner sig i ett tidigt stadie i omloppstiden.

Aktiviteten hos de olika hjortdjuren kan ha påverkats av hur betet har förändrats på behandlingsytorna då arterna har olika födopreferenser. Dock har studien inte omfattat att studera hur och om hjortdjuren påverkades av detta. En anledning till att mest besökstid blev av dovhjort kan bero på att mycket gräs finns på behandlingsytorna då vegetationen är i ett tidigt successionsstadie efter en störning. Då dovhjorten kan äta en varierad diet men även klara sig på att äta gräs (Olsson 2012) kan det vara förklaringen till varför vi fick så många observationer av dovhjorten. Det skulle också kunna förklaras med att dovhjortstätheten är hög jämfört med de andra hjortdjuren i det studerade området.

Även interspecifik konkurrens kan påverka förekomsten och aktiviteten hos hjortdjuren. Ingen bild som vi klassificerade för juli 2019 innehöll mer än en art samtidigt, vilket kan bero på att arterna föredrar att besöka ytorna var för sig. Anledningen till varför vi har fått mer besökstid för dovhjorten kan bero på att dovhjorten konkurrerar med de andra arterna och därav erhåller den största andelen besökstid i vår studie.

Vid sammanställning av data syntes en skillnad på antal besökstillfällen och total besökstid mellan åren (Tabell 2). Det går inte att jämföra rakt av mellan år då det vissa år saknades data från olika platser (Tabell 1). År 2019 saknades data helt under juli månad från 5 olika kameror, hur mycket avsaknaden av data från dessa kameror påverkar antalet besökstillfällen och total besökstid har inte denna studie omfattat. Detta är inget problem så länge inte effekten av temperatur hos hjortdjuren skiljer mellan platserna. Det finns dock ingen anledning att tro att temperaturens effekt på djuren skulle skilja sig mellan de olika platserna då temperaturerna inte skiljde sig. Därav gjordes inga analyser på hur många besökstillfällen enskilda platserna har i jämförelse med varandra. Om dessa platser skulle påverkat antalet besökstillfällen och total besökstid skulle siffrorna vara högre än visat (Tabell 2) för 2019 och det hade gett oss mer data att analysera.

4.4. Styrkor och Svagheter

Styrkor i denna studie är att den gjorts med data från flera olika år. Där data insamlats med samma metod, på samma platser och med samma utrustning under alla åren. Med upprepande analyser på data från olika år går det att dra säkrare slutsatser om resultatet. Om endast ett år analyseras blir resultatet mindre säkert då det kan vara en tillfällighet eller bero på andra påverkande faktorer än det som undersökts. Omkringliggande faktorer såsom störningar av människors aktivitet mitt på dagen och andra faktorer som kan ha påverkat aktiviteten hos hjortdjuren på dagen har inte tagits i hänsyn till vid analyserna i den här studien. Eftersom vi jämfört samma tidsperiod från olika år har felkällor likt sådana minimerats en del.

En begränsning i studien är att den baseras på data från endast samma typ av omgivning. Alla kamerorna som samlat in data sitter uppsatta vid hyggen. Studien har inte omfattat och analyserat hur betet förändrats på behandlingsytorna sedan ytorna blev slutavverkade. Detta begränsar studien till att endast kunna se hur aktiva de är vid hyggena, inte i någon annan miljö.

Eftersom detta projekt har pågått under en lång tid har informationen från bilderna insamlats från olika personer vilket kan leda till olika resultat. Denna felkälla har försökts minimerats med hjälp av kalibreringen som alla personer fick göra innan arbetet påbörjades och efter arbetet. Vår kalibrering stämde bra överens med de tidigare personernas kalibrering och vi hade även gjort en förbättring av vår bedömning i slutet av arbetet jämfört med kalibreringen innan arbetet påbörjades.

För säkrare slutsatser om sommartemperaturens påverkan på hjortdjurens aktivitet hade en längre tidsperiod än juli månad kunnat studeras. Om längre tidsperiod undersökts så skulle det funnits större mängd data, som hade varit önskvärt för bättre analysmöjligheter för alla arter och säkrare resultat.

Ett annat sätt för att undersöka hjortdjurs aktivitet och temperaturens påverkan hade varit med GPS-tag, som van Beest & Milner (2013) gjorde i deras studie. Då hade hela aktivitetsmönstret för enskilda individer kunnat analyseras. Det hade kunnat vara intressant för att se mer omfattande på hur höga temperaturer påverkar hjortdjuren, till exempel vad de istället gör när det är som varmast om de inte befinner sig ute på hyggena. Men då hade studiens omfattning och kostnad blivit högre. Samt att med vår metod gavs kvantitativt underlag som var mer passande för vårt syfte med studien.

4.5. Slutsats

Att aktiviteten hos dovhjorten hade ett negativt samband med högre temperaturer visar på att temperaturen har påverkan på dovhjortar. Detta är intressant ur den aspekten att klimatscenarier förutspår varmare temperaturer i framtiden och vidare forskning behöver göras för att kunna förutse vad som händer med hjorddjuren när klimatet blir varmare. Sammantaget är det sannolikt att klimatförändringar kommer att påverka alla hjorddjur negativt under sommartid, då klimatförändringarna även medför högre frekvens av extremväder. Detta motiverar till vidare forskning då det är troligt att alla hjorddjuren kommer att påvisa ett samband om en större studie kan göras. En vidare studie skulle även kunna innefatta andra aspekter om hur högre temperaturer påverkar hjorddjuren fysiologiskt. En ökad förståelse för hur hjorddjur påverkas av ökad temperatur är viktigt för att eventuellt kunna anpassa förvaltningen.

5. REFERENSER

- Chakanya, C., Dokora, A.-E.-M., Muchenje, V. & Hoffman, L.C. (2016). The fallow deer (*Dama spp.*); endangered or not? *Der Zoologische Garten*, vol. 85 (3-4), pp. 160–172 Elsevier GmbH.
- Davis, M.L., Stephens, P.A. & Kjellander, P. (2016). Beyond climate envelope projections: Roe deer survival and environmental change. *Journal of Wildlife Management*, vol. 80 (3), pp. 452–464
- Hofmann, R. (1989). Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, vol. 78 (4), pp. 443–457 Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
- Ikeda, T., Uchida, K., Matsuura, Y., Takahashi, H., Yoshida, T., Kaji, K., Koizumi, I. & Yamazaki, S. (2016). Seasonal and Diel Activity Patterns of Eight Sympatric Mammals in Northern Japan Revealed by an Intensive Camera-Trap Survey. *PLoS ONE*, vol. 11 (10), p. e0163602 Public Library of Science.
- Kjellström, E., Abrahamsson, R., Boberg, P., Jernbäcker, E., Karlberg M, Morel J och Sjöström, Å. (2014). *Uppdatering av det klimatvetenskapliga kunskapsläget*. SMHI. Klimatologi nr 9:2014
- Leal Filho W. (2019) *Handling the Impacts of Climate Change on Biodiversity*. In: Leal Filho W., Barbir J., Preziosi R. (eds) *Handbook of Climate Change and Biodiversity*. Climate Change Management. Springer, Cham.
- Lowe, S.J., Patterson, B.R. & Schaefer, J.A. (2010). Lack of behavioral responses of moose (*Alces alces*) to high ambient temperatures near the southern periphery of their range. *Canadian Journal of Zoology*, vol. 88 (10), pp. 1032–1041
- McCann, N.P., Moen, R.A., Harris, T.R. (2013) Warm-season heat stress in moose (*Alces alces*). *Canadian Journal of Zoology*, vol. 91 (12), pp. 893–898 NRC Research Press
- Meiri, M., Lister, A.M., Higham, T.F.G., Stewart, J.R., Straus, L.G., Obermaier, H., González Morales, M.R., Marín-Arroyo, A.B. & Barnes, I. (2013). Late-glacial recolonization and phylogeography of European red deer (*Cervus elaphus*) *L*. *Molecular Ecology*, vol. 22 (18), pp. 4711–4722
- Microsoft Excel (2016). Microsoft Corporation. URL <https://office.microsoft.com/excel>

- Minitab (2018). Minitab - Statistical software: Powerful statistical software everyone can use. Minitab, LCC United Kingdom. URL <https://www.minitab.com>
- Moyes, K., Nussey, D.H., Clements, M.N., Guinness, F.E., Morris, A., Morris, S., Pemberton, J.M., Kruuk, L.E.B. & Clutton-Brock, T.H. (2011). Advancing breeding phenology in response to environmental change in a wild red deer population. *Global change biology*, vol. 17 (7), pp. 2455–2469 Blackwell Publishing Ltd.
- Nichols, R.V. (2012). Coexistence in ungulate communities - niches, resource partitioning, competition & facilitation. Umeå: Institutionen för vilt, fisk och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet
- Olsson, M. (2012) *Dovhjort - Ekologi*. Tillgänglig: <https://jagareforbundet.se/vilt/viltvetande2/artpresentation/daggdjur/dovhjort/Dovhjortens-ekologi/> [2020-04-06]
- Olsson, M. (2015) *Älgens föda*. Tillgänglig: <https://jagareforbundet.se/vilt/viltvetande2/artpresentation/daggdjur/alg/algens-foda/> [2020-04-06]
- Olsson, M. (2016a) *Historik - dovhjortens förekomst och härstamning*. Tillgänglig: <https://jagareforbundet.se/vilt/viltvetande2/artpresentation/daggdjur/dovhjort/dovhjort-historik/> [2020-03-03]
- Olsson, M. (2016b) *Rådjurets föda*. Tillgänglig: <https://jagareforbundet.se/vilt/viltvetande2/artpresentation/daggdjur/radjur/radjurets-foda/> [2020-04-06]
- R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Sjökvist, E., Abdoush, D., & Axén, J. (2019). *Sommaren 2018 - en glimt av framtiden?* SMHI. Klimatologi nr 52:2019
- Sjökvist, E., Axén Mårtensson, J., Dahné, J., Köplin, N., Björck, E., Nylén, L., Berglöv, G., Tengdelius Brunell, J., Nordborg, D., Hallberg, K., Södling, J. & Berggreen Clausen, S. (2015). *Klimatscenarioer för Sverige - Bearbetning av RCP-scenarioer för meteorologiska och hydrologiska effektstudier*. SMHI. Klimatologi nr 15:2015
- SMHI (2019a). *SMHI - Årsredovisning 2019*. Tillgänglig: https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.157720!/SMHI_%C3%85R2019_FIN_AL_Web.pdf [2020-03-16]
- SMHI (2019b). *Månads-, årstids- och årskartor*. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/kartor/manadsmedeltemperatur-avvikelse/manad/juli> [2020-03-16]
- van Beest, F.M. & Milner, J.M. (2013). Behavioural Responses to Thermal Conditions Affect Seasonal Mass Change in a Heat-Sensitive Northern Ungulate. *PLoS ONE*, vol. 8 (6), p. e65972 Public Library of Science

- van Beest, F.M., Van Moorter, B. & Milner, J.M. (2012). Temperature-mediated habitat use and selection by a heat-sensitive northern ungulate. *Animal behaviour*, vol. 84 (3), pp. 723–735 Elsevier Ltd.
- Ånöstam, F. (2017). *Timing of ungulate browsing and its effect on sapling height and the field layer vegetation: experimental study using seasonal exclosures during one year*. Sveriges lantbruksuniversitet. Umeå: Institutionen för vilt, fisk och miljö (Examensarbete i ämnet biologi 2017:4)