

1501

NINA Rapport

Jaktforsøk på brunbjørn med hund - antall og hundetypens betydning for bjørnens fysiologi

Ole-Gunnar Støen, Luc Le Grand, Neri Horntvedt Thorsen, Solve Sæbø, Geir Rune Rauset, Jon Martin Arnemo, Boris Fuchs, Alina L. Evans, David Ahlqvist, Rasmus Boström



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig..

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

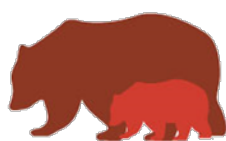
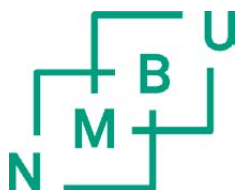
Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Jaktforsøk på brunbjørn med hund

- antall og hundetypens betydning for bjørnens fysiologi

Ole-Gunnar Støen
Luc Le Grand
Neri Horntvedt Thorsen
Solve Sæbø
Geir Rune Rauset
Jon Martin Arnemo
Boris Fuchs
Alina Evans
David Ahlqvist
Rasmus Boström



Skandinaviska
Bjørnprojektet

Støen, O.-G, Le Grand, L., Thorsen, N.H., Sæbø, S., Rauset, G.R, Arnemo, J.M., Fuchs, B., Evans, A.L., Ahlquist, D. & Boström, R. 2018. Jaktforsøk på brunbjørn med hund - antall og hundetypens betydning for bjørnens fysiologi. NINA Rapport 1501. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, april 2018

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3232-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

John Odden

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Morten Kjørstad (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

M-1017|2018

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Veronica Sahlén

FORSIDEBILDE

Slipp av plotthund på spor av bjørn © Det Skandinaviske bjørneprosjektet

NØKKEWORD

Skandinavia, brunbjørn, Ursus arctos, hunder, jakt, fysiologi, stress, hjerterefrekvens, kroppstemperatur

KEY WORDS

Scandinavia, brown bear, Ursus arctos, dogs, hunting, physiology, stress, heart rate, body temperature

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen

Thormøhlensgate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Støen, O.-G., Le Grand, L., Thorsen, N.H., Sæbø, S., Rauset, G.R., Arnemo, J.M., Fuchs, B., Evans, A.L., Ahlquist, D. & Boström, R. 2018. Jaktforsøk på brunbjørn med hund - antall og hundetypens betydning for bjørnens fysiologi. NINA Rapport 1501. Norsk institutt for naturforskning.

I Sverige felles det årlig over 200 bjørner. Jakt med hund er en vanlig jaktmetode og bruken av såkalte støverhunder har økt i omfang. I Norge er bruken av løs, på drevet halsende hund til jakt på bjørn ikke tillatt. Etter innføringen av lisensfelling på bjørn har det vært en diskusjon hvorvidt slike hunder også skal kunne tillates for bjørnejakt i Norge. Det har samtidig blitt stilt spørsmål om jakt ved bruk av støverhunder er mer stressende for bjørnen enn jakt med spiss hunder. Stress kan vises i form av økt hjerterefrekvens og kroppstemperatur. Økt hjerterefrekvens kan sees på som en adaptiv respons til stress, mens økning i kroppstemperatur kan ha livstruende fysiologiske konsekvenser. Fokuset i denne undersøkelsen har vært å undersøke hvordan jaktforsøk med ulike hundetyper og antall hunder påvirker bjørnens kroppstemperatur og hjerterefrekvens.

Vi simulerte ordinær jakt med hunder på bjørner utstyrt med GPS-halsbånd og biologgere. Vi sammenlignet den fysiologiske belastningen bjørnen opplever i løpet av et jaktforsøk, i løpet av året og i forhold til andre forstyrrelser, samt endring i bjørnens atferd i døgnene etter jaktforsøkene. Bjørnens fart og avstand til hunden påvirket både kroppstemperaturen og hjerterefrekvensen hos bjørnene i løpet av et jaktforsøk. Hjerterefrekvensen økte når hundene var nærmere bjørnen, og i jaktforsøk med to hunder økte dette mer enn i jaktforsøk med bare én hund. Hundetype i seg selv (spiss hunder eller støverhunder) så ikke ut til å ha noen ytterligere effekt på bjørnens kroppstemperatur og hjerterefrekvens når man tar hensyn til bjørnens fart og sammenligner bjørner i samme jaktsituasjon (antall hunder, avstand til hundene og lufttemperatur).

Ser man hele jaktforsøket under ett, er bjørnens atferd forskjellig avhengig av hundetype. Spiss hunder står i los med bjørnen i mye større grad enn støverhunder (hhv. 59% mot 30%), mens støverhunder jager etter bjørnen i større grad enn spiss hunder (hhv. 59% mot 32%). Det er også en tydelig tendens at den fysiologiske belastningen, her målt som maksimal kroppstemperatur, kroppstemperaturbelastning over tid og gjennomsnittlig hjerterefrekvens, avhenger av hundetype og antall hunder. Et jaktforsøk med to støverhunder har generelt en tendens til å resultere i større fysiologisk belastning enn et jaktforsøk med én spiss hund. Frekvensen av hvor ofte bjørnen i løpet av resten av året opplever tilsvarende fysiologiske belastninger som i løpet av et jaktforsøk, viser tilsvarende tendenser. De fleste sammenligningene av jaktforsøk med forskjellig hundetype og antall var derimot ikke statistisk signifikante, sannsynligvis pga. lavt og ubalansert utvalg. Det er derfor nødvendig med flere jaktforsøk og bedre balanse i antallet jaktforsøk før man kan konkludere med sikkerhet at det er klare forskjeller i fysiologisk belastning.

Det var signifikant mindre fysiologisk belastende for bjørner å møte mennesker i skogen enn å bli jaktet på av hunder, men det var derimot ingen forskjell mellom jaktforsøkene og de mest belastende episodene i løpet av sommeren for alle tre mål på fysiologisk belastning. Det er allikevel verdt å merke seg at den høyeste kroppstemperaturen registrert var under jaktforsøkene, og at en tredjedel av bjørnene opplevde den høyeste kroppstemperaturen det gjeldende året under et jaktforsøk, og mer enn halvparten av disse kroppstemperaturene kan karakteriseres som overoppheting.

Hundetypenes påvirkning av bjørnens atferd i løpet av jaktforsøkene er nok en viktig årsak til at jaktforsøk der to støverhunder ble benyttet sammenlignet med én spiss hund generelt har en tendens til å resultere i høyere maksimal kroppstemperatur, større total temperaturbelastning og høyere gjennomsnittlig hjerterefrekvens for bjørnen, samt fysiologiske tilstander som sjeldnere opplevs av de samme bjørnene i andre deler av året. Derimot ser det ikke ut til at hundetype og antall hunder gir forskjell i bjørnens hviletid, eller bjørnens forflytning, som ikke endret seg i døgnene etter jaktforsøkene.

Ole-Gunnar Støen, Neri H. Thorsen, & Geir Rune Rauset. NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, ole.stoen@nina.no

Luc Le Grand & Solve Sæbø, Fakultet for Miljøvitenskap og naturforvaltning og Fakultet for Kjemi, Bioteknologi og Matvitenskap, Postboks 5003, 1432 Ås, NMBU, solve.sabo@nmbu.no

Jon Martin Arnemo, Boris Fuchs & Alina L. Evans, INN, Postboks 400 2418 Elverum, jon.arnemo@inn.no

David Ahlqvist & Rasmus Boström, Det Skandinaviske bjørneprosjektet, NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, ole.stoen@nina.no

Abstract

Støen, O.-G, Le Grand, L., Thorsen, N.H., Sæbø, S., Rauset, G.R, Arnemo, J.M., Fuchs, B., Evans, A.L., Ahlquist, D. & Boström, R. 2018. Jaktforsøk på brunbjørn med hund - antall og hundetypens betydning for bjørnens fysiologi. NINA Report 1501. Norwegian Institute for Nature Research.

In Sweden, over 200 bears are harvested annually. Hunting with dogs is a common method and the use of so-called pursuing dogs has recently increased. In Norway, the use of pursuing dogs for hunting bears is illegal. Following the introduction of license hunting on bears, there has been a discussion if such dogs should be allowed for hunting bears in Norway. It has also been questioned whether hunting using pursuing dogs is more stressful to the bear than hunting with baying dogs. Stress may appear in the form of increased heart rate and body temperature. Increased heart rate can be considered an adaptive response to stress, while increase in body temperature can have life-threatening physiological consequences. The focus of this study has been to investigate how hunting trials with different dog types and number of dogs affect the bear's body temperature and heart rate.

We simulated regular hunting with dogs on bears equipped with GPS collars and biologgers, and compared the physiological strain the bear experienced during a hunt trial, during the year and in relation to other disturbances, as well as the change in bear behavior in the day after the hunting trials. The speed and distance of the bear to the dog affected both the body temperature and the heart rate of the bears during a hunting attempt. The heart rate increased when the dogs were closer to the bear, and in hunts using two dogs, this increased more than for hunts using only one dog. The dog type in itself (baying or pursuing dogs) did not seem to have any further effect on the bear's body temperature and heart rate when considering the bears speed and comparing bears in the same hunting situation (number of dogs, distance to dogs and air temperature).

Looking at entire hunting trials, the behavior of the bear differed between the two types of dog used. Baying dogs are barking at bears to much greater extent than pursuing dogs (59% to 30% respectively), while pursuing dogs chase after the bear to a greater degree than baying dogs (59% to 32% respectively). There is also a clear tendency for the physiological load measured as maximum body temperature, body temperature load over time and average heart rate to depend on the type of dog and the number of dogs. A hunting trial with two pursuing dogs generally results in higher physiological strain than a hunting trial with one baying dog, and the frequency of how often the bear experiences the corresponding physiological stresses during the rest of the year, as in a hunting trial, shows similar trends. However, most comparisons of hunting trials with different dog types and numbers were not statistically significant, probably due to a low and unbalanced sample. Therefore, more hunting trials and better balance in the sample are necessary before one can conclude that there are clear differences in physiological stress.

It was significantly less physiologically stressful for bears to meet people than to be hunted by dogs, but there was, on the other hand, no difference between the hunting trials and the most stressful episodes of unknown cause during the summer. However, it is worth noting that the highest body temperatures were recorded during the hunting trials and that one third of the bears experienced the highest body temperature in the current year during a hunting trial, and more than half of these body temperatures could be characterized as hyperthermia.

The impact of the dog types on the behavior of the bear during the hunting trials, is probably one of the main reasons why hunting trials where two pursuing dogs were used compared to one baying dog generally tends to result in higher maximum body temperature, greater overall temperature load and higher average heart rate for the bear, as well as physiological conditions that are less often experienced by the same bears in other parts of the year. However, the dog type and number of dogs do not appear to influence the bear's resting period, or the bear's movement pattern that did not change during the day after the hunting trials.

Ole-Gunnar Støen, Neri H. Thorsen, & Geir Rune Rauset. NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, ole.stoen@nina.no

Luc Le Grand & Solve Sæbø, NMBU, Fakultet for Miljøvitenskap og naturforvaltning og Fakultet for Kjemi, Bioteknologi og Matvitenskap, Postboks 5003, 1432 Ås, NMBU, solve.sabo@nmbu.no

Jon Martin Arnemo, Boris Fuchs & Alina L. Evans, INN, Postboks 400 2418 Elverum, jon.arnemo@inn.no

David Ahlqvist & Rasmus Boström, Det Skandinaviske bjørneprosjektet, NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim, ole.stoen@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	5
Innhold	7
Forord	8
1 Innledning	9
2 Metode	11
2.1 Datainnsamling og feltforsøk.....	11
2.2 Analyser av data.....	12
2.2.1 Jaktforsøkene.....	12
2.2.2 Fysiologi i løpet av jaktforsøkene.....	12
2.2.3 Jaktforsøkernes fysiologiske belastning.....	13
2.2.4 Følgeeffekter av jaktforsøkene.....	16
2.2.5 Marginale gjennomsnitt.....	16
3 Resultater	17
3.1 Skutte bjørner.....	17
3.2 Jaktforsøk.....	18
3.3 Bjørnens fysiologi i løpet av jaktforsøkene.....	18
3.3.1 Modell for bjørnens kroppstemperatur.....	18
3.3.2 Modell for bjørnens hjerterefreknens.....	19
3.3.3 Atferd i løpet av jaktforsøkene.....	20
3.3.4 Forventet gjennomsnittlig hjerterefreknens og kroppstemperatur.....	21
3.4 Jaktforsøkernes fysiologiske belastning for bjørnen.....	23
3.4.1 Fysiologisk belastning i løpet av jaktforsøkene.....	23
3.4.2 Fysiologisk belastning i løpet av året.....	26
3.4.3 Fysiologisk belastning sammenlignet med andre forstyrrelser.....	29
3.5 Bjørnens hvile og vandringer før og etter jaktforsøk.....	33
4 Diskusjon	36
4.1 Bjørnens fysiologi og atferd i løpet av jaktforsøk.....	36
4.2 Jaktforsøkernes fysiologiske belastning for bjørnen.....	37
4.3 Følgeeffekter.....	38
5 Konklusjon	39
6 Referanser	40

Forord

Denne rapporten er en del av sluttrapporteringen for prosjektet «Brown bear behavior and human perceptions – continued» med kontraktnr: 15040049 finansiert av Miljødirektoratet 2015–2017, som var en videreføring av prosjektet “Brown bear behaviour and human perceptions” (kontraktnr. 12040017) finansier av Miljødirektoratet i 2012–2014. Studiene ble utført som en integrert del av det Skandinaviske bjørneprosjektet, og alle nødvendige tillatelser ble innhentet gjennom det Skandinaviske bjørneprosjektet.

Studiene av bjørnens fysiologi i løpet av jaktforsøk har vært svært krevende på mange måter. Vi har ligget helt i forkant av hva som er mulig teknologisk (biologgere og GPS-teknologi). Praktisk har det også vært store utfordringer. Å finne en bjørn med forprogrammert GPS og biologgere til rett tid for at jaktforsøket skal kunne gjennomføres kan være vanskelig. Når bjørnen først er lokalisert skal hundene fungere, spore opp bjørnen og gjennomføre jaktforsøk så likt med praktisk jakt som mulig. Mye kan gå galt i datainnsamlingen da det er mange enheter som skal fungere samtidig. Bjørnens GPS, hjertefrekvensmåler og temperaturmåler, hundenes GPS-halsbånd og personellens håndholdte GPS'er, skal alle være programmert rett og fungere under jaktforsøkene. Biologgerne som sitter i bjørnen ett eller to år kan forsvinne, eller gå tom for batteri og vi visste først i ettertid hvorvidt alt data fra et jaktforsøk ble lagret eller om noe gikk tapt. Analysene har også vært utfordrende, da tilfeldigheter i hvilke data som har gått tapt har gitt skjevheter i type og antall hunder for jaktforsøkene med fysiologidata.

Med tanke på alle utfordringene vi har stått ovenfor, er det helt unike data som er samlet inn i løpet av studien. Forfatterne vil derfor takke samarbeidspartnerne som har gjort datainnsamlingen og forskningen mulig: Tim Laske ved Medtronics for hjertefrekvensmålere, Stephane Blanc for temperaturmålere, Ole Frøbert for råd om fysiologisk forskning og Jonas Kindberg for teknisk hjelp. En spesiell takk til Jessica Åberg og Sven Brunberg, samt frivillige og studenter i det Skandinaviske bjørneprosjektet, som har medvirket i utforming og gjennomføring av jaktforsøkene. Og ikke minst en stor takk til alle deltakere og deres hunder som har stilt opp i jaktforsøkene.

Oslo, 8. mai 2018
Ole-Gunnar Støen, prosjektleder

1 Innledning

I Sverige felles det årlig over 200 bjørner, og jakt med hund er en vanlig jaktmetode (Bischof mfl. 2008). Bjørner som jaktes med hund ble tidligere ofte felt i kombinasjon med elgjakt der det brukes spissshunder, som rasene jämthund og laika. I de senere år har bjørnejakten i Sverige blitt mer spesialisert. Bruken av støverhunder som plotthund, en amerikansk rase avlet frem for bjørnejakt, har økt i omfang. Plotthunder og andre støverhunder er såkalte løs, på drevet halsende hunder. De er kjent for å være mer utholdende enn spissshunder i sin forfølgelse av bjørnen. I Sverige har det derfor blitt innført en begrensing på antallet hunder der kun to hunder kan jage samtidig på en bjørn under jakten. I Norge er bruken av løs, på drevet halsende hund til jakt regulert av viltloven § 23 og er kun tillatt for hare, rødvilt og gaupe, men *Forskrift om utøvelse av jakt, felling og fangst* åpner også for jakt på hjort og rådyr dersom hundens boghøyde ikke overstiger 41 cm. Etter innføringen av lisensfelling på bjørn i Norge har det vært en diskusjon hvorvidt løs, på drevet halsende hund også skal kunne tillates for bjørnejakt i Norge. Det har samtidig blitt stilt spørsmål om jakt ved bruk av støverhunder er mer stressende for bjørnen enn jakt med spissshunder.

Stress er en komplisert fysiologisk respons. I biologi og medisin brukes begrepet for å beskrive kroppens reaksjon på stimuli som truer organismens evne til å opprettholde likevekt (homeostase) (Arnemo & Caulkett 2007). En stimulus som induserer stress, kalles en *stressor*. Ulike stressorer grupperes ofte etter type, fysiologiske (f.eks. muskelanstrengelse), kjemiske (f.eks. anestesimidler), fysiske (f.eks. klimatisk forhold) eller psykologiske (f.eks. frykt). Stress er en naturlig del av dagliglivet både hos dyr og mennesker og er ikke nødvendigvis skadelig. Tvert imot kan stressorer sette i gang en respons som er fordelaktig for individets evne til å overleve. Denne typen stress kalles *eustress*. I motsatt ende av skalaen finnes stimuli som kan forårsake en respons som er eller kan være helseskadelig. Denne formen for stress kalles *distress*.

Tallfesting av stress forutsetter måling av flere fysiologiske parametere. Stresshormonet kortisol har vært mye brukt, men kortisol gir alene ingen mening som stressvariabel (Arnemo & Caulkett 2007). Flere studier viser at naturlige aktiviteter, som parring og sosiale interaksjoner, gir høyere kortisolnivåer i blodet enn fysisk belastning eller smerte. Hjerteaktivitet og kroppstemperatur peker seg ut som de beste fysiologiske parametere for evaluering av kombinasjonen av psykologisk og fysiologisk stress hos villlevende dyr. Dette forutsetter imidlertid fangst av enkeltindivider som instrumenteres med sensorer, såkalte «biologgere». Kombinert med GPS-teknologi, som gir informasjon om aktivitet og forflytning, gir biologgere mulighet for en objektiv måling og tallfesting av dyrets respons på ulike stressorer.

Kroppstemperaturen hos bjørn viser en sesongmessig variasjon (Evans mfl. 2016). Under hiperperioden ligger bjørnens kroppstemperatur på 33–34 °C. I den aktive perioden (april–oktober) ligger dyp kroppstemperatur i gjennomsnitt på 37,2 °C, noe som er lavere enn mange andre pattedyr av tilsvarende størrelse. Dette er viktig kunnskap da *hypertermi* («overoppheting») ofte defineres som kroppstemperatur > 40,0 °C mens grensen for kritisk (livstruende) hypertermi gjerne settes til kroppstemperatur > 41,0 °C (Arnemo mfl. 2014). Grensene er basert på tidligere data som var tatt under anestesi (Fahlman mfl. 2011), etter at bjørnen var jaget av helikopter. Den nye kunnskapen viser at bjørnene har en lavere «normal» kroppstemperatur enn antatt (Fahlman mfl. 2011). Dette betyr at kritisk hypertermi hos bjørn utsatt for stress inntreffer ved en lavere kroppstemperatur enn det som beskrives i litteraturen. Kroppstemperaturen hos bjørn er også avhengig av kroppsstørrelsen. Små bjørner tenderer til å ha høyere kroppstemperatur i den aktive perioden og lavere kroppstemperatur i hiperperioden sammenlignet med store bjørner (Evans mfl. upublisert). Ut fra referanseverdier kan hypertermi hos bjørn defineres som kroppstemperatur > 39,2 °C eller ≥ 2 °C over gjennomsnittlig kroppstemperatur i den aktive perioden. Den fysiologiske belastningen for dyret er imidlertid avhengig av hvor mye kroppstemperatur stiger, av varigheten av den økte kroppstemperaturen og av dyrets muligheter for å kjøle seg ned.

Hjerteaktiviteten hos bjørn viser også store sesongmessige variasjoner (Evans mfl. 2016). Gjennomsnittlig hjertefrekvens ligger på 50–75 slag/min i bjørnens aktive periode, men det er store

individuelle svingninger gjennom døgnet. I hiperperioden er hjertefrekvensen mer stabil, med et gjennomsnitt på 10–15 slag/min. Om sommeren ligger bjørnens hjertefrekvens om natten på rundt 70 slag/min. På dagtid har små bjørner den samme hjertefrekvensen mens den hos større bjørner (>120 kg) synker til rundt 55 slag/min (Evans mfl. upublisert). Hos mennesker kan økt hjertefrekvens gi økt risiko for arytmier og hjerteinfarkt. Dette skyldes underliggende sjukdomstilstander. Tilsvarende patologiske forhold er ikke påvist hos bjørner.

Økt hjertefrekvens hos bjørner kan derfor sees på som en adaptiv respons til stress, mens økning i kroppstemperatur kan ha livstruende fysiologisk konsekvenser for det enkelte individ. Målet med denne undersøkelsen har vært å undersøke hvordan ulike hundetyper og antall hunder påvirker bjørnens kroppstemperatur og hjertefrekvens under jaktforsøk der vi har simulert ordinær jakt med hunder på bjørner utstyrt med GPS-halsbånd og biloggere. Vi har også undersøkt eventuelle endringer i bjørnens atferd i døgnene etter jaktforsøkene. I jaktforsøkene har vi benyttet to hundetypekategorier, spisshunder (f.eks. jämthunder og laikaer) og støverhunder (f.eks. plotthunder og finsk støver), og enten én eller to hunder.

Vi har spesifikt undersøkt betydningen av antall hunder og hundetype i jaktforsøk for:

- 1) Bjørnens kroppstemperatur og hjertefrekvens ved tidspunkter under jakten der vi vet bjørnens fart, avstand til hundene og lufttemperatur.
- 2) Jaktforsøkernes fysiologiske belastning på bjørnen, hvor ofte tilsvarende belastning oppstår i løpet av året, og hvor belastende jaktforsøkene er i forhold til andre forstyrrelser.
- 3) Følgeeffekter på bjørnen, slik som hviletid og forflytning døgnet etter et jaktforsøk.

2 Metode

Her beskrives de generelle metodene brukt i studien. Der det er funnet nødvendig har utfyllende metodikk (f.eks. utvalg av data) også blitt omtalt i resultatdelen.

2.1 Datainnsamling og feltforsøk

Romlig og fysiologiske data

Denne undersøkelsen benyttet bjørner som allerede var fanget i det Skandinaviske bjørneprosjektet, og utstyrt med GPS-halsbånd (Vectronic) og biologgere for registrering av kroppstemperatur og hjerterefrekvens. Kroppstemperaturmålere (StarOddi) var implantert i buken og hjerterefrekvensmålere (Reveal) var implantert under huden på brystet (Arnemo & Evans 2017). Temperaturloggeren ble programmert til å registrere temperaturen hvert fjerde minutt, mens hjertemonitoren registrerte en gjennomsnittlig hjerterefrekvens (herteslag per minutt) i to-minutters intervaller. Fysiologidataene samles inn hele året, og kunne derfor også registrere fysiologiske påkjenninger andre dager enn kun under våre forsøk.

Bjørnehalsbåndet var også utstyrt med en aktivitetssensor som lagret to-dimensjonalt aktivitetsdata hvert 5. min som kan regnes om til en indeks for bevegelse (Gervasi mfl. 2006). Bjørnene blir normalt fanget og utstyrt med GPS-halsbånd og biologgere i april–mai. Biologgerne og aktivitetssensoren i halsbåndet ble programmert på forhånd og data lastet ned ved neste fangst av bjørnen, eller om bjørnen ble skutt. Bjørnens GPS-posisjoner ble lastet ned fortløpende via telefonnettet (GSM) eller satellitt (Iridium). Biologgerne har interne klokker, mens GPS'ene bruker satellitt-tid. Justering av tidspunktet for fysiologiregistreringene ble gjort ved å registrere tidsforskjellen mellom de interne klokkene i biologgerne og GPS-tiden ved programmering av biologgerne og nedlasting av data. Av ulike årsaker var det nøyaktige tidspunktet for hjerterefrekvensregistreringene i noen tilfeller usikkert. Dette ble løst ved å justere for forskjellen i tid mellom hjerterefrekvensloggeren og aktivitetssensoren for den beste korrelasjonen mellom hjerterefrekvensen og bevegelsesindeksen til bjørnen.

Jaktforsøk

Jaktforsøkene ble gjennomført i Sverige i årene 2014, 2015 og 2016 i hovedsak i perioden 1–20 august. Noen få forsøk ble også utført i Norrbotten i juni og etter at den ordinære bjørnejakten var over i slutten av september og første uken av oktober i Dalarna. Jaktforsøkene ble utført på samme måte som en ordinær jakt ved slipp av hunder på ferske spor ved en nylig GPS-posisjon av bjørnen eller ved støkk av bjørnen ved at feltpersonalet peilet seg inn på den radiomerkede bjørnen ved hjelp av VHF-signaler. Bjørnens GPS-posisjonering var satt til én posisjon i timen som standard, men ble endret til en posisjon hvert 70. sekund under jaktforsøkene, enten ved hjelp av forprogrammering, eller ved at en nærhetssender på hunden endret bjørnens posisjoneringshyppighet når hunden var < 500 m fra bjørnen. Hundenes og hundeførernes posisjoner ble registret hvert sekund ved hjelp av håndholdte GPS'er og hundehalsbånd med GPS. Antall hunder ble begrenset oppad til to hunder som aktivt jaktet bjørnen samtidig i samsvar det ordinære regelverket for jakt på bjørn med hund i Sverige. Hundene ble forsøkt hentet inn etter ca. 2 timers jakt om veinett og andre forhold tillot dette. Jaktforsøk ble kun utført på enslige bjørner, og med minst 7 dagers mellomrom for påfølgende jaktforsøk på samme bjørn. I alle jaktforsøkene ble det benyttet minst en erfaren hund som tidligere hadde jaget bjørn.

Møte med mennesker

Det ble også gjennomført forsøk med møte med mennesker på de samme bjørnene i juni og juli samme år, der forsøkspersoner utstyrt med GPS gikk imot bjørner i dagleie med hensikt om å passere bjørnen på ca. 50 m hold (se Moen mfl. 2012 for ytterligere beskrivelse). Bjørnens GPS-posisjonering ble også endret til en posisjon hvert 70. sekund under forsøkene med møte med mennesker.

2.2 Analyser av data

2.2.1 Jaktforsøkene

Beskrivelse av jaktforsøkene

I tillegg til informasjon fra feltnotater, ble alle jaktforsøk visuelt undersøkt ved hjelp av animasjoner i ArcGIS, for å bestemme nøyaktige tidspunkter for start av jaktforsøket, når hundene ble sluppet løs, når de jaktet eller søkte bjørnen, når hundene avbrøt jakten eller søket etter bjørnen og når jaktforsøket ble avsluttet.

Atferd under jaktforsøkene

Vi delte inn bjørnens atferd sett i forhold til hundene under jaktforsøkene i tre kategorier:

1. Stålos: når hunden var <50 m fra bjørnen og bjørnen beveget seg <2 km/t, dvs. at hund og bjørn er i ro eller beveger seg sakte sammen.
2. Jaging: når hunden var >50 m fra bjørnen og bjørnen beveget seg >2 km/t, dvs. at hunden ligger bakom i sporet av bjørnen.
3. Venting: når hunden var >50 m fra bjørnen og bjørnen sto i ro eller beveget seg sakte med en fart <2 km/t.

Jaktforsøkskategorier

Av ulike årsaker savner vi fysiologisk data fra enkelte bjørner. Noen biologgere ble aldri funnet, noen ble feilprogrammert og noen gikk tom for batteri. Vårt endelige datasett fra jaktforsøk med fysiologiske data har derfor fått en skjev fordeling mellom hundetyper og antall hunder (**Tabell 1**). For eksempel er det kroppstemperaturdata fra få jaktforsøk med to spissunder (n=6) i forhold til jaktforsøk med én spisshund (n=14), mens det motsatte er tilfelle for støverhunder med henholdsvis kun 4 jaktforsøk med én støverhund og 12 jaktforsøk med to støverhunder. Dette kan føre til at hundetype kan bli maskert av antallet hunder i en modell med hundetype og antall hunder som to uavhengige variabler. Vi har derfor valgt å dele inn jaktforsøkene i 5 kategorier. I modeller der datasettet er mer balansert, er hundetype og antall hunder benyttet som to uavhengige variabler.

Tabell 1. Antall jaktforsøk med kroppstemperaturdata og hjerterefrekvensdata fra bjørnen

Jaktforsøkskategorier	Antall med temperatur	Antall med hjerterefrekvens
Én spisshund	14	21
To spissunder	6	3
Én spisshund og én støverhund	8	7
Én støverhund	4	3
To støverhunder	12	11

2.2.2 Fysiologi i løpet av jaktforsøkene

Modeller for kroppstemperatur og hjerterefrekvens

For å undersøke hva som bestemmer bjørnenes hjerterefrekvens og kroppstemperatur når de er i kontakt med ulike hundetyper og antall hunder, brukte vi to lineære modeller med tilfeldige variabler (såkalte linear mixed models). Modellene ble kjørt med nlme pakken i R (Bates mfl. 2015). Forklaringsvariabler i modellen var bjørnens hastighet, gjennomsnittlig lufttemperatur den dagen jaktforsøket ble gjennomført, antallet løse hunder ved det eksakte tidspunktet for registreringen av de fysiologiske verdiene, minimumsavstand mellom bjørn og hund, hundetype og tiden hundene aktivt jaktet eller søkte bjørnen. Alle interaksjoner opp til andre nivå ble inkludert, dvs. alle mulige interaksjoner der to variabler inngår. Siden biologgerne har egne interne klokker ble kroppstemperatur og hjerterefrekvens registrert på litt ulike tidspunkt, som også var forskjellig fra tidspunktene for GPS-posisjonene til bjørnen. Vi korrigerer for dette med en lineær interpolering for bjørnens hastighet, og minimumsavstand mellom bjørn og hund. Dette ble utført ved hjelp av na.approx funksjonen fra zoo pakken i R (Zeileis & Grothendieck 2015).

Variierende GPS-dekning og mobildekning førte til at det av og til ble flere minutters opphold i bjørnens GPS-posisjonering. En stor avstand i tid mellom hver GPS-posisjon fører til at beregninger av farten på bjørnen og avstand til hundene kan bli unøyaktig. Det kan også føre til upresist tidspunkt i forhold til når kroppstemperatur og hjerterefrekvens ble registrert. Vi benyttet derfor kun data på kroppstemperatur og hjerterefrekvens til tidspunkter der bjørnens posisjon og fart var beregnet ut fra GPS-posisjoner med maksimalt 5 minutters avstand i tid. I løpet av et jaktforsøk kan det forekomme perioder der hundene ikke aktivt jakter på bjørnen. Vi begrenset derfor også data på kroppstemperatur og hjerterefrekvens til tidspunkter i løpet av jaktforsøket der avstanden mellom bjørnen og nærmeste hund var mindre enn 500 m, og hvor minst en hund aktivt jaget på eller etter bjørnen, eller søkte etter bjørnen i sporet eller i vinden. Autokorrelasjonen i dataene fra hvert jaktforsøk ble tatt hensyn til ved å bruke corAR1 funksjonen i nlme pakken i R (Pinheiro mfl. 2017).

Vi hadde for få bjørneindivider til at alder og kjønn på bjørnene kunne benyttes i modellene som egne variabler. Dette ble i stedet inkludert indirekte ved at hvert jaktforsøk ble antatt som en tilfeldig variabel. Dette tar høyde for tilfeldige variasjoner mellom jaktforsøk og mellom bjørner som skyldes ikke observerbare faktorer. Modellseleksjon ble utført ved å fjerne ikke-signifikante variabler (såkalt backward selection) inntil kun signifikante variabler gjenstod i modellen. Enkelte hunder ble brukt mer enn andre. For å kontrollere for dette ble det utført en sensitivitetstest, der de fem mest benyttede hundene (en av gangen) ble tatt ut av datamaterialet. Dette påvirket ikke resultatet i noen av modellene.

2.2.3 Jaktforsøkernes fysiologiske belastning

Mål på fysiologisk belastning

For å kunne sammenligne de forskjellige jaktforsøkernes fysiologiske effekt på bjørnene har vi brukt 3 mål på fysiologisk belastning for bjørnen i løpet av jaktforsøkene:

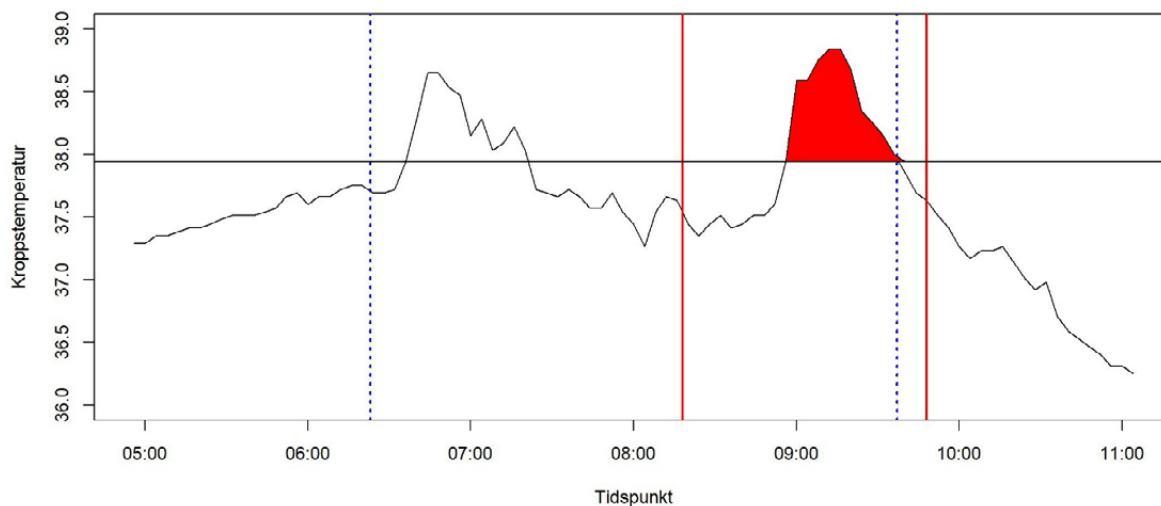
1) Maksimal kroppstemperatur: Høye kroppstemperaturer er belastende og kan være skadelig for bjørnen. Vi benyttet derfor den høyeste kroppstemperaturen registrert under jaktforsøkene som ett av tre mål på jaktforsøkets fysiologisk belastning for bjørnen.

2) Areal under kroppstemperaturkurven: Den fysiologiske belastningen for bjørnen er også avhengig av varigheten av kroppstemperaturstigningen. Arealet under kroppstemperaturkurven over en viss grenseverdi gir et relativt mål på hvor lenge bjørnen har hatt høye kroppstemperaturer. Et stort areal viser høy temperatur over tid, mens et lite areal viser enten høy temperatur i kort tid, eller lav temperatur i lengre tid. Da nivået på kroppstemperaturmålingene kan variere mellom individer, bl.a. på grunn av kroppsstørrelse og plasseringen av temperaturloggeren, benyttet vi 90-persentilen for kroppstemperaturmålingene i juni–september for hvert enkelt bjørneindivid som grenseverdi. For hvert individ er 90-persentilen den kroppstemperaturen der 90% av alle kroppstemperaturmålingene er lavere og kun 10% er høyere. Det vil si at gjennom året har bjørnen i 90% av tiden hatt lavere temperatur enn 90-persentilen.

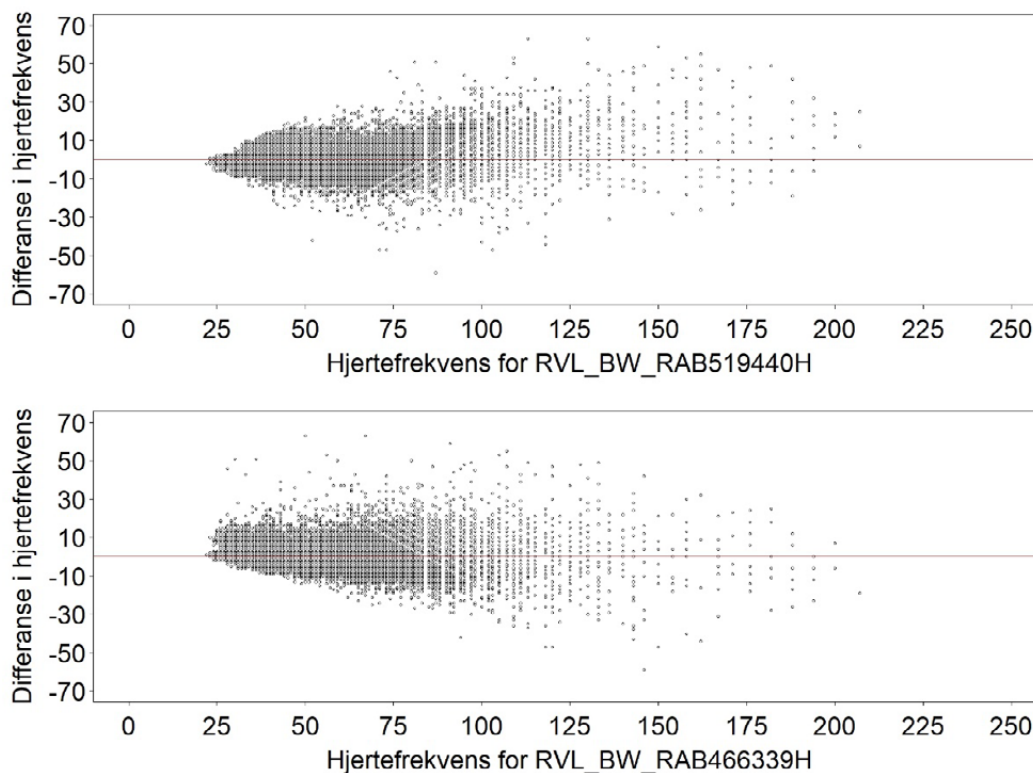
Da det også var forskjeller i hvor lenge jaktforsøkene varte, delte vi inn jaktforsøkene i 90-minuttersperioder. 90 minutter var gjennomsnittlig tid for hvor lenge bjørner var tydelig fysiologisk påvirket under reelle jakter der hunder var benyttet og bjørnen ble skutt (se Resultater). I analysene benyttet vi verdien for den 90-minuttersperioden som hadde størst areal og som hadde minst en av temperaturregistreringene innenfor jaktforsøkets varighet. Slik var det også mulig å registrere forsinket kroppstemperaturbelastning opptil 90 minutter etter jaktforsøkets avslutning. For å ta ut 90-minuttersperioden med størst areal benyttet vi såkalte bevegelige tidsvinduer, dvs. at arealet under temperaturkurven ble beregnet ved å flytte en og en temperaturmåling til siden og beregne arealet for hver nye 90-minuttersperiode fortløpende (**Figur 1**).

3) Gjennomsnittlig hjerterefrekvens: Hjerterefrekvens er et direkte mål på både fysiologisk belastning og psykologisk stress. Hos våre bjørner gir hjerterefrekvensmålingene økt usikkerhet for høye verdier (>100 slag i minuttet), antagelig fordi hjerterefrekvenssensoren har problemer med å skille

mellom elektriske signaler fra hjerteslag og annen muskelaktivitet når bjørnen har stor muskelaktivitet (**Figur 2**). I analysene benyttet vi derfor 90-minuttersperioden med høyest verdi i løpet av hvert enkelt jaktforsøk, beregnet ved hjelp av bevegelige tidsvinduer (se over).



Figur 1. Illustrasjon av en bjørns kroppstemperaturkurve i løpet av et jaktforsøk. Blå vertikale stiplede linjer viser tidspunkt for start og stopp av jaktforsøket. Røde vertikale linjer viser 90 minutters tidsintervallet. Svart horisontal linje viser 90 persentilen for temperaturmålingene i perioden juni–september for bjørnen. Rødfarget areal viser det største arealet under kroppstemperaturkurven over 90 persentilen for bjørnen i løpet av jaktforsøket.



Figur 2. Differanse i hjerterefrekvens registrert samtidig for samme bjørn med to forskjellige hjerterefrekvensmålere.

Fysiologisk belastning i løpet av jaktforsøkene

Variablene Maksimal kroppstemperatur, Areal under kroppstemperaturkurven og Gjennomsnittlig hjerterefrekvens ble brukt som respons i hver sin lineære modell med bjørnens ID som tilfeldig variabel på skjæringspunktet (såkalt linear mixed model). I den fulle modellen inkluderte vi variablene Jaktforsøkskategori og Varighet av jaktforsøket (målt i minutter). Modellseleksjon ble utført ved å fjerne ikke-signifikante variabler (såkalt backward selection) inntil kun signifikante variabler gjenstod i modellen. Jaktforsøkskategori inngikk i modellen som en kategorisk variabel med fem nivåer; én spisshund, to spisshunder, én støverhund, to støverhunder, og én spisshund og én støverhund. Modellen ble tilpasset med lmer-funksjonen i R-pakken lme4 (Bates mfl. 2015).

Fysiologisk belastning i løpet av året

Vi undersøkte hvor ofte gjennom året bjørner opplever tilsvarende verdier for variablene Maksimal kroppstemperatur, Areal under kroppstemperaturkurven og Gjennomsnittlig hjerterefrekvens som de opplevde under jaktforsøkene. Verdien av variablene ble regnet ut for hver dag det ble målt kroppstemperatur eller hjerterefrekvens i juni–september der bjørnen ikke var utsatt for feltforsøk, etter samme fremgangsmåte som for jaktforsøkene. Vi regnet deretter ut antallet dager gjennom året der den samme bjørnen har opplevd verdier for disse variablene som er like eller større enn under jaktforsøket. Dette delte vi på totalt antall dager med fysiologimålinger. Dette gir hvert jaktforsøk en frekvens som viser hvor ofte bjørnen har opplevd tilsvarende verdier eller høyere som under det gitte jaktforsøket. En frekvens på 1 vil tilsvare et jaktforsøk med en fysiologisk belastning som bjørnen har opplevd hver eneste dag i perioden juni–september, mens en frekvens på 0 vil tilsvare et jaktforsøk med en fysiologisk belastning som bjørnen aldri ellers opplevde i perioden juni–september. De tre frekvensene (én for maksimal kroppstemperatur, én for Areal under kroppstemperaturkurven og én for Gjennomsnittlig hjerterefrekvens) ble brukt som respons i hver sin lineære modell med bjørnens ID som tilfeldig variabel på skjæringspunktet, og

ellers analysert ved samme framgangsmåte som for modellene for den fysiologiske belastningen i løpet av jaktforsøkene.

Fysiologisk belastning sammenliknet med andre forstyrrelser

Vi sammenlignet verdier for variablene Maksimal kroppstemperatur, Areal under kroppstemperaturkurven og Gjennomsnittlig hjerterefrekvens i løpet av jaktforsøk, med tilsvarende verdier fra møte med mennesker, for dager med båndtvang (sommer 01.06–20.08) og for dager uten båndtvang (høst 21.08–30.09), der bjørnen ikke var utsatt for feltforsøk, fangst eller fangstforsøk. Ved beregning av variablene Areal under kroppstemperaturkurven og Gjennomsnittlig hjerterefrekvens brukte vi 30 minutters tidsintervaller og ikke 90 minutters tidsintervaller som tidligere beskrevet, da bjørnens forflytning etter et møte med mennesker varer i gjennomsnitt 24 minutter (Moen mfl. 2012). Dette sikret at bjørnens hviletid før og etter et møte med mennesker ikke inkluderes i beregningen av verdiene for variablene. Verdien av variablene ble ellers regnet ut etter samme framgangsmåte som beskrevet tidligere for jaktforsøkene. Variablene Maksimal kroppstemperatur, Areal under kroppstemperaturkurven og Gjennomsnittlig hjerterefrekvens ble brukt som respons i hver sin lineære modell med bjørnens ID som tilfeldig variabel på skjæringspunktet. Type inngikk som eneste forklaringsvariabel med de fire kategoriene: Sommer, Høst, Jaktforsøk og Møte med mennesker, og ellers analysert ved samme framgangsmåte som for modellene for den fysiologiske belastningen i løpet av jaktforsøkene.

2.2.4 Følgeeffekter av jaktforsøkene

Bjørnens atferd etter jaktforsøkene ble målt på to måter:

1) *Hvile*. Dette ble målt ved hjelp av aktivitetssensoren i bjørnens Halsbånd som gir en verdi hvert femte minutt og kan regnes om til en indeks for bjørnens bevegelse (Gervasi mfl. 2006). En hvileperiode ble regnet som perioder der indeksverdien var mindre enn 55 som tilsier inaktivitet i 6 påfølgende registreringer, dvs. i minimum 30 minutter, og summert over døgnet.

2) *Vandring*. Dette ble målt som antall meter mellom påfølgende GPS-posisjoner med minimum 60 minutters mellomrom og summert over døgnet.

Vi undersøkte hvorvidt ulike jaktforsøkskategorier førte til en endring i hvor lenge en bjørn hviler og hvor langt den vandret. Vi brukte lineære modeller med bjørnens ID som tilfeldig variabel (linear mixed model) og testet om det var forskjell mellom hvor lenge bjørnen hvilte døgnet etter et jaktforsøk sammenliknet med gjennomsnittet av 3 døgn før jaktforsøket. Modellseleksjon ble utført ved å fjerne ikke-signifikante variabler (backward selection) inntil kun signifikante variabler gjenstod i modellen. Jaktforsøkskategori inngikk i modellen som en kategorisk variabel med fem nivåer; én spisshund, to spisshunder, én støverhund, to støverhunder, og én spisshund og én støverhund. Modellen ble tilpasset med lmer-funksjonen i R-pakken lme4 (Bates mfl. 2015)

2.2.5 Marginale gjennomsnitt

Skjev fordeling mellom jaktforsøkene i antall hunder i forhold til hundetype (f.eks. at det er mange jaktforsøk med én spisshund og to støverhunder, mens det er få jaktforsøk med to spisshunder og få med kun én støverhund) kan gi signifikante forskjeller i modellene som reelt sett ikke er forskjellige dersom effekten av hundetype er maskert av den systematiske forskjellen i antall hunder. Vi benyttet derfor marginale gjennomsnitt for å kontrollere for dette. De marginale gjennomsnittene er basert på en tilpasset modell og tar høyde for potensiell ubalanse i dataene. Beregninger av signifikans ved hjelp av marginale gjennomsnitt er mer konservativ med økende antall kombinasjoner av parvise sammenligninger. Vi har derfor i tillegg til fem jaktforsøkskategorier også sammenliknet tre jaktforsøkskategorier (én spisshund, én støverhund, og to støverhunder), som er vanlige kategorier i praktisk jakt med hund på bjørn. De marginale gjennomsnittene ble beregnet med pakken emmeans i R (Lenth 2018).

3 Resultater

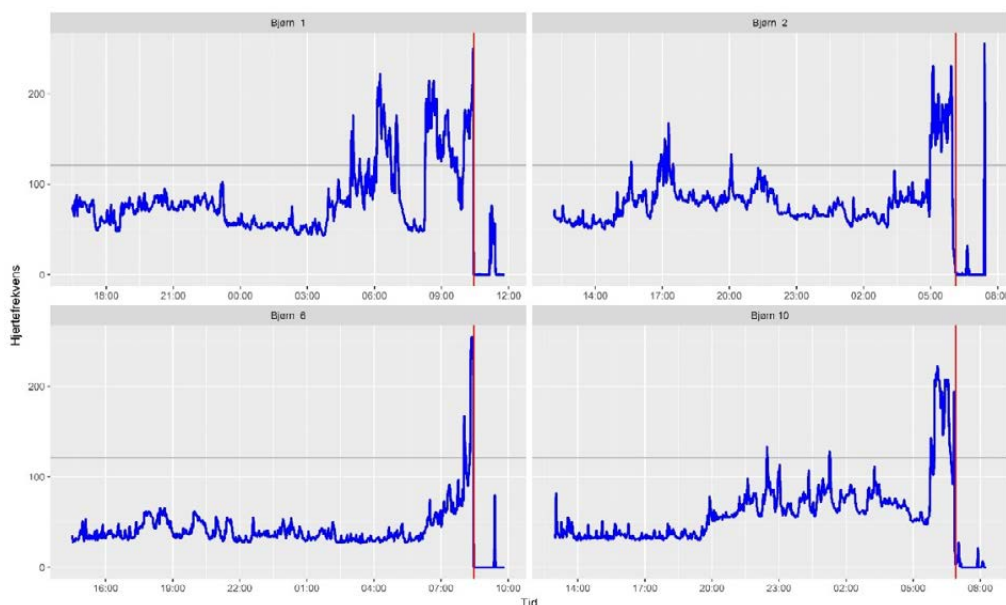
I tillegg til jaktforsøkene presenterer vi også hjertefrekvensdata fra et antall skutte bjørner for å kunne beregne hvor lang tid en normal jakt med hunder påvirker bjørnene før de blir skutt. Dette er brukt i rapporten for å sammenligne tidsperioder under jaktforsøkene som tilsvarer en normal jakt.

3.1 Skutte bjørner

Totalt ble det skutt 10 bjørner med hjertefrekvensdata der vi vet at bjørnene var jaktet på med hund. En visuell inspeksjon av hjertefrekvenskurvene viste at median tid bjørnene var påvirket av hundene under jakten før de ble skutt var 90 minutter (**Tabell 2, Figur 3**).

Tabell 2. Bjørner med hjertefrekvenslogger skutt under jakt med hund og antall minutter bjørnens hjertefrekvens ser ut til å ha vært påvirket av jakten.

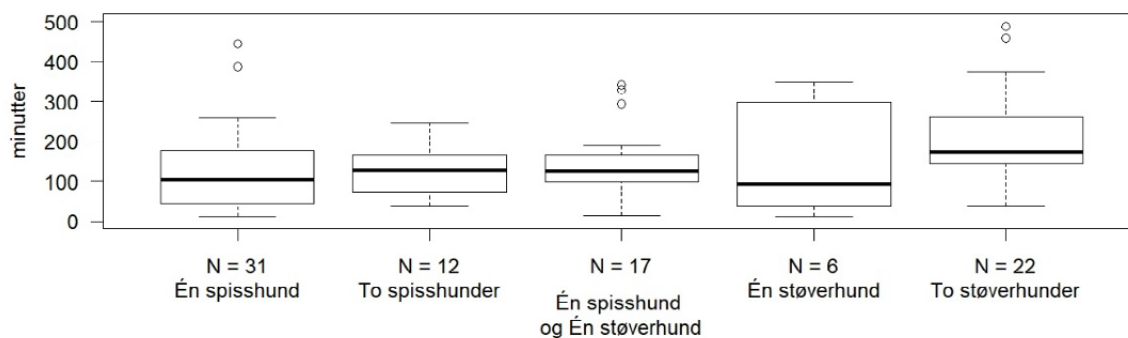
Nr	Dato	Antall hunder	Antall minutter påvirket
1	21.08.2014	ukjent	392
2	21.08.2014	2	75
3	24.08.2014	1	93
4	27.08.2014	1	7
5	29.08.2014	1	20
6	05.10.2014	1	124
7	21.08.2015	2	49
8	22.08.2015	2	145
9	22.08.2016	2	108
10	23.08.2016	2	87



Figur 3. Hjertefrekvens for fire bjørner skutt for hund. Rød linje viser dødstidspunktet. Bjørnens nummer tilsvarer nummeret i **Tabell 1**.

3.2 Jaktforsøk

I løpet av 2014–2016 ble det gjennomført 88 simulerte jaktforsøk med hund på 31 forskjellige bjørneindivider utstyrt med GPS-halsbånd og biologgere. Fra disse jaktene lyktes vi å få temperaturdata fra bjørnen i 44 jaktforsøk og hjerterefrekvensdata fra bjørnen i 45 jaktforsøk. Det ble benyttet 86 forskjellige hunder, der 51 var spisshunder, og 35 var støverhunder. Jaktforsøkene varte i gjennomsnitt 156 (SD 105) minutter der hundene aktivt jaget på eller etter bjørnen; eller søkte bjørnen, enten i sporet eller i vinden. Det var ingen signifikant forskjell i varighet mellom jaktforsøkskategoriene (ANOVA, $p=0,07$, **Figur 4**).



Figur 4. Jaktforsøkernes varighet i minutter, der hundene aktivt jaget på eller etter bjørnen; eller søkte bjørnen, enten i sporet eller i vinden.

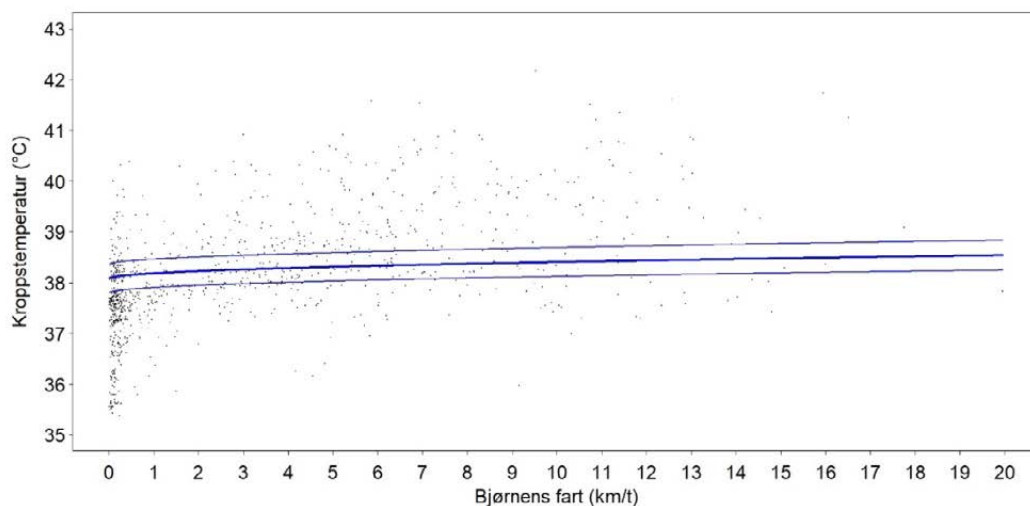
3.3 Bjørnens fysiologi i løpet av jaktforsøkene

3.3.1 Modell for bjørnens kroppstemperatur

I løpet av jaktforsøkene økte bjørnens kroppstemperatur med økende fart på bjørnen (**Tabell 3**, **Figur 5**). Temperaturen var derimot lavere ved kortere avstand til nærmeste hund (**Tabell 3**). Ingen av de andre variablene: lufttemperatur, hundetype og antall hunder, bidro til å forklare endringer i bjørnens kroppstemperatur. Hundetype ga ingen endring i kroppstemperatur når man kontrollerte for de andre variablene.

Tabell 3. Bjørnens kroppstemperatur ($n=956$) i løpet av 33 jaktforsøk på 15 bjørner. Variablene som ble testet i modellen var bjørnens fart, lufttemperatur, hundetype, antall hunder, og avstanden mellom bjørnen og nærmeste hund.

Variabel	Estimat	SE	DF	t-verdi	p-verdi
Skjæringspunkt	6,168	0,012	921	527,553	< 0,01
Bjørnens fart ($\sqrt{km/t}$)	0,008	0,001	921	6,753	0,00
Minimum avstand bjørn - hund	0,0004	0,000	921	2,883	< 0,01



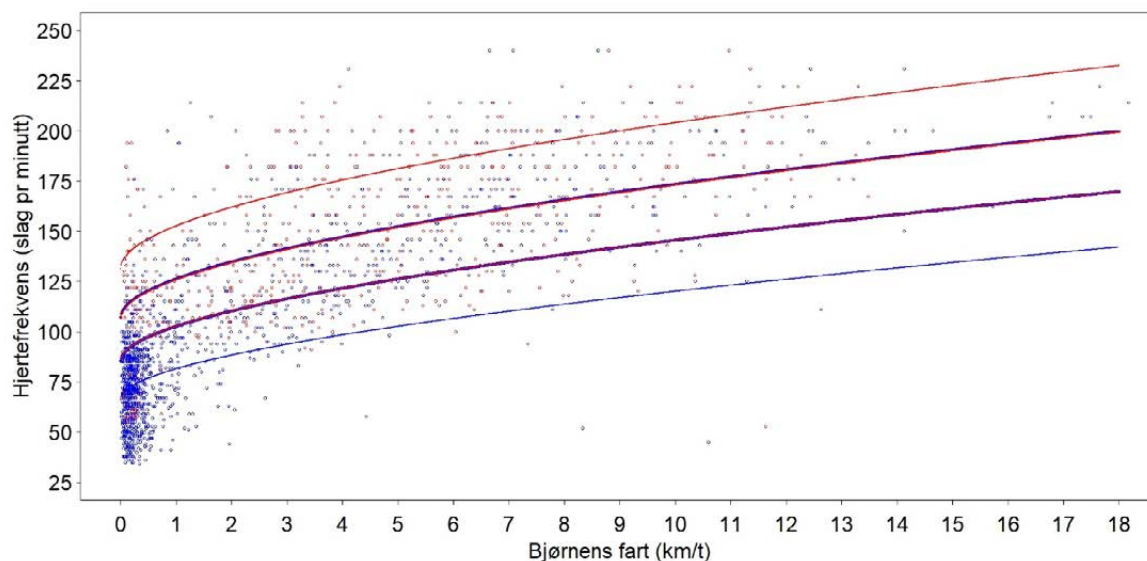
Figur 5. Bjørnens kroppstemperatur plottet mot bjørnens fart. Tykk blå linje viser estimatet fra modellen i **Tabell 3** og tynne linjer viser 95% konfidensintervall for forventet kroppstemperatur.

3.3.2 Modell for bjørnens hjerterefrekvens

I løpet av jaktforsøkene økte bjørnenes hjerterefrekvens med økende fart på bjørnen (**Figur 6**), økende lufttemperatur, om to hunder i stedet for en hund ble benyttet under jaktforsøket og kortere avstand til nærmeste hund (**Tabell 4**). Bjørnenes hjerterefrekvens økte mer ved samme minimum avstand til nærmeste hund dersom to hunder i stedet for en hund ble benyttet under jaktforsøket (**Tabell 4**). Hundetype ga ingen endring i hjerterefrekvens når man kontrollerte for de andre variablene.

Tabell 4 Bjørnens hjerterefrekvens ($n=1819$) i løpet av 36 jaktforsøk på 15 bjørner. Variablene som ble testet i modellen var bjørnens fart, lufttemperatur, hundetype, antall hunder, og avstanden mellom bjørnen og nærmeste hund.

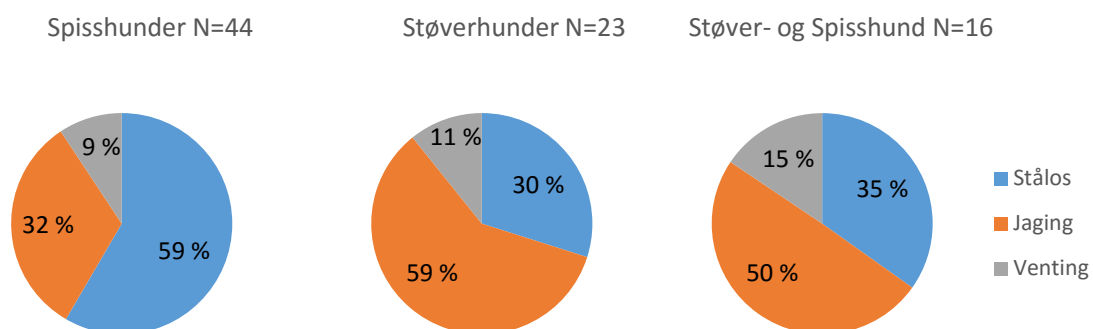
Variabel	Estimat	SE	DF	t-verdi	p-verdi
Skjæringspunkt	5,688	1,058	1779	5,374	< 0,01
Bjørnens fart ($\sqrt{\text{km/t}}$)	0,893	0,039	1779	22,884	< 0,01
Lufttemperatur	0,185	0,083	34	2,229	0,03
Antall hunder	1,256	0,184	1779	6,839	< 0,01
Minimum avstand bjørn - hund	0,001	0,001	1779	0,598	0,55
Antall hunder : Minimum avstand bjørn-hund	-0,002	0,001	1779	-3,352	< 0,01



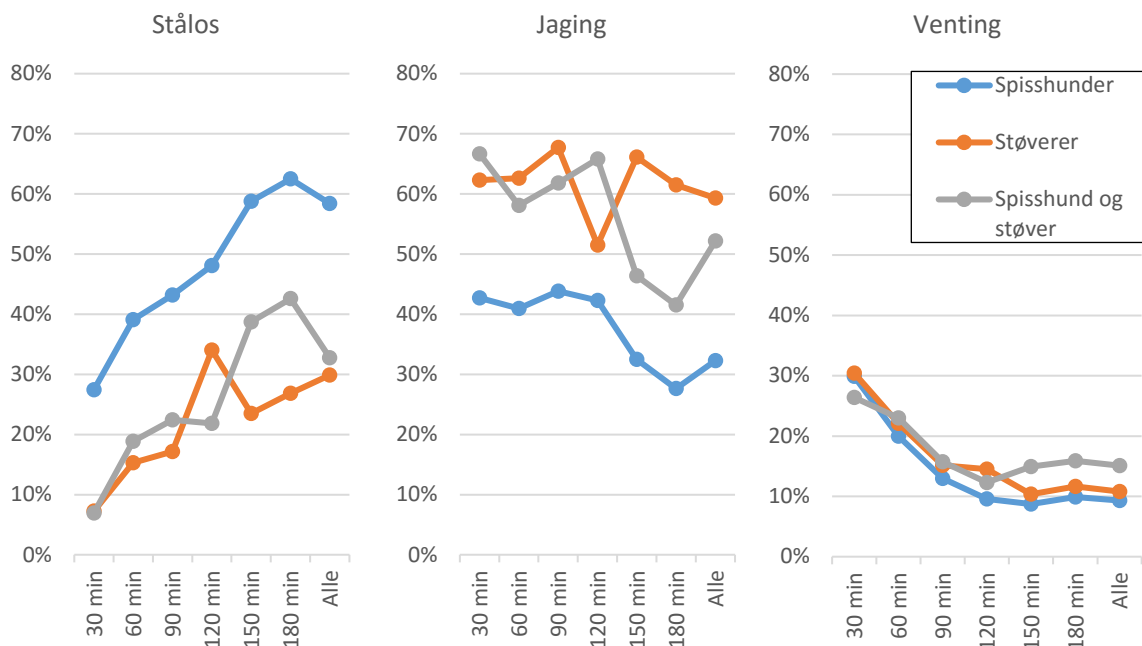
Figur 6. Bjørnens hjerterefrekvens plottet mot bjørnens fart. Tykk blå linje viser estimatet fra modellen i **Tabell 4** for jaktforsøk med én hund og rød linje for jaktforsøk med to hunder. Tynne linjer viser 95% konfidensintervaller for forventet hjerterefrekvens.

3.3.3 Atferd i løpet av jaktforsøkene

Under jaktforsøkene var det forskjell i bjørnens atferd mellom jaktforsøk med henholdsvis spiss-hunder og støverhunder. Jaktforsøk med spiss-hunder (n=44) førte til at andelen Jaging var 32% og Stålos 59%, mens under jaktforsøk med bare støverhunder (n=23), eller en støvehund og en spiss-hund (n=16), var dette forholdet motsatt (**Figur 7**). Andelen Jaging minket og andelen Stålos økte for alle hundetyper jo lenger jaktforsøket foregikk (**Figur 8**). Andelen Venting var relativ lik mellom jaktforsøkene og hundetyperne (**Figur 7**), men sank utover i forsøksperioden (**Figur 8**).



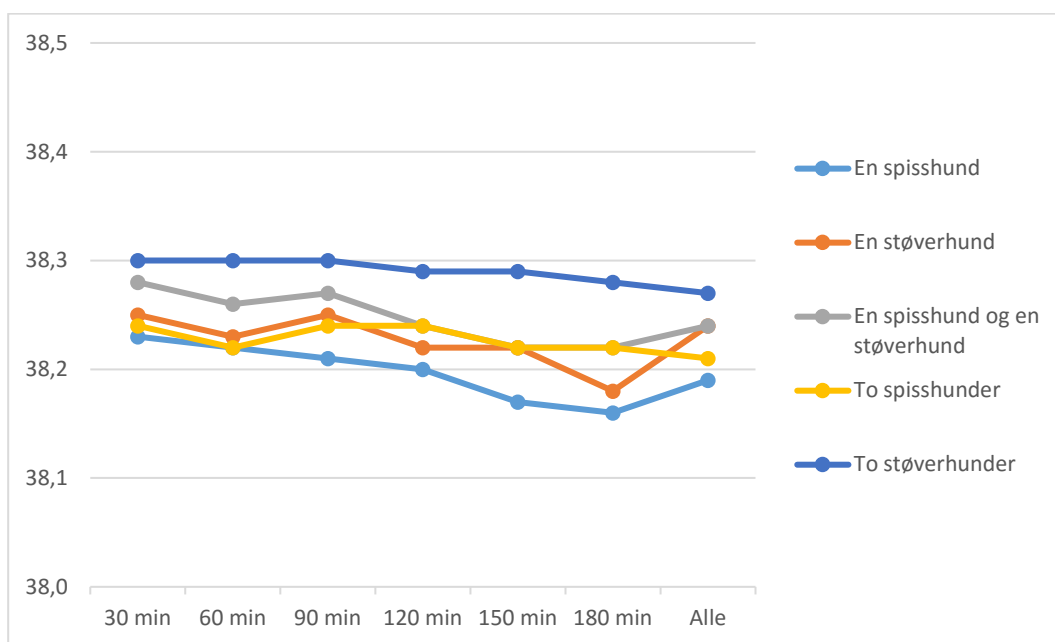
Figur 7. Andel av atferdskategoriene Jaging, Stålos og Venting for bjørnen under jaktforsøkene.



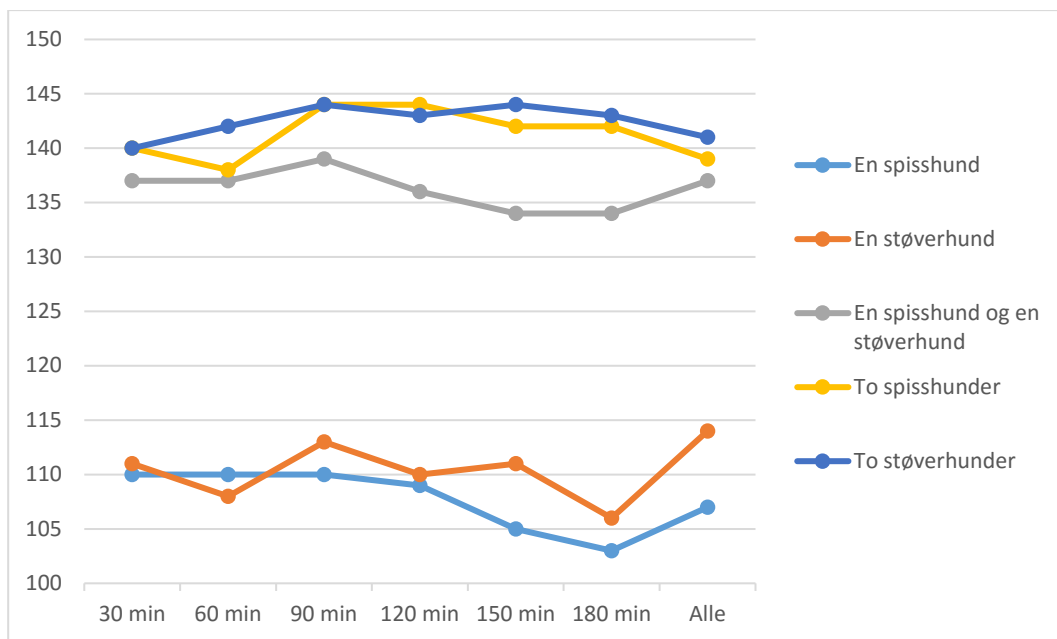
Figur 8. Andel av atferdskategoriene Jaging, Stålos og Venting for bjørnen under jaktforsøkene fordelt på tidsperioder

3.3.4 Forventet gjennomsnittlig hjertefrekvens og kroppstemperatur

Basert på gjennomsnittsverdier av bjørnens fart, minimum avstand til nærmeste hund, antall hunder og lufttemperatur for hver enkelt atferdskategori (Jaging, Stålos og Venting), samt endringen i andel av disse atferdskategoriene i løpet av jaktforsøkene, kan man beregne en gjennomsnittsverdi for kroppstemperatur og hjertefrekvens for bjørnen i tidsperioder i løpet av et jaktforsøk (Figur 9 og Figur 10).



Figur 9. Gjennomsnittlig forventet kroppstemperatur for bjørnen i tidsperioder i løpet av et jaktforsøk ved bruk av forskjellige typer hunder og antall.



Figur 10. Gjennomsnittlig forventet hjertefrekvens for bjørnen i tidsperioder i løpet av et jaktfor- søk ved bruk av forskjellige typer hunder og antall.

3.4 Jaktforsøkernes fysiologiske belastning for bjørnen

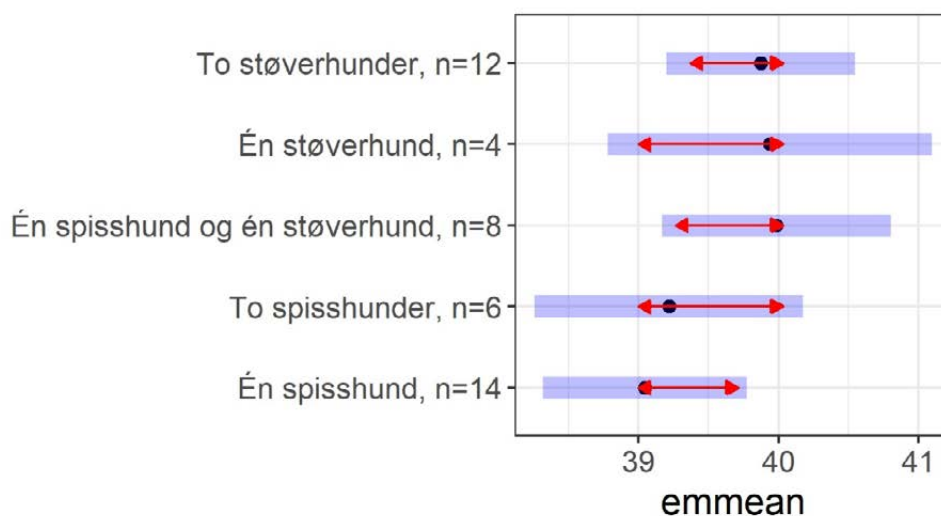
3.4.1 Fysiologisk belastning i løpet av jaktforsøkene

Maksimal kroppstemperatur

Ved å måle den høyeste kroppstemperaturen hos bjørnen i hvert enkelt jaktforsøk (N=44), fant vi at jaktforsøkene i gjennomsnitt ga en maksimal kroppstemperatur på 39,6°C (SD 1,2). Jaktforsøk med én spisshund ga signifikant lavere verdier for maksimal kroppstemperatur (0,8°C lavere) enn jaktforsøk der to støverhunder ble benyttet (**Tabell 5**). Det var en tendens til at Jaktforsøkskategorien Én spisshund og én støverhund ga høyere verdier enn Én spisshund. Beregninger av marginale gjennomsnitt ga derimot ingen signifikante forskjeller mellom jaktforsøkskategoriene (**Figur 11**).

Tabell 5. Maksimal kroppstemperatur målt i løpet av hvert enkelt jaktforsøk fordelt på 5 kategorier av jaktforsøk. Estimater for de ulike kombinasjonene av hunder fra modellen beskriver forskjellen i forhold til referansekategori Én spisshund sammenlignet med hver og en av de fire andre kategoriene.

Variabel	Estimat	SE	DF	t-verdi	p-verdi
Skjæringspunkt	39,046	0,342	30,3	114,089	< 0,01
To spisshunder	0,173	0,498	35,2	0,348	0,73
En spisshund og en støverhund	0,938	0,465	36,9	2,021	0,05
En støverhund	0,893	0,651	35,6	1,372	0,18
To støverhunder	0,830	0,392	34,1	2,117	0,04



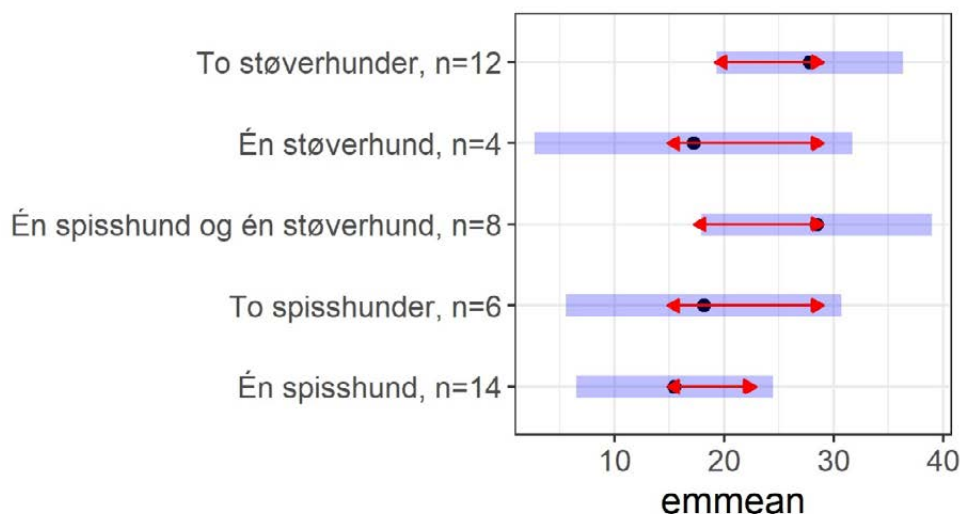
Figur 11. Marginale gjennomsnitt for maksimal kroppstemperatur målt i løpet av hvert enkelt jaktforsøk fordelt på 5 kategorier av jaktforsøk. Svart prikk viser det marginale gjennomsnittet, lilla felt er 95% konfidensintervaller og overlapp av røde piler mellom kategorier tilsvarer ingen signifikant forskjell.

Areal under kroppstemperaturkurven

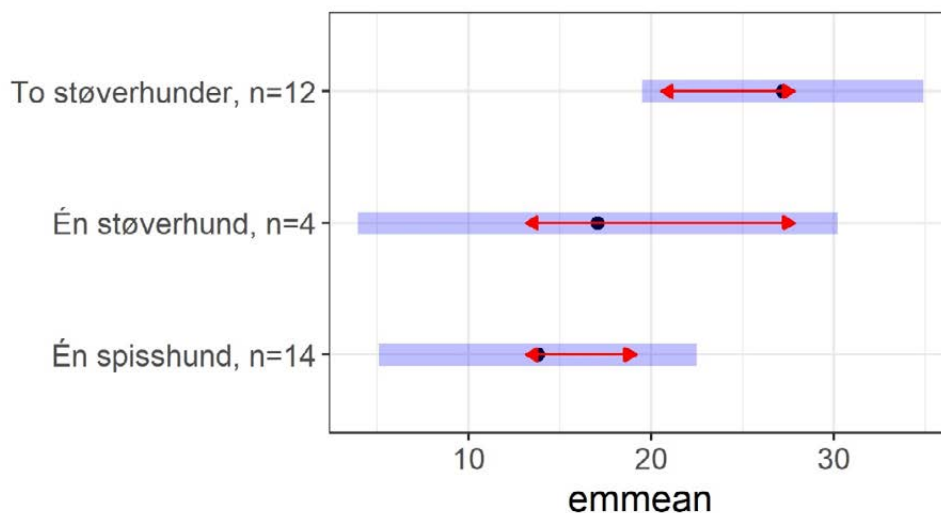
Vi målte arealet under kroppstemperaturkurven for alle mulige kombinasjoner av 90-minuttersperioder i hvert enkelt jaktforsøk og plukket ut den perioden i hvert enkelt jaktforsøk med størst areal. Det største arealet under kroppstemperaturkurven målt for hvert enkelt jaktforsøk, viser at jaktforsøk der kun én spisshund ble benyttet ga signifikant mindre areal enn for kategoriene To støverhunder (80% større areal), og Én spisshund og Én støverhund (84% større areal) (**Tabell 6**). Beregninger av marginale gjennomsnitt for de 5 jaktforsøkskategoriene ga derimot ingen signifikant forskjell (**Figur 12**). Sammenligner vi derimot marginale gjennomsnitt kun for 3 kategorier (Én spisshund, Én støverhund, og To støverhunder) får vi en signifikant forskjell mellom jaktforsøkskategoriene Én spisshund og To støverhunder (**Figur 13**).

Tabell 6. Areal under kroppstemperaturkurven målt for hvert enkelt jaktforsøk fordelt på 5 kategorier av jaktforsøk. Estimater for de ulike kombinasjonene av hunder fra modellen beskriver forskjellen i forhold til referansekategoriene Én spisshund sammenlignet med hver og en av de fire andre kategoriene.

Variabel	Estimat	SE	DF	t-verdi	p-verdi
Skjæringspunkt	15,46	4,113	25,9	3,759	< 0,01
To spisshunder	2,676	6,782	38,2	0,395	0,7
Én spisshund og én støverhund	12,979	6,244	38,9	2,078	0,04
Én støverhund	1,739	8,177	35,9	0,213	0,83
To støverhunder	12,349	5,395	37,0	2,289	0,03



Figur 12. Marginale gjennomsnitt for Areal under kroppstemperaturkurven målt for hvert enkelt jaktforsøk fordelt på 5 kategorier av jaktforsøk. Svart prikk viser det marginale gjennomsnittet, lilla felt er 95% konfidensintervaller og overlapp av røde piler tilsvare ingen signifikant forskjell.



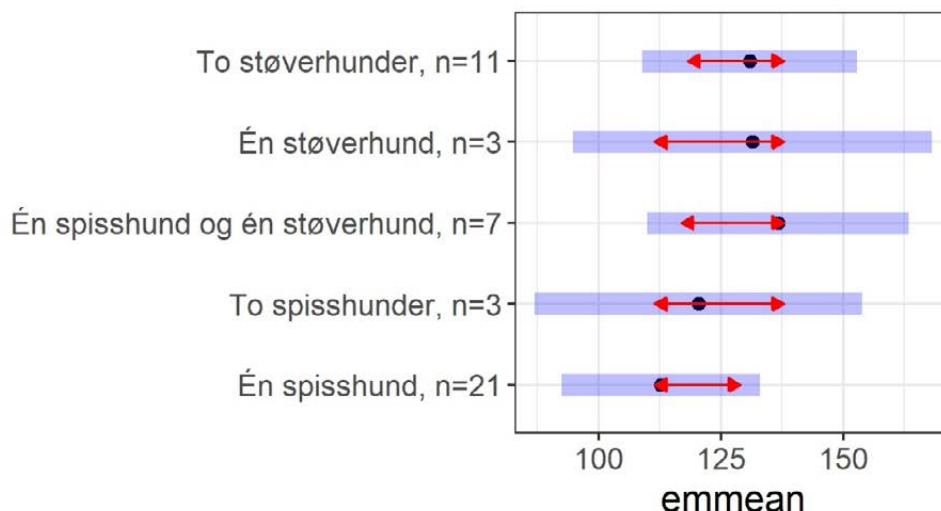
Figur 13. Marginale gjennomsnitt for Areal under kroppstemperaturkurven målt for hvert enkelt jaktforsøk fordelt på 3 kategorier av jaktforsøk. Svart prikk viser det marginale gjennomsnittet, lilla felt er 95% konfidensintervaller og overlapp av røde piler tilsvarer ingen signifikant forskjell.

Gjennomsnittlig hjertefrekvens

Vi målte bjørnens gjennomsnittlige hjertefrekvens i løpet av alle mulige kombinasjoner av 90-minuttersperioder i hvert enkelt jaktforsøk og plukket ut den perioden i hvert enkelt jaktforsøk med høyest verdi. Den høyeste verdien for gjennomsnittlige hjertefrekvens i 90-minuttersperiodene for alle jaktforsøkene (N=45) var i gjennomsnitt 118 slag i minuttet (SD 37). Det var en tendens, men ingen signifikante forskjeller mellom jaktforsøkskategoriene (**Tabell 7**), og beregninger av marginale gjennomsnitt ga ingen signifikante forskjeller (**Figur 14**).

Tabell 7. 90-minuttersperioder med høyest verdi for gjennomsnittlig hjertefrekvens i hvert enkelt jaktforsøk fordelt på 5 kategorier av jaktforsøk. Estimater for de ulike kombinasjonene av hunder fra modellen beskriver forskjellen i forhold til referansekategorien Én spisshund sammenlignet med hver og en av de fire andre kategoriene.

Variabel	Estimat	SE	DF	t-verdi	p-verdi
Skjæringspunkt	112,7	9,7	21,5	11,62	< 0,01
To spisshunder	7,7	15,5	26,9	0,496	0,62
En spisshund og en støverhund	24,0	12,2	30,2	1,975	0,06
En støverhund	18,7	17,5	35,0	1,067	0,29
To støverhunder	18,1	9,8	29,6	1,865	0,07



Figur 14. Marginale gjennomsnitt for 90-minuttersperioder med høyest verdi for gjennomsnittlig hjertefrekvens i hvert enkelt jaktforsøk fordelt på 5 kategorier av jaktforsøk. Svart prikk viser det marginale gjennomsnittet, lilla felt er 95% konfidensintervaller og overlapp av røde piler tilsvarende ingen signifikant forskjell.

3.4.2 Fysiologisk belastning i løpet av året

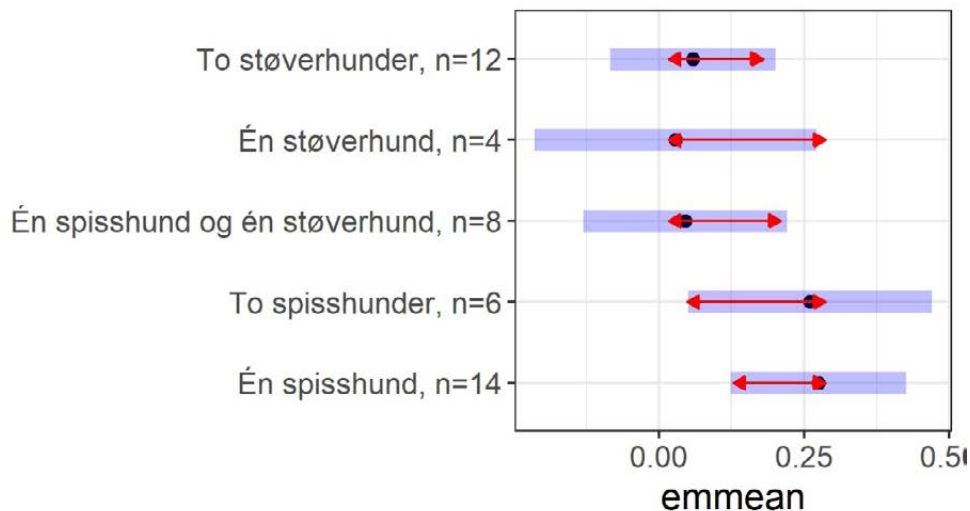
En annen måte å se på forskjellen mellom jaktforsøkene er å se på hvor ofte tilsvarende fysiologiske belastning opptrer i løpet av året. Biologgerne registrerte kroppstemperatur og hjertefrekvens hele året. Vi kunne derfor beregne hvor mange av dagene ellers i året som den fysiologiske belastningen hadde vært tilsvarende som i løpet av jaktforsøkene. I disse beregningene fjernet vi alle dagene vi visste at bjørnen hadde vært involvert i annen forskningsaktivitet (fangst, etc.), og beholdt bare de dagene hvor vi ikke hadde kunnskap om hva bjørnene hadde vært utsatt for.

Maksimal kroppstemperatur

Hvor mange av dagene ellers i året bjørnene (N=18) opplevde like høy kroppstemperatur som den maksimale kroppstemperaturen registrert i de enkelte jaktforsøkene hadde en gjennomsnittlig frekvens på 0,14 (SD 0,25), og tilsvarende 14±25 av 100 dager. Bjørnene hadde signifikant sjeldnere i løpet av året så høye kroppstemperaturer som de opplevde i løpet av jaktforsøkskategoriene Én spisshund og én støverhund (forventet frekvens = 0,05) og To støverhunder (forventet frekvens = 0,06), sammenlignet med jaktforsøkskategorien Én spisshund (forventet frekvens = 0,28) (**Tabell 8**). Beregninger av marginale gjennomsnitt ga derimot ingen signifikante forskjeller mellom jaktforsøkskategoriene (**Figur 15**).

Tabell 8. Frekvensen av dager i løpet av året med tilsvarende maksimal kroppstemperatur som under hvert enkelt jaktforsøk fordelt på 5 kategorier av jaktforsøk. Estimater for de ulike kombinasjonene av hunder fra modellen beskriver forskjellen i forhold til referansekategorien Én spisshund sammenlignet med hver og en av de fire andre kategoriene.

Variabel	Estimat	SE	DF	t-verdi	p-verdi
Skjæringspunkt	0,275	0,070	24,6	3,939	< 0,01
To spisshunder	-0,014	0,112	37,4	-0,126	0,90
En spisshund og en støverhund	-0,229	0,104	38,7	-2,209	0,03
En støverhund	-0,246	0,137	34,9	-1,790	0,08
To støverhunder	-0,216	0,089	35,8	-2,422	0,02



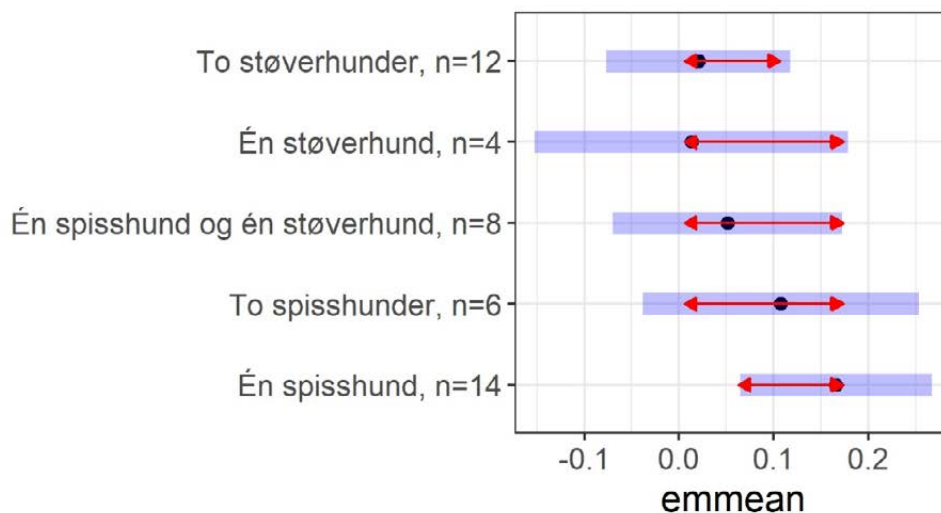
Figur 15. Marginale gjennomsnitt for frekvensen av dager i løpet av året med tilsvarende maksimal kroppstemperatur som under hvert enkelt jaktforsøk fordelt på 5 kategorier av jaktforsøk. Svart prikk viser det marginale gjennomsnittet, lilla felt er 95% konfidensintervaller og overlapp av røde piler tilsvarer ingen signifikant forskjell.

Areal under temperaturkurven

Hvor mange av dagene ellers i året bjørnene (N=18) opplevde like stort areal under temperaturkurven i 90-minuttersperioder, som det største arealet i de enkelte jaktforsøkene hadde en gjennomsnittlig frekvens på 0,07 (SD 0,11), og tilsvarer 7 ± 11 av 100 dager. Bjørnene hadde signifikant sjeldnere i løpet av året like stort areal under temperaturkurven som de opplevde i løpet av jaktforsøk med to støverhunder (forventet frekvens = 0,02), sammenlignet med jaktforsøk med én spisshund (forventet frekvens = 0,17) (**Tabell 9**). Beregninger av marginale gjennomsnitt ga derimot ingen signifikante forskjeller mellom jaktforsøkskategoriene (**Figur 16**).

Tabell 9. Frekvensen av dager i løpet av året med tilsvarende areal under temperaturkurven som under hvert enkelt jaktforsøk fordelt på 5 kategorier av jaktforsøk. Estimater for de ulike kombinasjonene av hunder fra modellen beskriver forskjellen i forhold til referansekategoriene. Én spisshund sammenlignet med hver og en av de fire andre kategoriene.

Variabel	Estimat	SE	DF	t-verdi	p-verdi
Skjæringspunkt	0,166	0,045	19,9	3,653	< 0,01
To spisshunder	-0,058	0,079	38,9	-0,738	0,46
En spisshund og en støverhund	-0,115	0,072	38,7	-1,589	0,12
En støverhund	-0,152	0,093	35,3	-1,642	0,11
To støverhunder	-0,145	0,063	37,8	-2,298	0,03



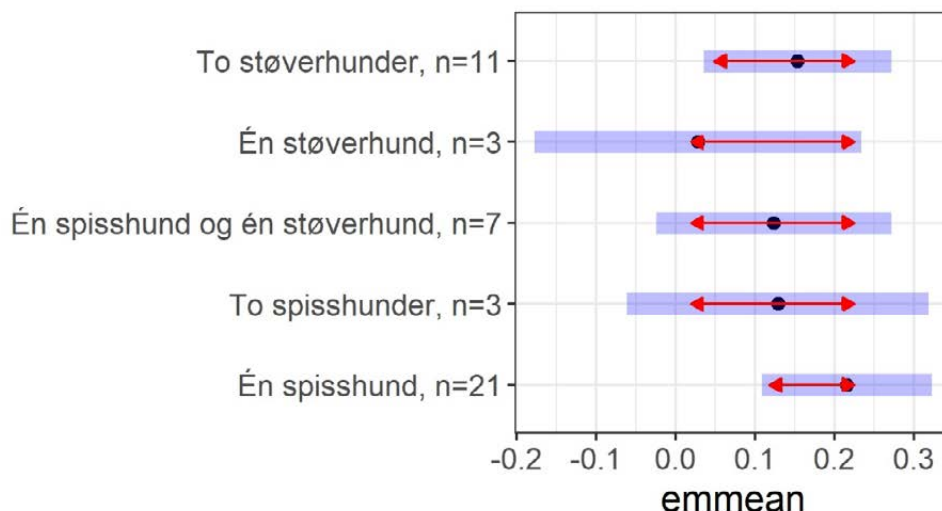
Figur 16. Marginale gjennomsnitt for frekvensen av hvor ofte bjørnene ellers i året opplever tilsvarende verdier for areal under temperaturkurven som i løpet av et jaktforsøk for 5 kategorier av jaktforsøk. Svart prikk viser det marginale gjennomsnittet, lilla felt er 95% konfidensintervaller og overlapp av røde piler tilsvarende ingen signifikant forskjell.

Gjennomsnittlig hjertefrekvens

Hvor mange av dagene ellers i året bjørnene (N=18) opplevde like høy gjennomsnittlig hjertefrekvens i 90-minuttersperioder, som den høyeste verdien i de enkelte jaktforsøkene hadde en gjennomsnittlig frekvens på 0,16 (SD 0,18), og tilsvarende 16±18 av 100 dager. Det var en tendens for at bjørnene hadde sjeldnere i løpet av året like høye verdier som de opplevde i løpet av jaktforsøk med én støverhund (forventet frekvens = 0,03), sammenlignet med jaktforsøk med én spisshund (forventet frekvens = 0,22) (Tabell 10). Beregninger av marginale gjennomsnitt ga derimot ingen signifikante forskjeller mellom jaktforsøkskategoriene (Figur 17).

Tabell 10. Frekvensen av dager i løpet av året med tilsvarende verdier for gjennomsnittlig hjertefrekvens målt i 90 minutter som under hvert enkelt jaktforsøk fordelt på 5 kategorier av jaktforsøk. Estimater for de ulike kombinasjonene av hunder fra modellen beskriver forskjellen i forhold til referansekategori *Én spisshund* sammenlignet med hver og en av de fire andre kategoriene.

Variabel	Estimat	SE	DF	t-verdi	p-verdi
Skjæringspunkt	0,215	0,051	23,6	4,221	< 0,01
To spisshunder	-0,087	0,091	29,2	-0,954	0,34
En spisshund og en støverhund	-0,092	0,070	32,9	-1,303	0,20
En støverhund	-0,187	0,100	37,1	-1,866	0,07
To støverhunder	-0,062	0,056	32,1	-1,096	0,28



Figur 17. Marginale gjennomsnitt for frekvensen av dager i løpet av året med tilsvarende verdier for gjennomsnittlig hjerterefrekvens målt i 90 minutter, som under hvert enkelt jaktforsøk fordelt på 5 kategorier av jaktforsøk. Svart prikk viser det marginale gjennomsnittet, lilla felt er 95% konfidensintervaller og overlapp av røde piler tilsvarende ingen signifikant forskjell.

3.4.3 Fysiologisk belastning sammenlignet med andre forstyrrelser

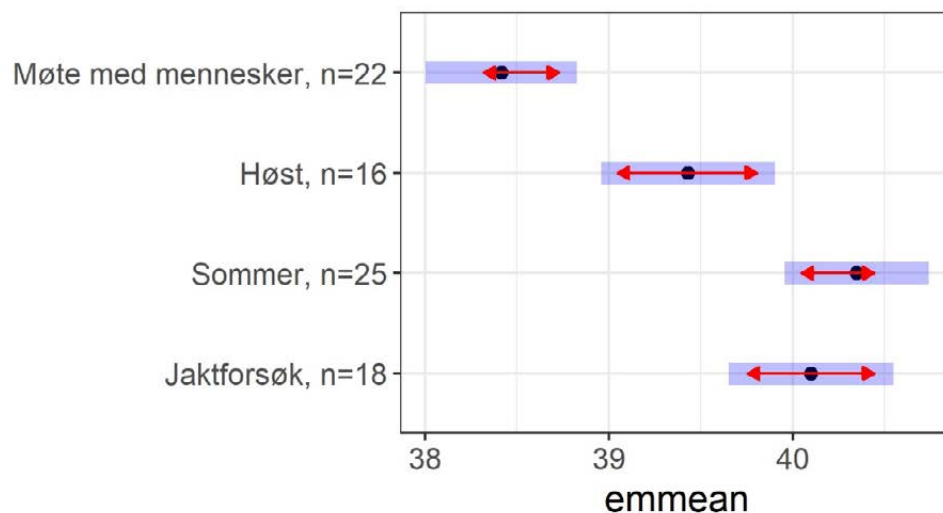
Maksimal kroppstemperatur

Den høyeste kroppstemperaturen registrert var under et jaktforsøk (42,2°C) og overgår verdier registrert ellers i året (sommer 41,4°C; høst 41,6°C). Maksimale kroppstemperaturer registrert i møter med mennesker var 40,8°C. I 13 av de 44 jaktforsøkene med temperaturmålinger ble det aldri observert tilsvarende maksimalverdi i andre deler av året, og i 28 av jaktforsøkene var kroppstemperaturen $\geq 39,2^\circ\text{C}$.

Den gjennomsnittlige maksimale kroppstemperatur en bjørn opplevde under jaktforsøkene (N=18), møte med mennesker (N=22), dager om sommeren (N=25) og dager om høsten (N=16) var henholdsvis 40,1 (SD 1,1), 38,4 (SD 1,1), 40,4 (SD 0,8) og 39,3 (SD 1,1)°C. Den maksimale kroppstemperaturen var signifikant lavere ved møter med mennesker og dager om høsten enn i løpet av jaktforsøk, mens det var ingen forskjell mellom dager om sommeren og jaktforsøk (**Tabell 11**). Beregninger av marginale gjennomsnitt viste også signifikante forskjeller (**Figur 18**).

Tabell 11. Maksimal kroppstemperatur for jaktforsøk, møte med mennesker, dager om sommeren og dager om høsten. Estimater til de ulike kategoriene fra modellen beskriver forskjellen i forhold til referansekategori Jaktforsøk sammenlignet med hver og en av de tre andre kategoriene.

Variabel	Estimat	SE	DF	t-verdi	p-verdi
Skjæringspunkt	40,100	0,224	68,8	178,864	< 0,01
Sommer	0,247	0,246	57,6	1,004	0,32
Høst	-0,669	0,271	56,8	-2,469	0,02
Møte med mennesker	-1,685	0,254	57,9	-6,639	< 0,01



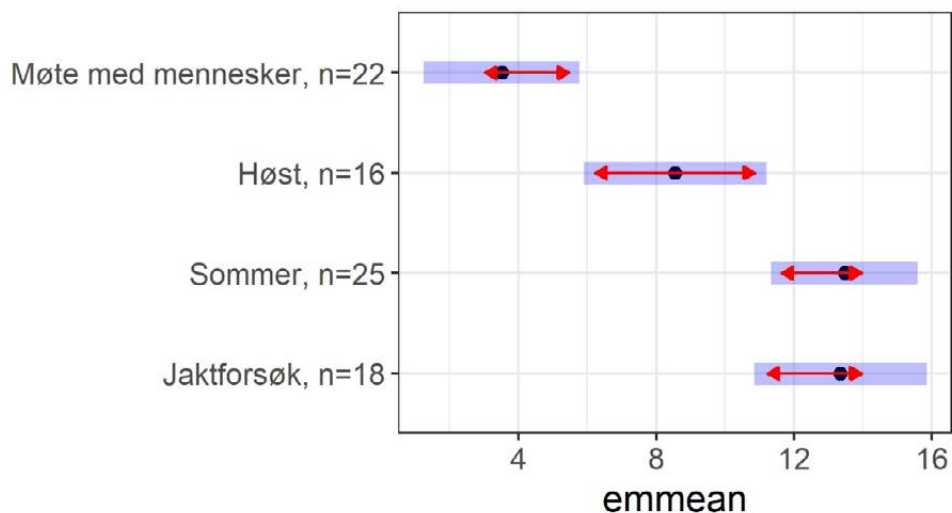
Figur 18. Marginale gjennomsnitt for maksimal kroppstemperatur for jaktforsøk, møte med mennesker, dager om sommeren og dager om høsten. Svart prikk viser det marginale gjennomsnittet, lilla felt er 95% konfidensintervaller og eventuell overlapp av røde piler tilsvare ingen signifikant forskjell.

Areal under kroppstemperaturkurven

Vi målte arealet under kroppstemperaturkurven for alle mulige kombinasjoner av 30-minuttersperioder i hvert enkelt jaktforsøk, hvert enkelt møte med mennesker, og hver dag ellers i året; og plukket ut den 30-minuttersperioden med størst areal i hvert enkelt jaktforsøk, hvert møte med mennesker og for hver dag ellers i året. Det største arealet under kroppstemperaturkurven i 30-minuttersperioder var signifikant lavere ved møter med mennesker og dager om høsten enn i løpet av jaktforsøk, mens det var ingen forskjell mellom dager om sommeren og jaktforsøk (**Tabell 12**). Beregninger av marginale gjennomsnitt viste også signifikante forskjeller (**Figur 19**).

Tabell 12. Areal under kroppstemperaturkurven for jaktforsøk, møte med mennesker, dager om sommeren og dager om høsten. Estimater til de ulike kategoriene fra modellen beskriver forskjellen i forhold til referansekategorien Jaktforsøk sammenlignet med hver og en av de tre andre kategoriene.

Variabel	Estimat	SE	DF	t-verdi	p-verdi
Skjæringspunkt	13,344	1,250	75,1	10,677	< 0,01
Sommer	0,124	1,510	59,2	0,082	0,94
Høst	-4,796	1,671	57,3	-2,870	< 0,01
Møte med mennesker	-9,834	1,557	59,9	-6,317	< 0,01



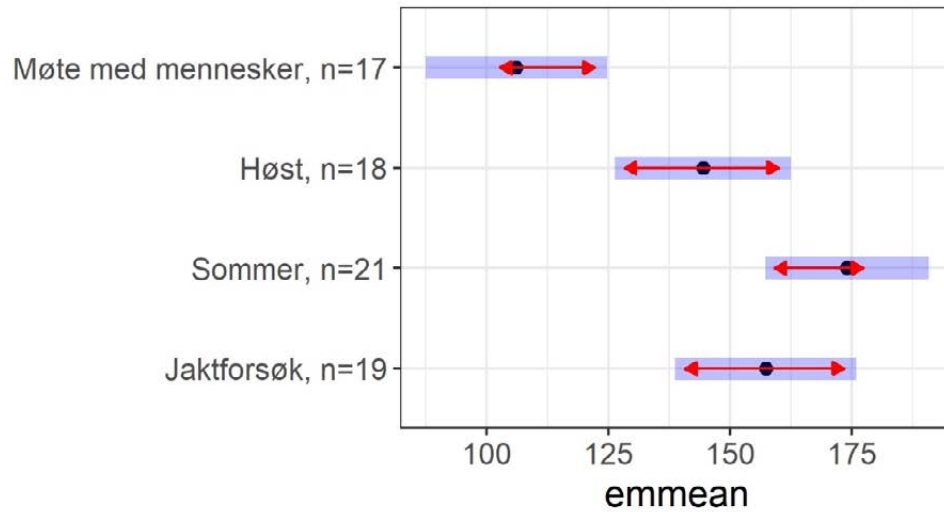
Figur 19. Marginale gjennomsnitt for Areal under kroppstemperaturkurven for jaktforsøk, møte med mennesker, dager om sommeren og dager om høsten. Svart prikk viser det marginale gjennomsnittet, lilla felt er 95% konfidensintervaller og eventuell overlapp av røde piler tilsvarer ingen signifikant forskjell.

Gjennomsnittlig hjerterefrekvens

Vi målte gjennomsnittlige hjerterefrekvens for alle mulige kombinasjoner av 30-minuttersperioder i hvert enkelt jaktforsøk, hvert enkelt møte med mennesker, og hver dag ellers i året; og plukket ut den 30-minuttersperioden med høyest verdi i hvert enkelt jaktforsøk, møte med mennesker og for hver dag ellers i året. Den høyeste verdien for gjennomsnittlige hjerterefrekvens i 30-minuttersperioder i løpet av et jaktforsøk (N=19), et møte med mennesker (N=17), dager om sommeren (N=21) og dager om høsten (N=18) var i gjennomsnitt henholdsvis 155 (SD 41), 106 (SD 56), 174 (SD 19) og 144 (SD 31) slag i minuttet. Gjennomsnittlig hjerterefrekvens i 30-minuttersperioder var signifikant lavere ved møter med mennesker enn i løpet av jaktforsøk, men det var ingen forskjell mellom jaktforsøk og dager om sommeren og dager om høsten (**Tabell 13**). Beregninger av marginale gjennomsnitt viste også signifikante forskjeller (**Figur 20**).

Tabell 13. Den høyeste verdien for gjennomsnittlige hjerterefrekvens i 30-minuttersperioder hos bjørnene i løpet av et jaktforsøk, et møte med mennesker, dager om sommeren og dager om høsten. Estimater til de ulike kategoriene fra modellen beskriver forskjellen i forhold til referanse-kategorien Jaktforsøk sammenlignet med hver og en av de tre andre kategoriene.

Variabel	Estimat	SE	DF	t-verdi	p-verdi
Skjæringspunkt	157,368	9,299	66,8	16,923	< 0,01
Sommer	16,613	11,646	50,3	1,427	0,16
Høst	-12,928	12,011	48,2	-1,076	0,28
Møte med mennesker	-51,291	12,341	53,3	-4,156	< 0,01



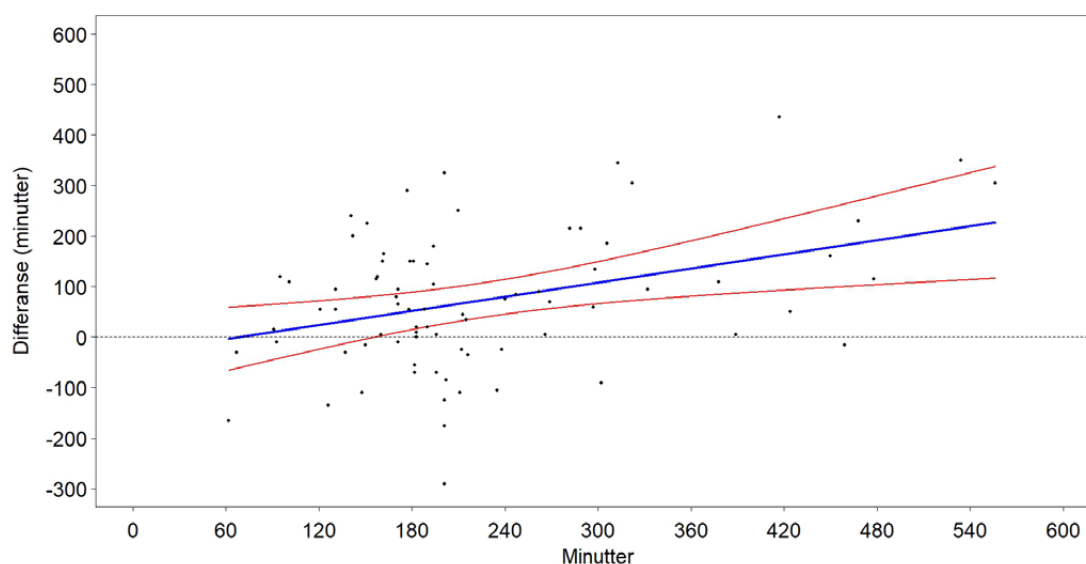
Figur 20. Marginale gjennomsnitt for den høyeste verdien for gjennomsnittlige hjerterefrekvens i 30-minuttersperioder hos bjørnene i løpet av et jaktforsøk, et møte med mennesker, dager om sommeren og dager om høsten. Svart prikk viser det marginale gjennomsnittet, lilla felt er 95% konfidensintervaller og eventuell overlapp av røde piler tilsvarer ingen signifikant forskjell.

3.5 Bjørnens hvile og vandringer før og etter jaktforsøk

Det var en klar effekt av hvor lenge jaktforsøket varte og hvor lenge bjørnen hvilte det første døgnet etter et jaktforsøk sammenlignet med gjennomsnittet for 3 døgn før jaktforsøket (**Tabell 14, Figur 21**), og et jaktforsøk førte til at bjørnene hvilte i gjennomsnitt 73 minutter eller 11,2% mer.

Tabell 14. Modell for jaktforsøkernes varighet og differansen i antall minutter bjørnen hvilte døgnet etter et jaktforsøk sammenlignet med gjennomsnittet av tre døgn før jaktforsøket.

Variabel	Estimat	SE	DF	t-verdi	p-verdi
Skjæringspunkt	-32,174	39,904	50	-0,806	0,423
Jaktforsøkets varighet	0,466	0,159	50	2,915	0,005

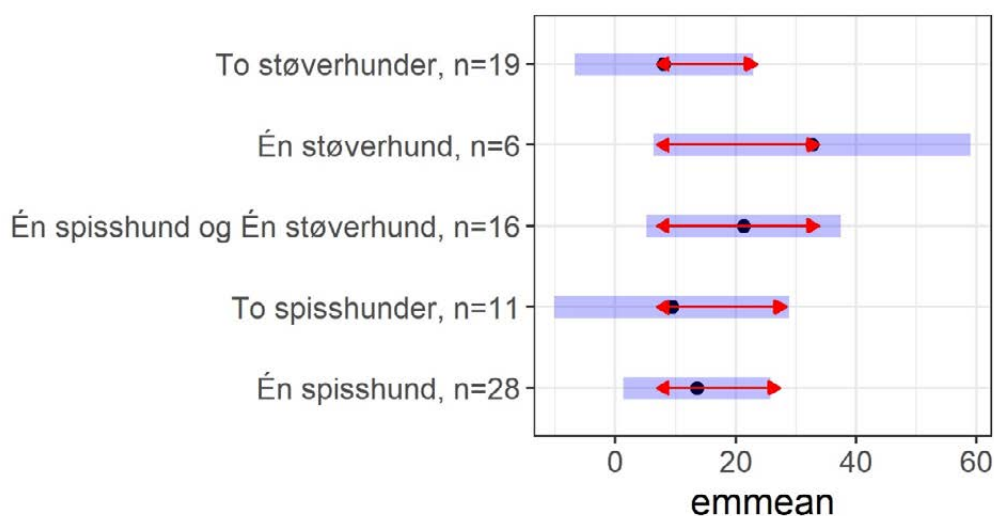


Figur 21. Jaktforsøkernes varighet og differansen i antall minutter bjørnen hvilte døgnet etter et jaktforsøk sammenlignet med gjennomsnittet av tre døgn før jaktforsøket. Røde streker er 95% konfidensintervaller for forventet differanse.

Det var derimot ingen forskjell mellom jaktforsøkskategoriene i hvor lenge bjørnen hvilte det første døgnet etter et jaktforsøk sammenlignet med gjennomsnittet for 3 døgn før jaktforsøket (**Tabell 15, Figur 22**). Det var heller ingen forskjell mellom jaktforsøkskategoriene i hvor langt bjørnen vandret det første døgnet etter et jaktforsøk sammenlignet med døgnet før jaktforsøket (**Tabell 16, Figur 23**).

Tabell 15. Differansen i antall minutter bjørnen hvilte døgnet etter et jaktforsøk sammenlignet med gjennomsnittet av tre døgn før jaktforsøket for 5 kategorier av jaktforsøk. Estimater fra modellen for de ulike kombinasjonene av hunder beskriver forskjellen i forhold til referansekategori *Én spisshund* sammenlignet med hver og en av de fem andre kategoriene.

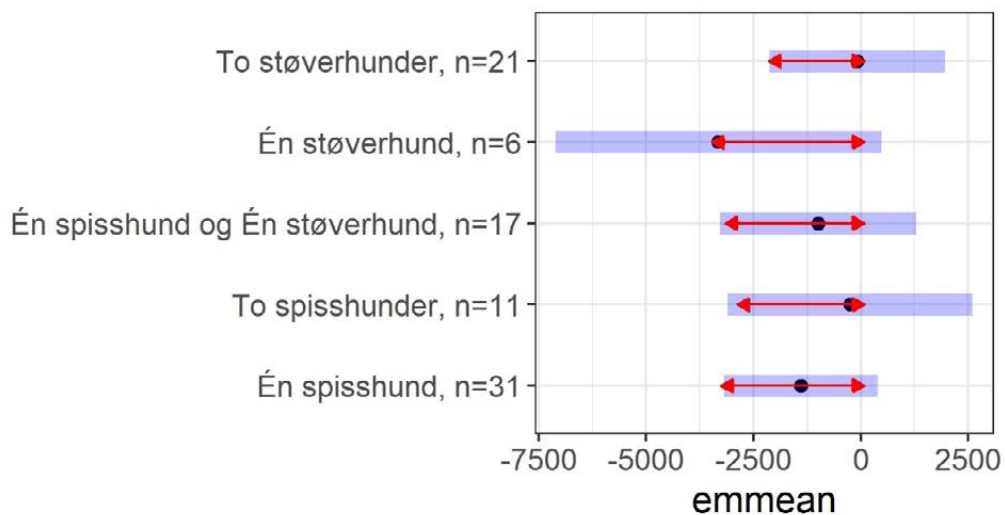
Variabel	Estimat	SE	DF	t-verdi	p-verdi
Skjæringspunkt	13,535	5,963	47	2,269	0,027
To spisshunder	-4,172	11,229	47	-0,371	0,711
Én spisshund og én støverhund	7,776	9,889	47	0,786	0,435
Én støverhund	19,131	14,196	47	1,347	0,184
To støverhunder	-5,483	9,379	47	-0,584	0,561



Figur 22. Marginale gjennomsnitt for differansen i antall minutter bjørnen hvilte døgnet etter et jaktforsøk sammenlignet med gjennomsnittet av tre døgn før jaktforsøket for 5 kategorier av jaktforsøk. Svart prikk viser det marginale gjennomsnittet, lilla felt er 95% konfidensintervaller og overlapp av røde piler tilsvarer ingen signifikant forskjell.

Tabell 16. Differansen i antall meter bjørnen vandret døgnet etter et jaktforsøk sammenlignet med gjennomsnittet av tre døgn før jaktforsøket for 5 kategorier av jaktforsøk. Estimater fra modellen for de ulike kombinasjonene av hunder beskriver forskjellen i forhold til referansekategori *Én spisshund* sammenlignet med hver og en av de fem andre kategoriene.

Variabel	Estimat	SE	DF	t-verdi	p-verdi
Skjæringspunkt	-1394	872	52	-1,597	0,116
To spisshunder	1150	1585	52	0,725	0,471
Én spisshund og én støverhund	401	1381	52	0,290	0,772
Én støverhund	-1918	2028	52	-0,945	0,348
To støverhunder	1311	1284	52	1,020	0,312



Figur 23. Marginale gjennomsnitt for differansen i antall meter bjørnen vandret døgnet etter et jaktforsøk sammenlignet med gjennomsnittet av tre døgn før jaktforsøket for 5 kategorier av jaktforsøk. Svart prikk viser det marginale gjennomsnittet, lilla felt er 95% konfidensintervaller og overlapp av røde piler tilsvarer ingen signifikant forskjell.

4 Diskusjon

4.1 Bjørnens fysiologi og atferd i løpet av jaktforsøk

Bjørnens fart er avgjørende for både kroppstemperaturen og hjerterefrekvensen hos bjørnene i løpet av et jaktforsøk. Hundetype i seg selv (spisshunder eller støverhunder) ser ikke ut til å ha noen ytterligere effekt på bjørnens kroppstemperatur og hjerterefrekvens når man tar hensyn til bjørnens fart og sammenligner bjørner i samme jaktsituasjon (antall hunder, avstand til hunden, lufttemperatur, etc.). Når man kontrollerer for bjørnens fart og andre variabler påvirket avstand til hunden både kroppstemperatur og hjerterefrekvens, men i motsatt retning. Ved kortere avstand mellom nærmeste hund og bjørnen øker hjerterefrekvensen, mens temperaturen synker. Det kan virke kontraintuitivt at temperaturen var lavere hos bjørner når hunden var nærmere. Årsaken til dette ligger antageligvis i atferden til bjørnen og hundene under jaktforsøkene. Et normalt jaktforsøk starter med at hunden søker opp bjørnen som er i ro til hunden ankommer. Da er temperaturen relativt lav hos bjørnen. Når hunden ankommer forlater ofte bjørnen sitt skjulested og springer i vei med hunden etter seg. Da øker temperaturen gradvis. Ofte springer bjørnen i fra hundene og avstanden øker samtidig som temperaturen hos bjørnen øker. Bjørnen kan stoppe når den blir for varm og kan legge seg i vann for å kjøle seg ned. Da synker temperaturen, mens hundene gradvis nærmer seg. Derfor oppstår det trolig situasjoner under jaktforsøk hvor bjørnens kroppstemperatur er lavere når hundene er nære og høyere når avstanden til hundene øker, som reflekteres i modellen for kroppstemperatur.

Hjerterefrekvensen øker når hundene er nærmere bjørnen, og i jaktforsøk med to hunder øker dette mer enn i jaktforsøk med bare én hund. Dette tyder på at bjørnen opplever to hunder mer stressende enn en hund gitt ellers like forhold (bjørnens fart, avstand til nærmeste hund, etc.). Økt psykologisk stress øker hjerterefrekvensen hos pattedyr under ellers like forhold. Den økte hjerterefrekvensen er antageligvis en adaptiv respons til stress, der bjørnen må være mer på vakt med to hunder rundt seg. Antallet hunder hadde derimot ingen effekt på kroppstemperaturen. Årsaken til dette kan være at det er færre temperaturmålinger (hvert fjerde minutt) enn hjerterefrekvensmålinger (hvert andre minutt) og at effekten er for liten til å slå ut i modellen, eller at hjerterefrekvensen er mer umiddelbart reaktiv i forhold til både fysisk og psykologisk stress enn kroppstemperatur. Lufttemperaturen påvirket ikke kroppstemperaturen, men gir høyere hjerterefrekvens. Dette kan tyde på at bjørnen regulerer temperaturen ved f.eks. å kjøle seg ned på varme dager. Årsaken til at lufttemperaturen ikke slo ut i modellen for kroppstemperaturen, men allikevel ga signifikant effekt i modellen for hjerterefrekvens, kan også bero på antallet observasjoner. Effekten av 1°C økt lufttemperatur er relativt liten, og gir i gjennomsnittlig kun 0,2 ekstra slag i minuttet.

Begge hundetyper har et varierende atferdsmønster og både spisshunder og støverhunder kan f.eks. stå i los med bjørnen eller de kan løpe etter bjørnen i varierende fart, og i slike sammenlignbare situasjoner ser det ikke ut til at hundetype har betydning for bjørnens fysiologi. Ser man derimot hele jaktforsøket under ett, er andelen av disse atferdene forskjellig mellom hundetyperne, der spisshunder står i ro med bjørnen i mye større grad enn støverhunder, henholdsvis 59% mot 30%. Samtidig endret andelen av atferdene avhengig av lengden på jaktforsøket, der andelen i ro var høyere jo lenger jaktforsøket varte, antagelig fordi bjørnen ofte forlater opptaket og hundene derfor bruker tid på å stoppe bjørnen. Dette vil påvirke bjørnens gjennomsnittlige fart i løpet av et jaktforsøk og kan derved gi forskjeller i fysiologisk belastning mellom jaktforsøk med spisshunder kontra jaktforsøk med støverhunder.

I modellene for kroppstemperaturen og hjerterefrekvensen tas det ikke hensyn til bjørnens atferd i løpet av hele jaktforsøket. De statistiske modellene kan derimot beregne en teoretisk forventet verdi for kroppstemperatur og hjerterefrekvens for forskjellige jaktsituasjoner gitt verdien av variablene (bjørnens fart, antall hunder, minimum avstand bjørn-hund og lufttemperatur). Vi benyttet dette til å beregne forventet verdi for kroppstemperatur og hjerterefrekvens for halvtimesperioder i løpet av et typisk jaktforsøk, ved å legge inn gjennomsnittsverdiene av variablene for halvtimesperioder (basert på alle jaktforsøk) for fem jaktforsøkskategorier (en spisshund, to spisshunder,

én spisshund og én støverhund, én støverhund og to støverhunder). Dette viser at forventet gjennomsnittlig kroppstemperatur målt i tidsperioder gjennom et jaktforsøk gir ingen store forskjeller mellom jaktforsøkskategoriene, og knapt noen forskjell av biologisk betydning. Derimot gir antall hunder en økt forventet gjennomsnittlig hjerterefrekvens på ca. 30%, fra ca. 105–115 slag i minuttet i løpet av en typisk jakt med én hund, sammenlignet med ca. 135–145 slag i minuttet for en typisk jakt der to hunder benyttes.

4.2 Jaktforsøkernes fysiologiske belastning for bjørnen

Den fysiologiske belastningen ble målt som maksimal kroppstemperatur i løpet av jaktforsøket, og de høyeste verdiene målt i 90 minutter i løpet av jaktforsøkene for areal under kroppstemperaturkurven og gjennomsnittlig hjerterefrekvens. Disse målene tar ikke hensyn til bjørnens fart, avstand til hund etc., men undersøker hva hvert enkelt jaktforsøk representerer av fysiologisk belastning for bjørnen. Tross stor innsats i felt, har tilfeldigheter i tap av kroppstemperatur- og hjerterefrekvensdata skapt skjevhet i antall jaktforsøk med tanke på antall hunder og hundetyper. Få jaktforsøk og ubalansert utvalg gjør det derfor vanskelig å fastslå forskjeller mellom jaktforsøkskategorier statistisk sikkert. Vi ser likevel en tydelig tendens til at den fysiologiske belastningen for bjørnen avhenger av hundetype og antall hunder. Dette gjelder spesielt hvis vi sammenligner ytterpunktene, dvs. et jaktforsøk med én spisshund mot et jaktforsøk med to støverhunder. Det er en tydelig tendens til at jaktforsøk med to støverhunder resulterer i større fysiologisk belastning enn jaktforsøk med én spisshund. Dette representerer to mye benyttede former for praktisk jakt på bjørn med hund. Det var derimot ingen sammenheng mellom varigheten av jaktforsøkene og belastningsmålenes størrelse, dvs. at det er like stor sannsynlighet for å registrere store belastninger i korte som i lange jaktforsøk.

I de statistiske modellene for fysiologisk belastning i løpet av jaktforsøkene er det enten signifikante forskjeller eller tydelige tendenser for at verdiene av alle de fysiologiske belastningsmålene er større for jaktforsøk med to støverhunder eller én spisshund og én støverhund, enn for jaktforsøk der kun en spisshund ble benyttet. Tar man hensyn til skjevheten i materialet mellom jaktforsøkskategoriene, er det derimot kun signifikant forskjell i Areal under temperaturkurven, og da kun når 3 jaktforsøkskategorier sammenlignes. Da modellen for både temperatur og hjerterefrekvens viste at det er farten til bjørnen som stort sett styrer temperaturen og hjerterefrekvensen til bjørnen, er det naturlig å forvente at støverhunder som jager bjørnen 84% mer (59% mot 32% av tiden) i løpet av et jaktforsøk enn spisshunder, vil være en større fysiologisk belastning for bjørnen. Interessant nok er også den økte belastningen i form av et større areal under temperaturkurven i størrelsesorden 80% større for jaktforsøk der 2 støverhunder var benyttet sammenlignet med jaktforsøk der kun én spisshund var benyttet.

Analysene av hvor ofte bjørnen opplever tilsvarende fysiologiske belastninger i løpet av året viser tilsvarende tendenser, der den økte belastningen som to støverhunder medfører sjeldnere oppleves i resten av året sammenlignet med den belastningen en spisshund medfører. Både målt som høye temperaturer og arealet under temperaturkurven var belastningen større med to støverhunder eller én spisshund og én støverhund, og derved opplevd sjeldnere i løpet av resten av året enn den belastningen en spisshund medfører. De fysiologiske belastningene som jaktforsøk med to hunder av støvertypen, enten to støverhunder eller én spisshund og én støverhund, påfører bjørnene oppleves også relativt sjeldent av bjørnen i andre deler av året. Tar man f.eks. utgangspunkt i modellen for Areal under temperaturkurven og en tidsperiode på 4 måneder (juni–september) dvs. 122 dager, tilsvarer dette at bjørner opplever samme temperaturlastning som under jaktforsøk med to støverhunder kun 2 dager i denne perioden, mens den tilsvarende belastningen jaktforsøk med én spisshund medfører opplever bjørnene ca. en gang i uka (21 dager i løpet av perioden).

Det var derimot ingen statistisk forskjell mellom jaktforsøkskategoriene når skjevheten i materialet tas hensyn til. Modellen for frekvensen av tilsvarende opplevd gjennomsnittlig hjerterefrekvens som under jaktforsøk, gir også en tendens til forskjeller, men de er ikke signifikante verken i

modellen eller ved sammenligningen av marginale gjennomsnitt. Årsaken til at forskjeller i målene for fysiologisk belastning for det meste ikke kan statistisk sikkerstilles mellom jaktforsøkskategoriene, ligger nok sannsynligvis mest i antallet jaktforsøk med tilgjengelig fysiologidata og skjevheten mellom hundetype og antall hunder i mellom jaktforsøkene. Det er derfor behov for flere jaktforsøk med tilsvarende data for å kunne fastslå om disse resultatene er basert på tilfældigheter, eller om tendensen er riktig og at flere jaktforsøk i materialet vil gi statistisk signifikante forskjeller.

Sammenligningen med andre forstyrrelser viser at for alle tre målene for fysiologisk belastning (Maksimal kroppstemperatur, Areal under kroppstemperaturkurven og Gjennomsnittlig hjertefrekvens) i 30-minuttersperioder, er det signifikant mindre fysiologisk belastende for bjørner å møte mennesker i skogen enn å bli jaktet på av hunder. Dette kan også fastslås statistisk sikkert da datamaterialet har et større utvalg og det er bedre balanse mellom gruppene som testes. Årsaken til forskjellen er trolig et resultat av den prinsipielle forskjellen mellom et møte med mennesker og et jaktforsøk, når det gjelder hvorvidt bjørnen blir forfulgt. Under jakt forfølges bjørnene av hunder over lengre tid, mens i et møte med mennesker kan bjørnen fjerne seg fra forstyrrelsen uten å bli forfulgt, og kan derfor velge å ikke utsette seg for noen større fysiske belastning for å unngå videre forstyrrelser. Tidligere studier har vist at bjørner som møter mennesker blir sjelden observert, sniker seg vekk fra møtet med relativt lav fart og slår seg til ro igjen ca. 1 km fra møteplassen (Moen mfl. 2012, Sahlén mfl. 2015).

Det var ingen forskjell mellom jaktforsøkene og de mest belastende episodene i løpet av sommeren for alle tre mål på fysiologisk belastning. Dette tyder på at de enkelte bjørnene av og til opplever fysiologiske belastninger i løpet av sommeren, som er minst like belastende som i løpet av jaktforsøkene. Årsakene til de fysiologiske belastningene om sommeren er vanskelig å vite. Det kan være belastninger som er en naturlig del av bjørnens økofysiologi, f.eks. i relasjon til andre bjørner under brunsten eller ved fangst av byttedyr. Bjørnen tar mer elgkalv og andre byttedyr i juni–juli sammenlignet med høsten (Swenson mfl. 2010). Det kan også være menneskeskapte forstyrrelser. Derimot var arealet under temperaturkurven som bjørnen hadde opplevd om høsten lavere enn i løpet av jaktforsøkene, og både arealet under temperaturkurven og maksimal kroppstemperatur var også lavere enn om sommeren. Det er overraskende at bjørnene i gjennomsnitt opplever lavere temperaturlastinger om høsten enn om sommeren når de om høsten kan bli jaktet på med hunder. Årsaken til dette er vanskelig å forklare, men kan muligens være forårsaket av naturlige fysiologiske belastninger (f.eks. brunst og byttedyrfangst) om sommeren, muligens i kombinasjon med høyere lufttemperaturer, eller endringer i bjørnens fysiologi om høsten med en generelt lavere kroppstemperatur (Evans mfl. 2016). Det er allikevel verdt å merke seg at den høyeste kroppstemperaturen registrert var under jaktforsøkene, og at 36% av bjørnene opplevde den høyeste kroppstemperaturen det gjeldende året under et jaktforsøk, og i 64% av jaktforsøkene kunne den høyeste kroppstemperaturen registrert karakteriseres som overoppheting.

4.3 Følgeeffekter

Bjørnene hvilte 11% mer dagen etter et jaktforsøk, og de hvilte lenger jo lenger jaktforsøket hadde vart, noe som tyder på at et jaktforsøk er en fysisk belastning for bjørnene som sannsynligvis krever en viss restitusjon dagen etter. Bjørnene vandret ikke mindre døgnet etter jaktforsøket, som også tyder på at bjørnene faktisk hviler mer og ikke nødvendigvis bare skjuler seg mer ved å gå kortere distanser. Aktivitetsmåleren i halsbåndet gir også et mer nøyaktig mål på faktisk inaktivitet (dvs. hvile) enn forflytning, da bjørnen også kan være aktiv uten å forflytte seg, f.eks. om den konsentrere fødesøket til mindre arealer. Hundetype og antall hunder ga ingen utslag for hvor mye bjørnene hvilte døgnet etter jaktforsøket. Da det ikke er noe forskjell i hvor lenge jaktforsøkene varte for de forskjellige jaktforsøkskategoriene, tyder dette på at alle jaktforsøkene var fysisk belastende uavhengig av hundetype og antall.

5 Konklusjon

Hundetyperne har forskjellig atferd der spisshunder står mest i ro med bjørnen (ca. 2/3 av tiden), mens støverhundene jager mer av tiden etter bjørnen (ca. 2/3 av tiden) i løpet av jaktforsøkene. Vi fant at to støverhunder i jaktforsøket sammenlignet med én spisshund så ut til å resultere i høyere kroppstemperatur, større temperaturlastning og høyere gjennomsnittlig hjerterefrekvens for bjørnen, samt fysiologiske tilstander som sjeldnere oppleveres av de samme bjørnene i andre deler av året. Det er imidlertid nødvendig med flere jaktforsøk og bedre balanse i forsøk med ulike hundetyper og antall før vi med sikkerhet kan konkludere.

Hundetype i seg selv ga ingen forskjell i bjørnens fysiologiske reaksjon under sammenlignbare situasjoner (lik fart på bjørnen, avstand hund-bjørn, o.l.), men det ser ut til at to hunder gir mer stress enn én hund under ellers like forhold. Selv om jaktforsøkene var belastende og bjørnen hvilte i gjennomsnitt ca. en time ekstra døgnet etter, så det ikke ut til at hundetype og antall hunder gir forskjeller i bjørnens hviletid, eller bjørnens forflytning i døgnet etter jaktforsøkene. Jaktforsøkene ga ofte høye kroppstemperaturer som kan karakteriseres som overoppheting. Tilsvarende belastninger som under jaktforsøkene oppleveres sjelden, men var ikke større enn de mest belastende fysiologiske opplevelsene i andre deler av året.

6 Referanser

- Arnemo, J.M. & Caulkett, N.A. 2007. Stress. I West, G, Heard, D. & Caulkett, N.A. (red.) Zoo animal and wildlife anesthesia and immobilization. Blackwell Publications, Ames, Iowa, USA. S. 103-109.
- Arnemo, J.M. & Evans, A.L. 2017 Biomedical protocols for free-ranging brown bears, gray wolves, wolverines and lynx. Inland Norway University of Applied Sciences, Evenstad.
- Arnemo, J.M., Evans, A.L., Fahlman, Å. & Caulkett, N. 2014. Field emergencies and complications. I West, G, Heard, D. & Caulkett, N.A. (red.) Zoo animal and wildlife anesthesia and immobilization 2nd edition. Blackwell Publications, Ames, Iowa, USA. S. 139-147.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B. & Walker, S. 2015. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48. <doi:10.18637/jss.v067.i01>.: <https://cran.r-project.org/web/packages/lme4/citation.html>
- Bischof, R; Fujita, R; Zedrosser, A; Söderberg, A. & Swenson, J.E. 2008. Hunting patterns, ban on baiting, and harvest demographics of brown bears in Sweden. *Journal of Wildlife Management*, 72, pp. 79-88, 2008.
- Evans, A.L., Singh, N.J., Friebe, A., Arnemo, J.M., Laske, T.G., Fröbert, O., Swenson, J.E. & Blanc, S. 2016. Drivers of den entry and exit in free-ranging brown bears. *Frontiers in Zoology* 13: 7.
- Evans, A.L., Singh, N.J., Blanc, S., Fuchs, B., Friebe, A., Swenson, J.E. & Arnemo, J.M. Body size determines depth and length of hibernation in free-ranging brown bears. Manuskript.
- Fahlman, Å., Arnemo, J.M., Swenson, J.E., Pringle, J., Brunberg, S., & Nyman, G. 2011. Physiologic Evaluation of Capture and Anesthesia with Medetomidine–Zolazepam–Tiletamine in Brown Bears (*Ursus arctos*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 42: 1-11
- Gervasi, V; Brunberg, S. & Swenson, J E (2006): An individual approach to measure activity levels: a test on brown bears. *Wildlife Society Bulletin* 34: 1314-1319
- Lenth, R (2018). emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. R package version 1.1.3. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>
- Moen, G.K.; Støen, O.-G.; Sahlén, V. & Swenson, J.E. 2012. Behaviour of solitary adult Scandinavian brown bears (*Ursus arctos*) when approached by humans on foot. *PLOS ONE* 7: e31699
- Swenson, J.; Dahle, B.; Busk, H.; Opseth, O.; Johansen, T.; Söderberg, A.; Wallin, K.; Cederlund, G. 2010. Predation on Moose Calves by European Brown Bears. *The Journal of Wildlife Management*. 71. 1993 - 1997
- Sahlén, V.; Ordiz, A.; Swenson, J.E. & Støen, O.-G. 2015. Behavioural differences between single Scandinavian brown bears (*Ursus arctos*) and females with dependent young when experimentally approached by humans. *PLOS ONE* 10: e0121576
- Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., Sarkar, D. & R Core Team. 2017. nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-130, <URL: <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>>.
- Zeileis, A. & Grothendieck, G. 2005. zoo: S3 Infrastructure for Regular and Irregular Time Series. *Journal of Statistical Software* 14: 1-27. doi:10.18637/jss.v014.i06

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-3232-6

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger