

1952

NINA Rapport

Brunbjørnbidders arealbehov og betydningen av svensk forvaltning for bestandsutviklingen i Region 6

Ole-Gunnar Støen
Neri Horntvedt Thorsen
Erlend B. Nilsen
Inger Maren Rivrud
Jonas Kindberg



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 engelsk, som NINA Report.

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

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 forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Brunbjørnbuffers arealbehov og betydningen av svensk forvaltning for bestandsutviklingen i Region 6

Ole-Gunnar Støen
Neri Horntvedt Thorsen
Erlend B. Nilsen
Inger Maren Rivrud
Jonas Kindberg

Støen, O.-G., Thorsen, N.H., Nilsen, E.B., Rivrud, I.M. & Kindberg, J. 2021. Brunbjørnbuffers arealbehov og betydningen av svensk forvaltning for bestandsutviklingen i Region 6. NINA Rapport 1952. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, januar 2021

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4730-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

John Odden

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Kristin Thorsrud Teien (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Statsforvalteren i Trøndelag, Rovviltnemda Region 6

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Inga Stamnes

FORSIDEBILDE

Binne med to unger fanget opp på viltkamera i Lierne ©NINA

NØKKEORD

- Trøndelag
- Sverige
- brunbjørn
- *Ursus arctos*
- arealbruk
- habitat
- populasjonsutvikling
- forvaltning

KEY WORDS

- Trøndelag
- Sverige
- brown bear
- *Ursus arctos*
- area use
- habitat
- population development
- management

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 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
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Støen, O.-G., Thorsen, N.H., Nilsen, E.B., Rivrud, I.M. & Kindberg, J. 2021. Brunbjørnbinnens arealbehov og betydningen av svensk forvaltning for bestandsutviklingen i Region 6. NINA Rapport 1952. Norsk institutt for naturforskning.

Rovviltnemnda i Region 6 ga Norsk institutt for naturforskning (NINA) i oppdrag å utrede om det er forvaltningsområdets areal og kvalitet som er begrensende faktor for antall årlige ynglinger av bjørn, eller om det skyldes andre årsaker slik som beskatning og forvaltning i Norge eller Sverige. For å kunne svare på dette benyttet vi habitatanalyser av data fra GPS-merkede voksne binner i det Skandinaviske bjørneprosjektet og simuleringer av bestandsutvikling ut fra bestandsparametere fra den Skandinaviske bjørnepopulasjonen og kjente avganger av binner i Region 6 og tilgrensende områder i Sverige.

Da forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 inneholder mye fjell og ellers spredte skogsområder med relativt korte avstander til fjell, og det ikke er radiomerkede binner i området, benyttet vi data fra GPS-merkede binner i tilsvarende områder i Sverige med nærhet til fjell for analyser av hjemmeområdestørrelser og habitatbruk. Vi beregnet kart over egnet habitat og sannsynlig størrelse på hjemmeområdene til binner basert på data fra svenske binneres GPS-posisjoner og habitatbruk. Den beste modellen for hjemmeområdestørrelser viste at arealet de voksne bjørnebinnene i Sverige benyttet var mindre når binnene hadde årsunger og jo lenger nord binnene holdt til, mens arealet økte med andelen fjell og vann innen hjemmeområdet. Forutsetter vi at binneres hjemmeområder i Region 6 har tilsvarende habitatfordeling som kun i det egne habitatet for bjørn i forvaltningsområdet, vil den predikerte hjemmeområdestørrelsen være 268 km² (prediksjonsintervall 92, 781 km²) for voksne binner med årsunger, og 477 km² (prediksjonsintervall 107, 1356 km²) for voksne binner som ikke går med årsunger, dvs. enslige eller binner med eldre unger. Forutsetter vi derimot at binneres hjemmeområder i Region 6 har tilsvarende habitatfordeling som hele forvaltningsområdet, vil den tilsvarende predikerte hjemmeområdestørrelsen være henholdsvis 345 km² (prediksjonsintervall 114, 1053 km²) og 616 km² (prediksjonsintervall 208, 1827 km²). Da bjørnene forventes å bruke en habitatsammensetning nærmere sammensetningen innenfor egne bjørnehabitat (dvs. der bjørnen forventes å oppholde seg ca. 95% tiden), forventes det at binner uten årsunger, dvs. enslige eller binner med eldre unger, i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 vil bruke i gjennomsnitt en hjemmeområdestørrelse på 500-600 km². I år de går med årsunger, forventes binnene å bruke halve arealet.

Habitatkartet viste at 3320 km² (45% av totalarealet) av det totale arealet på 7350 km² i forvaltningsområdet kan karakteriseres som egnet habitat for voksne binner, mens 4031 km² (55 % av totalarealet) karakteriseres som uegnet habitat og vil sannsynligvis brukes i liten utstrekning av binnene (< 5% av tiden). Tidligere beregninger har vist at det kreves 8 voksne binner for å kunne sikre 3 årlige ynglinger som er forvaltningsmålet i Region 6. Vi satte derfor opp arealet av egnet habitat i forvaltningsområdet mot det predikerte totale arealet av egne habitat i hjemmeområder for 8 voksne binner ved ulik grad av overlapp i hjemmeområdene. Beregningene viser at forvaltningsområdet forventes å inneholde store nok arealer med egnet habitat for minst 8 voksne binner.

I simuleringer av bestandsutviklinger tok vi utgangspunkt i de demografiske ratene for den Skandinaviske bjørnebestanden og en bestand på 11 binner, som var bestandsestimatet for bjørn i Region 6 i 2011. Simulering av bestandsutviklingen uten fellinger ga en gradvis økning i antallet binner og endte etter åtte tids-steg med en median på 29 binner i 2019. Simulering med kun de to registrerte norske fellingene i perioden lagt inn ga nesten tilsvarende bestandsutvikling og ender med en median på 28 binner. En simulering der man i tillegg legger inn 10 kjente fellinger i Sverige i 2011-2018 av binner med påvist opphold i Norge ga en median på kun 16 binner i 2019, som er betydelig nærmere det observerte bestandsforløpet i regionen med 12 binner påvist i 2019. Dette viser at fellingene i Sverige har hatt en betydelig negativ påvirkning på

bestandsforløpet, og teoretisk sett har gitt en 43% lavere bestand av binner i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6.

Dagens svenske forvaltning i perioden 2011-2018 har medført felling av 23 binner i Sverige innenfor en 15 km buffer fra grensen til forvaltningsområdet for bjørn i Region 6. 10 av disse binnerne hadde delvis opphold i Norge. Simuleringer av fremtidig bestandsutvikling i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 for de neste 5 og 10 år gitt tilsvarende felling i Sverige av binner med delvis opphold i Norge ville etter 10 år gitt en bestand på 18 binner. Dersom ingen binner med delvis opphold i Norge blir felt innenfor denne 15 km bufferen i Sverige ville bestanden vært 17 binner etter 5 år. Dette tilsier at det vil ta mer enn 10 år med dagens avskytingsnivå i Sverige før bestanden i Region 6 er oppe i 19 binner i alle aldre, som er nødvendig for å sikre 3 årlige ynglinger. Fremtidige fellinger i Sverige av binner med tilhold i Norge på tilsvarende nivå som dagens nivå vil ha en betydelig effekt på Region 6 sin mulighet til å oppnå bestandsmålet for bjørn de neste årene. Fellinger i Sverige av 8 binner med påvist tilhold i Norge innenfor en avstand av 15 km fra forvaltningsområdets grense, er sannsynligvis den viktigste årsaken til at man ikke har hatt en økning av bjørnebestanden i Region 6 i perioden 2012-2017.

Habitatkartet for forvaltningsområdet viser at det meste av det egne bjørnehabitatet er i de sørøstlige deler mot grensen til Sverige og sørvestlige deler mot Namdalen. I disse områdene er det også mye egnet habitat utenfor grensene av forvaltningsområdet inn i Sverige og vest for E6, noe som kan føre til at binner i disse områdene kan ha høyere risiko for å bli skutt i Sverige og høyere sannsynlighet for å kunne oppholde seg vest for E6. Da avskytingen i Sverige sannsynligvis vil fortsette å påvirke den fremtidige bestandsutviklingen i forvaltningsområdet, vil en oppnåelse av bestandsmålet på 3 årlige ynglinger sannsynligvis være mer avhengig av en økning i antallet binner i de vestre delene av forvaltningsområdet sammenlignet med områdene på grensen mot Sverige.

Ole-Gunnar Støen. Norsk institutt for naturforskning: ole.stoen@nina.no
Neri Horntvedt Thorsen. Norsk institutt for naturforskning: neri.thorsen@nina.no
Erlend B. Nilsen. Norsk institutt for naturforskning: erlend.nilsen@nina.no
Inger Maren Rivrud. Norsk institutt for naturforskning: inger.rivrud@nina.no
Jonas Kindberg. Norsk institutt for naturforskning: jonas.kindberg@nina.no

Abstract

Støen, O.-G., Thorsen, N.H., Nilsen, E.B., Rivrud, I.M. & Kindberg, J. 2021. Area use by female brown bears and the significance of Swedish management in the population development in Region 6. NINA Report 1952. Norwegian Institute for Nature Research.

The large carnivore management board in Region 6 commissioned the Norwegian Institute for Natural Research (NINA) to investigate whether the size and quality of the management area is a limiting factor for the number of annual litters of brown bears, or whether it is due to other reasons such as culling and the management in Norway or Sweden. To be able to answer this, we analysed habitat data from GPS-tagged adult females in the Scandinavian brown bear research project and made simulations of population development based on population parameters from the Scandinavian bear population and known deaths of females in Region 6 and adjacent areas in Sweden.

As the management area for brown bears in Region 6 contains much mountainous habitat and otherwise scattered forest habitat with relatively short distances to mountains, and there is no radio-collared female brown bears in the area, we used data from female brown bears in comparable areas in Sweden with proximity to mountains for the analyses of home range sizes and habitat use. We estimated habitat maps and maps of suitable habitat for females, as well as home range sizes based on the Swedish females GPS positions and the habitat within their home ranges. The best model for home area sizes showed that the size of the home range used by adult female bears in Sweden was smaller when the females had yearlings and the further north the females lived, while the area increased with the proportion of mountains and water within the home range. Assuming that the home ranges of female brown bears in Region 6 have the same habitat composition as within the suitable habitat for bears in the management area, the predicted home range size will be 268 km² (prediction interval 92, 781) for adult females with cubs of the year, and 477 km² (prediction interval 107, 1356) for other adult female categories, i.e. single or with older cubs. If the home ranges of female brown bears in Region 6 have the same habitat composition as within the entire management area, the predicted home range size will be 345 km² (prediction interval 114, 1053) and 616 km² (prediction interval 208, 1827), respectively. Because the bears are expected to use a habitat composition closer to the composition within suitable bear habitat (i.e. where the bear is expected to stay approximately 95% of the time), it is expected that females without cubs of the year, i.e. solitary or females with older young, will use an average home area size of 500-600 km². In years with cubs of the year, the females are expected to use half the area.

The habitat map showed that 3320 km² (45% of the total area) of the total area of 7350 km² in the management area can be characterized as suitable habitat for adult females, while 4031 km² (55% of the total area) is characterized as unsuitable habitat and will probably be used to a small extent by the female bears (<5% of the time). Previous calculations have shown that 8 adult females are required to be able to secure 3 annual litters, which is the management goal in Region 6. We therefore compared the total area of suitable habitat in the management area against the predicted total area of suitable habitat within home ranges for 8 adult females with varying degrees of overlap among the home ranges. The calculations show that the management area most likely contains large enough areas with suitable habitat for minimum 8 adult females.

In simulations of population developments, we used the demographic rates for the Scandinavian bear population and a start population of 11 females, which was the population estimate for bears in Region 6 in 2011. Simulation of population development without culling gave a gradual increase in the number of females and ended after eight time steps with a median of 29 females in 2019. Simulation with addition two Norwegian females known culled in the period gave almost similar population development and ends with a median of 28 females. A simulation with the two Norwegian females culled and additional 10 females with proven residence in Norway known

culled in Sweden gave a median of only 16 females in 2019, which is significantly closer to the observed population development in the region with an estimate of 12 females in 2019. This shows that the culling in Sweden has had a significant negative impact on the population growth and has theoretically resulted in a 43% lower population of females in the bear management area in Region 6.

The current Swedish management in the period 2011-2018 has resulted in the culling of 23 females in Sweden within a 15 km buffer from the border to the management area for bears in Region 6, of which 10 with partial residence in Norway. Simulations of future population development in the management area for bears in Region 6 for the next 5 and 10 years given a similar culling in Sweden of females with partial residence in Norway as previously seen would after 10 years give a population of 18 females. If no females with a partial residence in Norway are culled within this 15 km buffer in Sweden, the population would be 17 females after 5 years. This indicates that it will take more than 10 years with the current culling level in Sweden before the population in Region 6 reach 19 females of all ages, which is necessary to ensure 3 annual juveniles. Future culling of females in Sweden at a level similar to the current level will have a significant effect on Region 6's ability to achieve the population target for bears in the coming years. The culling in Sweden of 8 females with a proven partial residence in Norway within a distance of 15 km from the boundary of the management area is probably the most important reason why there has not been an increase in the bear population in Region 6 in the period 2012-2017.

The habitat map for the management area shows that most of the suitable bear habitat is in the south-eastern parts towards the border with Sweden and south-western parts towards Namdalen. In these areas, there is also much suitable habitat outside the boundaries of the management area into Sweden and west of the E6, which may lead to females in these areas having a higher risk of being shot in Sweden and a higher probability of roaming west of E6. As the culling in Sweden is likely to continue to affect future population development in the management area, achieving the population target of 3 annual litters will probably be more dependent on an increase in the number of females in the western parts of the management area compared to the areas on the border with Sweden.

Ole-Gunnar Støen. Norwegian Institute for Nature Research: ole.stoen@nina.no
Neri Horntvedt Thorsen. Norwegian Institute for Nature Research: neri.thorsen@nina.no
Erlend B. Nilsen. Norwegian Institute for Nature Research: erlend.nilsen@nina.no
Inger Maren Rivrud. Norwegian Institute for Nature Research: inger.rivrud@nina.no
Jonas Kindberg. Norwegian Institute for Nature Research: jonas.kindberg@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Abstract	5
Innhold	7
Forord	8
1 Innledning	9
2 Metode	10
2.1 Del 1 – arealbehov.....	10
2.2 Del 2 – betydningen av svensk forvaltning.....	16
3 Resultater	19
3.1 Del 1 – arealbehov.....	19
3.1.1 Habitatvalgmodell basert på data fra svenske binner.....	19
3.1.2 Habitatvalgmodellen anvendt på forvaltningsområdet for bjørn i Region 6.....	22
3.1.3 Hvor store areal må en forvente at bjørnebinner vil benytte?.....	24
3.1.4 Hvordan svarer tilgjengelig habitat til arealbehovet?.....	26
3.2 Del 2 – betydningen av svensk forvaltning.....	30
3.2.1 Kjente fellinger av binner i 2011-2018.....	30
3.2.2 Simulering av bestandsforløp med og uten felling.....	31
3.2.3 Scenarier for bestandsutvikling.....	33
4 Diskusjon	34
4.1 Del 1 – arealbehov.....	34
4.2 Del 2 – betydningen av svensk forvaltning.....	35
4.3 Andre relevante betraktninger.....	37
4.4 Konklusjoner.....	37
5 Referanser	38

Forord

Etter en anbudsrunde fikk NINA i oppdrag å skaffe til veie ytterligere kunnskap om forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 med en utredning i to deler som skal svare på spørsmålene:

Del 1:

1.1 Hvor store areal må en forvente at bjørnebinner i forvaltningsområdet i Trøndelag vil benytte?

1.2 Hvordan svarer tilgjengelig habitat innenfor dagens forvaltningsområde for bjørn i Region 6, til arealbehovet for bjørnebinnene som må til for å oppnå forvaltningsmålet i regionen?

Del 2:

2.1 Hvordan har svensk forvaltning av bjørn påvirket bjørnebestanden i Region 6?

2.2 Hvilken effekt har dagens avskytingsnivåer i Sverige på Region 6 sin mulighet til å nå bestandsmålet for bjørn?

2.3 Hva er årsaken til at man ikke har hatt en økning av bjørnebestanden i Region 6 i perioden 2012- 2017?

I konkurransegrunnlaget inngikk det også en opsjon under del 1 med ett punkt 1.3 for videre utredning dersom dagens areal ansees å være for lite etter at utredning av punkt 1.1 og 1.2 var utført. Opsjonen bestod av følgende spørsmål og oppdrag:

1.3

a) Dersom dagens areal anses å være for lite, hvor mye mer areal må innlemmes i forvaltningssonen for at sonen skal bli tilstrekkelig for å romme leveområdene til de binnene en trenger for å oppnå bestandsmålet?

b) Utform tre konkrete eksempler med alternative avgrensninger av forvaltningssonen, som anses å romme nok areal av egnet habitat.

Da dagens areal ikke kunne ansees å være for lite etter utredningen av punkt 1.1 og 1.2 ble ikke denne opsjonen utløst.

31. januar 2021

Ole-Gunnar Støen

1 Innledning

I Rovviltregion 6 Midt Norge er det fastsatt et bestandsmål på tre årlige ynglinger av bjørn. Bestandsmålet er ennå ikke nådd, da gjennomsnittet de siste årene har ligget på 2 årlige ynglinger (Fløystad mfl. 2020). I forbindelse med revidering av nåværende forvaltningsplan er det nødvendig med en estimering av arealkravet for å oppnå bestandsmålet for bjørn. Dette for å vurdere om dagens forvaltningsområde har tilstrekkelig størrelse av egnet habitat.

Rovviltnemnda skal revidere forvaltningsplanen for å nå det fastsatte bestandsmålet for bjørn basert på de nasjonale målsetningene i regionen. Forvaltningsplanen skal inneholde konkrete retningslinjer for geografisk arealdifferensiering, og utgjør roviltnemndas grunnlag for å vurdere bruk av blant annet forebyggende og konfliktdempende tiltak. På bakgrunn av dette har roviltnemnda gitt Norsk institutt for naturforskning (NINA) i oppdrag å skaffe til veie ytterligere kunnskap om forvaltningsområdet for bjørn i roviltregion 6.

Utredning skal svare på om det er forvaltningsområdets areal og kvalitet som er begrensende faktor for antall ynglinger, eller om det skyldes andre årsaker slik som beskatning og forvaltning. Utredningen består av to deler og besvarer følgende spørsmål:

Del 1:

- 1.1 Hvor store areal må en forvente at bjørnebinner i forvaltningsområdet i Trøndelag vil benytte?
- 1.2 Hvordan svarer tilgjengelig habitat innenfor dagens forvaltningsområde for bjørn i Region 6, til arealbehovet for bjørnebinnene som må til for å oppnå forvaltningsmålet i regionen?

Del 2:

- 2.1 Hvordan har svensk forvaltning av bjørn påvirket bjørnebestanden i Region 6?
- 2.2 Hvilken effekt har dagens avskytingsnivåer i Sverige på Region 6 sin mulighet til å nå bestandsmålet for bjørn?
- 2.3 Hva er årsaken til at man ikke har hatt en økning av bjørnebestanden i Region 6 i perioden 2012- 2017?

2 Metode

2.1 Del 1 – arealbehov

Bjørnens bruk av områder i Skandinavia

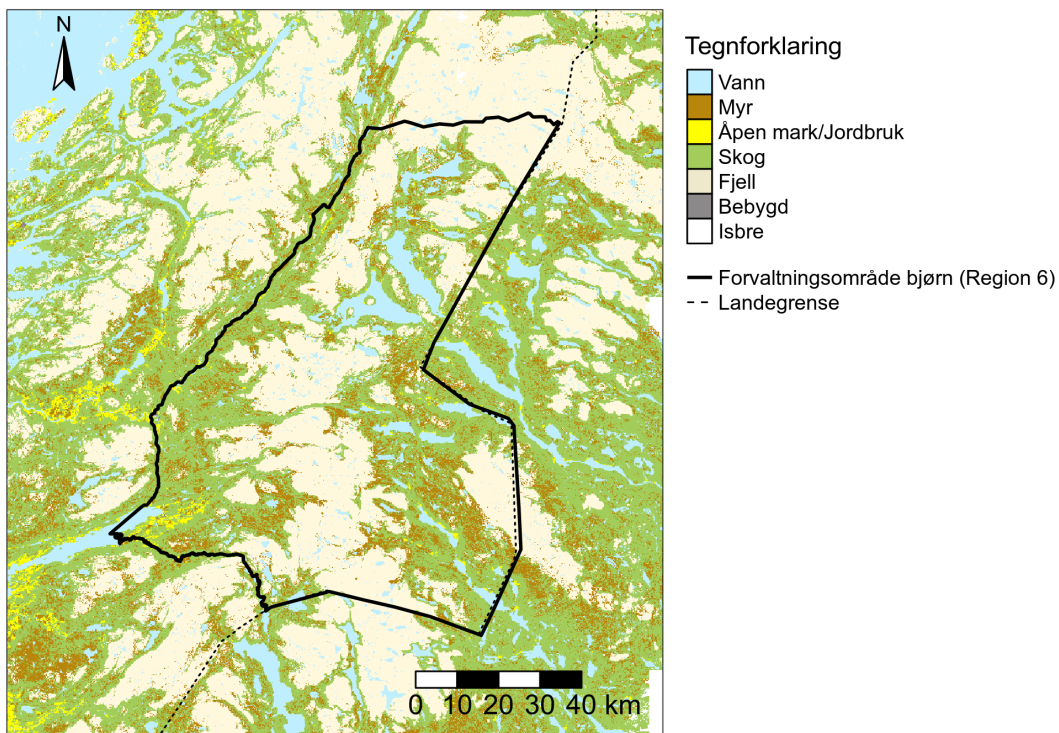
Brunbjørnen i Skandinavia er i hovedsak en skogslevende omnivor som unnviker mennesker og deres aktivitet i både rom og tid (Nelleman mfl. 2007, Ordiz mfl. 2014). Bjørner som bruker åpent habitat eller områder nære folk, bruker disse områdene nattetid og velger kupert terreng (Martin mfl. 2010). Bjørnepopulasjonen i Skandinavia er anslått til å være knapt 3000 individer med de høyeste tetthetene i boreale habitater (Bischof mfl. 2019).

Bruk av data fra radiomerkede binner i Sverige

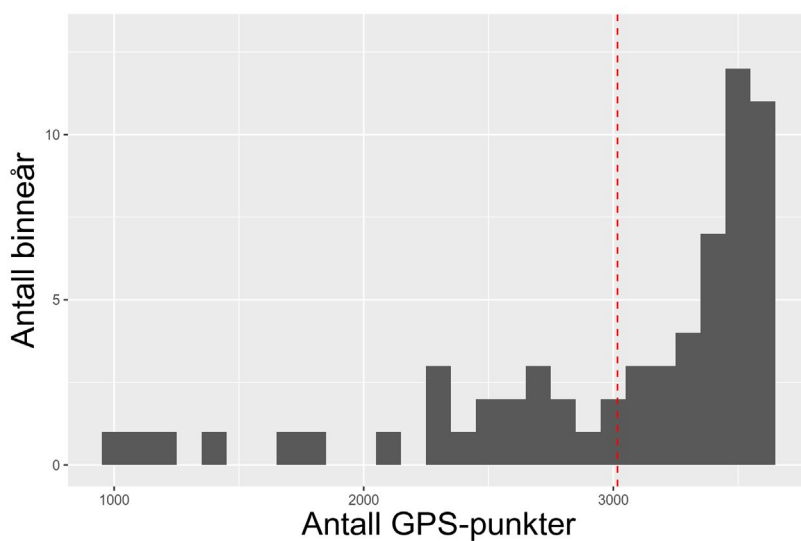
Analysen av areal- og habitatbruk kan best gjøres ved å benytte seg av data fra GPS-merkede individer på stedet man vil undersøke. Det Skandinaviske bjørneprosjektet har pågått siden 1984, merket bjørner med GPS siden 2003 og prosjektet er pågående. Hovedtyngden av disse bjørnene befinner seg i Sverige, der populasjonen også er betraktelig større, og det finnes ikke data fra GPS-merkede bjørner i forvaltningsområdet i Region 6. I analysene av areal- og habitatbruk har vi derfor benyttet data fra GPS-merkede voksne binner (≥ 4 års alder) radiomerket i Sverige av det Skandinaviske bjørneprosjektet, og valgte ut binner fra tilsvarende habitat som i Region 6 for bruk i analysene (se «Sammenlignbarhet i habitatbruk» under for beskrivelse). For å sikre spredning i tid, og at GPS-posisjonene dekket hele hjemmeområdet binnene benyttet, brukte vi kun posisjoner med minimum 1 times avstand i tid og de årene der individene hadde mer enn 1000 GPS-posisjoner fordelt på minimum 4 måneder i perioden 1 mai-30 september, som dekker bjørnens aktive periode når de ikke ligger i hi.

Sammenlignbarhet i habitatbruk

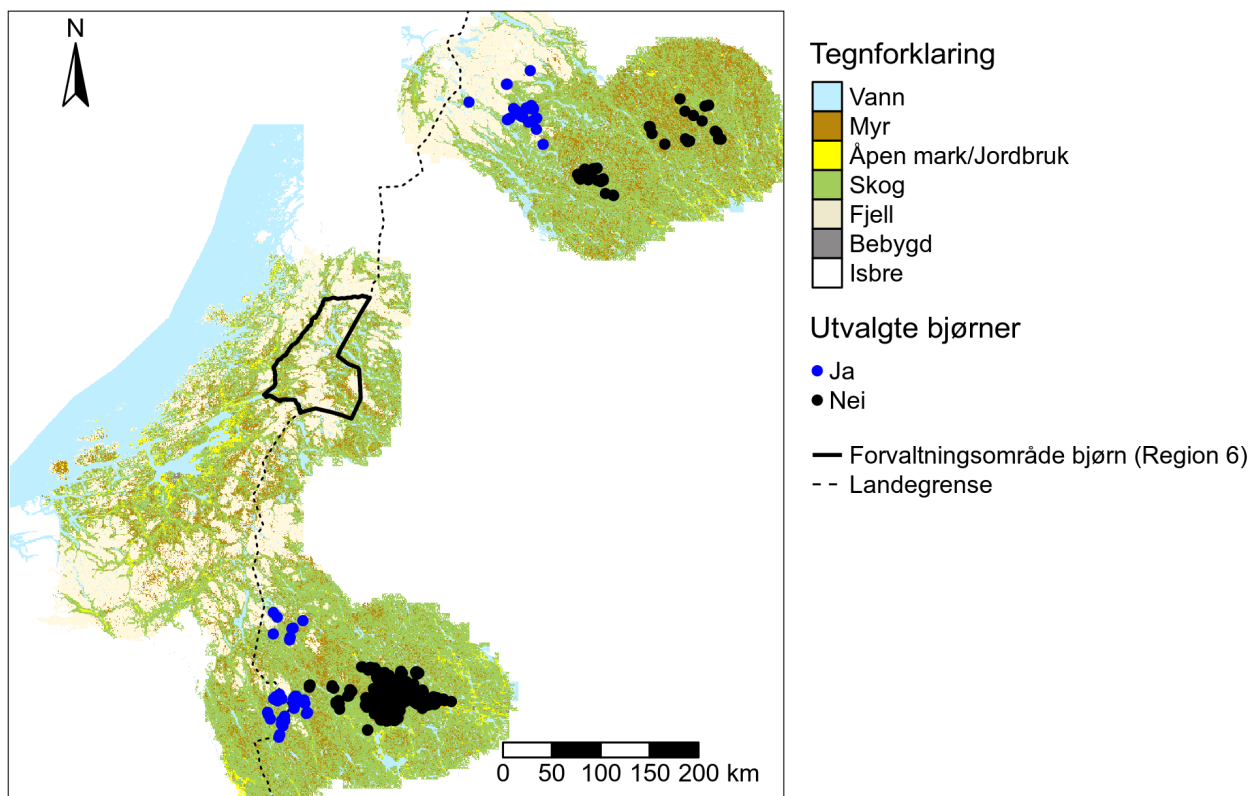
Forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 inneholder 40% fjell (**Figur 2.1**) og inneholder ellers spredte skogsområder med relativt korte avstander til fjell i hele forvaltningsområdet (**Figur 2.2**). Den største avstanden til fjell i forvaltningsområdet er under 6,1 km (**Figur 2.2**), noe som ville medføre en maksimal størrelse på 117 km² for et sirkulært hjemmeområde om det ikke skal inneholde fjellhabitat. Tidligere studier fra Sverige har beregnet at binner i gjennomsnitt bruker et hjemmeområde på 217-529 km² avhengig av lokasjon (Sør- eller Nord-Sverige) og beregningsmetode (Dahle og Swenson 2003, Støen m.fl. 2005, Støen og Moen 2016). Det er derfor stor sannsynlighet for at bjørner innenfor forvaltningsområdet i Region 6 vil måtte ha fjellhabitat i deler av sitt hjemmeområde. Vi benyttet derfor data kun fra svenske binner i tilsvarende områder med nærhet til fjell for analyser av hjemmeområdestørrelser og habitatbruk (**Figur 2.3**). Dette ga oss totalt 190 058 GPS-posisjoner fra 26 voksne binner (≥ 4 års alder) og totalt 63 årlige hjemmeområder, da mange av individene var fulgt over flere år (**Figur 2.3**).



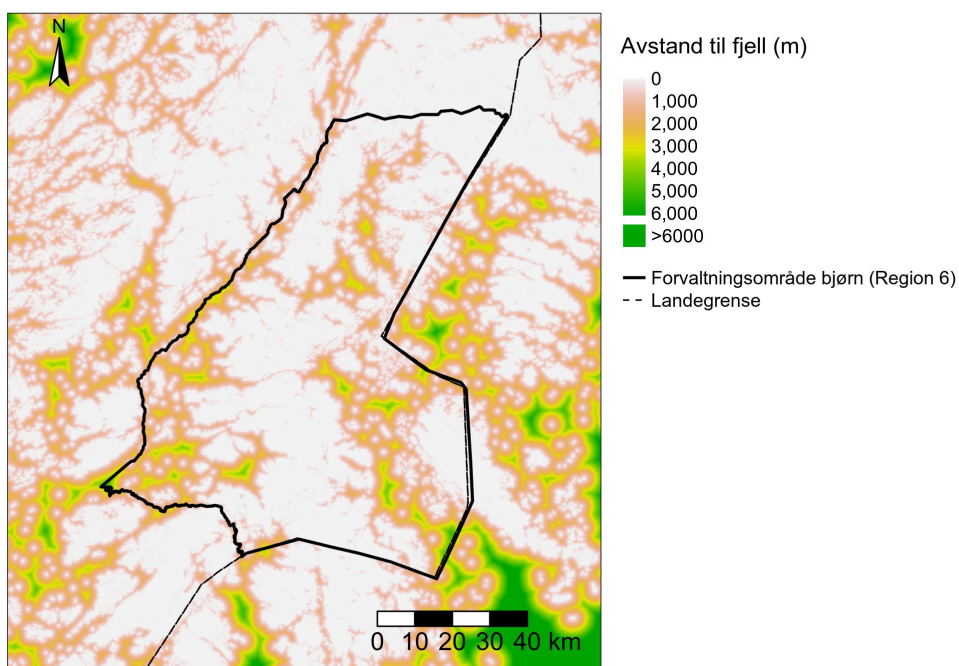
Figur 2.1 Habitatfordelingen i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6.



Figur 2.2 Antallet GPS-punkter for 64 voksne binnear (≥ 4 års alder) årlige hjemmeområder benyttet i analysene. Stiplet vertikal strek viser gjennomsnittlig antall GPS-punkter for alle årlige hjemmeområder.



Figur 2.3 Lokaliseringen (sentrum av hjemmeområdet) av 378 årlige hjemmeområder fra 118 voksne binner (≥ 4 års alder) radiomerket med GPS i Sverige. Blå prikker viser årlige hjemmeområder (63 årlige hjemmeområder fra 26 voksne binner) i fjellområder som vi har valgt å inkludere i analysene, og sorte prikker viser årlige hjemmeområder fra andre voksne binner i det Skandinaviske bjørneprosjektet. Forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 vises som sort linje.



Figur 2.4 Avstand til fjell i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6.

Estimater av svenske bidders hjemmeområde

Vi brukte «minimum convex polygon» (MCP) (Mohr 1947) og «kernel density» til å estimere beliggenheten og størrelsen på hjemmeområdet til de svenske bidders (Worton 1989). MCP er den enkleste metoden og trekker linjer mellom GPS-punktene til ei binne for å lage det minst mulige konvekse polygonet som representerer bidders hjemmeområde. Kernelmetoder bruker en funksjon til å si noe om hvor sannsynlig det er at ei gridcelle er inkludert i hjemmeområdet. Begge metodene har til felles at de kan gi hjemmeområdets størrelse ved ulike isopletter. De ulike isoplettene angir hvor stor andel av punktene som havner innenfor det estimerte hjemmeområdet. Vi brukte 90 %, 95 % og 100 % isopletter for begge metodene, og undersøkte visuelt hvilken metode som ga best samsvar mellom GPS-punktene og arealet som ble definert som hjemmeområdet til bidders, f.eks. at det ikke ble inkludert store områder uten GPS-punkter i det definerte hjemmeområdet. Det som ga best samsvar var hjemmeområder beregnet med kernelmetoden, og med 95 % isoplet. Dette ble derfor benyttet i videre analyser.

Prediksjon av bidders hjemmeområdestørrelse i Region 6

For å kunne forutsi hjemmeområdestørrelsen hos bidders i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6, undersøkte vi hvilke variabler som påvirker hjemmeområdestørrelsen for de svenske bidders. Vi hentet ut relevante habitatsammensetninger, veitetthet, terrengindeks, breddegrad og avstand til skog for punkter i fjellet i hvert hjemmeområde for de svenske bidders (**Tabell 2.1**), og brukte i tillegg informasjon om reproduktiv status. For habitatklassene brukte vi kart «Väggkartan» for Sverige (www.lantmateriet.se) og AR50 for Norge (www.nibio.no), og rasteriserte disse kartene til 100x100m oppløsning. Fjell utgjorde kategorien «snaumark» fra AR50 og «kalfjäll» fra Väggkartan. Kalfjäll er definert som «yta för kalfjäll/fjällhed omfattande all markyta ovanför trädgränsen utom vattenyta och glaciär», mens snaumark er definert som «fastmark med naturlig vegetasjonsdekke som ikke er skog». For ytterligere informasjon om habitatklassene henvises det til produktbeskrivelsen for disse to kartlagene. Terrengindeksen, som er et mål på topografisk heterogenitet, ble beregnet fra digitale høydemodeller (DEM) over Norge og Sverige med R-pakken raster (Hijmans 2020) ved hjelp av «terrain»-funksjonen. Veitetthet ble beregnet som lengde på alle typer vei (m) i 1 km² ruter og rasterisert til en oppløsning på 1 000 x 1 000 m. Vi vurderte også å benytte den estimerte tettheten av bjørner i området fra tidligere beregninger (Bischof mfl. 2019). Data på bjørnetetthet forelå for årene 2012-2018, mens data for de utvalgte bidders gikk tilbake til 2008 og førte til at kun 37 av de 63 årlige hjemmeområdene hadde tetthetsestimater. Vi valgte derfor å ikke bruke bjørnetetthet i modellene, for å beholde så mange av de årlige hjemmeområdene som mulig. For hvert hjemmeområde beregnet vi andelen av de ulike habitatene ved å dele areal av habitatet, f. eks fjell, med det totale arealet til hjemmeområdet. For terrengindeksen og veitettheten beregnet vi gjennomsnittet av disse variablene for hele hjemmeområdet. Vi tilpasset deretter et sett med lineære modeller (kandidatmodeller) der logaritmen til hjemmeområdets størrelse var responsvariabel, og med variablene nevnt over som forklaringsvariabler (**Tabell 2.1**). Vi valgte å inkludere reproduktiv status i samtlige modeller, da det er kjent at hjemmeområdets størrelse avhenger av reproduktiv status (Dahle og Swenson 2003). Observasjonene for breddegrad ble standardisert ved å trekke fra gjennomsnittet og dele på standardavviket (formelen $(x - \text{mean}(x)) / \text{sd}(x)$) før modellene ble tilpasset. Vi brukte AIC (Akaike 1974) til å bestemme hvilken av kandidatmodellene som passet best til dataene. Basert på den beste modellen predikerte vi hvor store hjemmeområder bidders sannsynligvis vil ha for kombinasjonen av forklaringsvariablene og deres tilhørende verdier innenfor forvaltningsområdet for bjørn i Region 6. Alle GIS- og statistiske analyser ble utført i R (R Core Team 2020).

Tabell 2.1 Variabler inkludert i modellene av størrelsen på binnenes hjemmeområde, med tilhørende måleenhet.

Faktor	Måleenhet	Oppløsning
Andel myr	% areal myr	100x100 m
Andel fjell	% areal fjell	100x100 m
Andel vann	% areal vann	100x100 m
Andel skog	% areal skog	100x100 m
Terrengindeks	Indeks for topografisk heterogenitet i terrenget, der 0 er flatt og økning i tall betyr tiltagende heterogenitet. Beregnes ved gjennomsnitt av absolutt høydeforskjell mellom en rastercelle og dens åtte nærmeste naboceller. Beregnet fra høydemodell med 1 000 m oppløsning.	1000x1000 m
Veitetthet	Meter vei per kvadratkilometer.	1000x1000 m
Reproduksjon	Faktor, der 1 indikerer at binna gikk med årsunger og 0 indikerer at binna gikk alene eller med unger eldre enn ett år.	
Breddegrad	Breddegrad for senterpunktet i hjemmeområdet	

Estimat av egnet habitat for binner i Region 6

For å kunne estimere egnet habitat for binner i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6, brukte vi habitatseleksjonsfunksjoner («resource selection functions», forkortet RSF) (Manly mfl. 2002) basert på de svenske binnenes GPS-posisjoner innenfor sine hjemmeområder. RSF gir relative sannsynligheter for at binnene vil selektere ett gitt habitat ved å sammenlikne GPS-posisjonene hvor binnene har vært med tilfeldige punkter som anses å være tilgjengelig for binnene, f.eks. innenfor hjemmeområdet. Innenfor hvert årlig hjemmeområde trakk vi 5 tilfeldige punkter for hver GPS-posisjon. Vi fjernet alle GPS-posisjoner i vann og ekskluderte vann fra tilgjengelig habitat for binnene, slik at heller ingen av de tilfeldige punktene havnet i vann.

For hvert GPS-punkt og de tilhørende tilfeldige punktene hentet vi ut verdier for alle forklaringsvariablene (**Tabell 2.2**). Vi benyttet samme habitatkart som vi brukte i modellene for hjemmeområde, mens vi for terrengindeksen beregnet denne for en høyere oppløsning (100 x 100 m). Veilengden ble også beregnet for en høyere oppløsning, her beregnet vi først veilengde i hver 100 x 100 m rastercelle. Fra denne rasteren beregnet vi veitetthet for radiusene 1 km, 3 km og 5 km fra rastercellen i fokus. Vi brukte samme framgangsmåte for bygningstetthet, men her ga vi alle rasterceller med en bygning verdien 1, og talte opp alle rasterceller med bygninger i 1 km, 3 km og 5 km radius fra rastercella i fokus. I tillegg inkluderte vi variabelen avstand til skog for punkter i fjellet. Alle kontinuerlige variabler ble standardisert med formelen (bortsett fra avstand til skog i fjell) $(x - \text{mean}(x)) / \text{sd}(x)$. Avstand til skog for punkter i fjell ble for flere av modellene log-transformert slik at effekten av avstand til skog avtar ved lengre avstander. RSF ble tilpasset ved å bruke «conditional» logistisk regresjon (Breslow mfl.1978), med årlig hjemmeområde som strata. Denne metoden sammenligner GPS-posisjonene for et årlig hjemmeområde med de tilfeldige punktene for det samme årlige hjemmeområdet, i motsetning til en sammenligning av alle GPS-posisjoner for alle årlige hjemmeområder med alle årlige hjemmeområders tilfeldige punkter, som vi finner i vanlig logistisk regresjon. Vi tilpasset ett sett med kandidatmodeller med ulike kombinasjoner av forklaringsvariablene (**Tabell 2.2**), og brukte AIC (Akaike 1974) til å finne den beste modellen. Fra denne modellen estimerte vi habitatkart for forvaltningsområdet for bjørn i Region 6.

Tabell 2.2 Forklaringsvariabler benyttet i RSF-modellene.

Faktor	Måleenhet	Oppløsning
Fjell	Verdien 1 om 100x100m rute har >50 % fjell, ellers verdien 0	100x100 m
Myr	Verdien 1 om 100x100m rute har >50 % myr, ellers verdien 0	100x100 m
Veitetthet	Antall km vei i en 1000, 3000 og 5000 m radius rundt 100x100m rute (veilengde i meter/3.14km ²)	100x100 m
Bygningstetthet	Antall rasterceller med en bygning i en 1000, 3000 og 5000 m radius rundt 100x100m rastercelle.	100x100 m
Avstand til skog (for punkter i fjell)	Antall m fra 100x100m rute i fjell til nærmeste rute med skog.	100x100 m
Terrengindeks (TRI)	Gjennomsnitt av absolutt høydeforskjell mellom en rastercelle og dens åtte nærmeste naboceller. Beregnet fra høydemodell med 100 m oppløsning.	100x100 m

Fra RSF-modellen med lavest AIC estimerte vi et habitatkart for forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 som viste relativ seleksjon av de ulike habitatene. Videre estimerte vi også ett kart som viser egnet habitat. For å finne en terskelverdi for hva som skal klassifiseres som egnet habitat tok vi ut seleksjonssannsynlighetsverdien for alle GPS-punktene til de svenske binnene fra habitatkartet. Fra disse seleksjonssannsynligheten definerte vi terskelverdien for egnet habitat som gjennomsnittet for den nedre 5 % persentilen av seleksjonssannsynligheten for alle årlige hjemmeområder. Alt habitat med en seleksjonssannsynlighet høyere enn terskelverdien ble definert som egnet habitat, og alt habitat under terskelverdien ble definert som uegnet. Det vil si at i gjennomsnitt så vil 5 % av GPS-punktene til de svenske binnene være i uegnet habitat, mens 95 % av GPS-punktene vil være i egnet habitat. Basert på denne terskelverdien estimerte vi ett kart over egnet habitat for voksne binner i Trøndelag. For en enkel validering av habitatkartet tok vi ut dokumenterte observasjoner av binner fra Rovbase (www.rovbase.no) og la dette inn i habitatkartet og kartet over egnet habitat i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6. Vi trakk like mange tilfeldige punkter innenfor forvaltningsområdet som det var registreringer i Rovbase av binner og utførte t-test for å se om det var forskjell i seleksjonssannsynlighet for rovbaserregistreringer og tilfeldige punkter.

Arealbehov

I beregningen av arealbehovet for det antallet binner som må til for å oppnå forvaltningsmålet i forvaltningsområdet, benyttet vi habitatkartet for forvaltningsområdet med klassifiseringen av egnet habitat, andelen egnet habitat i hjemmeområdene til svenske binner, estimerer av hjemmeområdestørrelser, estimerer av overlapp mellom voksne binneres årlige hjemmeområder og estimerer av antall binner nødvendig for tre årlige ynglinger. Da egnet habitat defineres som det habitatet binnene velger å benytte omtrent 95% av tiden vil hjemmeområdet også inkludere områder klassifisert som uegnet habitat. Disse områdene kan i noen tilfeller være store, f. eks når binnene har et hjemmeområde som går rundt et større vann. Det arealet innenfor forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 vi forventer at binner vil kunne benytte til etablering av hjemmeområder, beregnet vi derfor ved å dele arealet for det egne habitatet i forvaltningsområdet med den gjennomsnittlige andelen egnet habitat svenske binner har innenfor sine hjemmeområder.

Tidligere studier har vist at binner som bor i nærheten av hverandre, har overlappende hjemmeområder, og binner i slekt overlapper mer enn ubeslektede binner (Støen mfl. 2005). Grad av overlapp mellom hjemmeområdene til binner vil påvirke hvor mange binner som kan holde til på ett gitt areal. Overlapp mellom voksne binneres hjemmeområder ble beregnet som både parvis overlapp for binner som overlappet hverandre, og det arealet av en binnes hjemmeområde som benyttes av andre voksne GPS-merkede binner. Utrekningen av antall voksne binner som er nødvendig for en årlig yngling, er basert på modellen for beregning av antallet årlige ynglinger i Norge (Bischof og Swenson 2010), og aldersfordelingen i en bjørnebestand. Modellen for

beregning av antallet årlige ynglinger i Norge viser at det i gjennomsnitt må være 6,5 binner registrert fra DNA-innsamlinger i et område for å kunne sikre en årlig yngling (Swenson og Kindberg 2011). Aldersfordelingen beregnet ut fra skutte bjørner i Sverige (Bischof m.fl. 2012) viser at ca. 40% av binnene i den Skandinaviske bjørnebestanden vil være voksne binner (≥ 4 års alder) med etablerte hjemmeområder, mens 22.5% er årsunger, 17,5% er ettåringer og 20% er to- eller treåringer uten etablerte hjemmeområder. 75% av ettåringene separerer seg fra moren på våren, mens de resterende separerer som toåringer (Van der Walle mfl. 2018).

Prediksjon for antall binner det er plass til i forvaltningsområdet

For å svare på om det tilgjengelige habitat i forvaltningsområdet til bjørn i Region 6 er stort nok for å oppnå bestandsmålet beregnet vi hvor mange binner det potensielt er plass til i forvaltningsområdet, og sammenliknet dette med antallet binner som kreves for å oppnå bestandsmålet. Antallet binner som det potensielt er plass til regnet vi ut med følgende formel:

Antall binner i forvaltningsområdet

$$= \frac{\text{Egnet habitat i forvaltningsområdet}}{\text{areal egnet habitat i hjemmeområdet for svenske binner} * (1 - \text{andel overlapp med andre binner})}$$

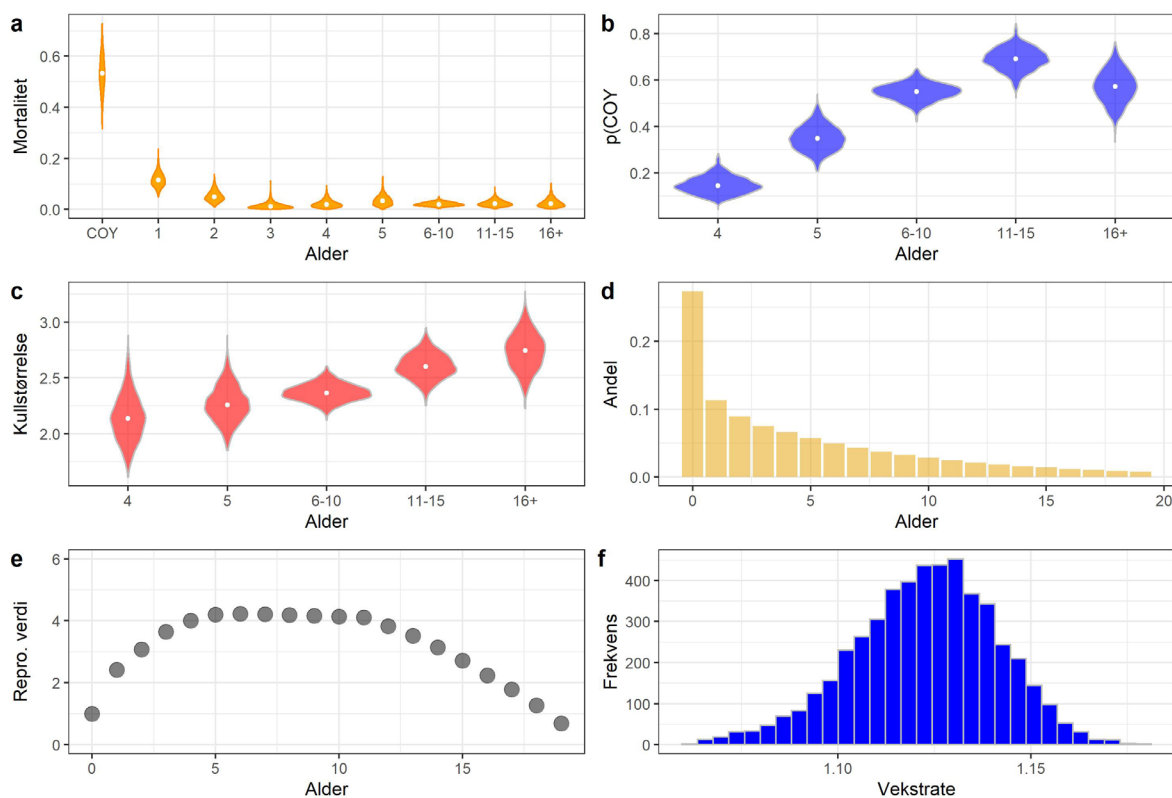
Her benyttet vi oss kun av de estimerte hjemmeområdene for svenske binner som ikke gikk med årsunger, dvs. enslige eller binner med eldre unger. Bakgrunnen for dette er at forvaltningsområdet må ha plass til binnene også i de årene hvor de ikke har årsunger. Binner bruker mindre hjemmeområder i år der de går med årsunger (Dahle og Swenson 2003). Vi «bootstrappet» denne beregningen ved å trekke ut 10 000 tilfeldige verdier for arealet med egnet habitat de svenske binnene hadde brukt, og regnet ut antall binner for hver verdi. Dette gir et konfidensintervall på estimatet. For andelen av hjemmeområdet som deles med andre binner, brukte vi tre scenarier: 1) der det ikke er noe overlapp mellom binner, 2) der binner overlapper tilsvarende gjennomsnittlig overlapp for parvise binner som bor inntil hverandre og 3) der overlapp tilsvarende den gjennomsnittlige andelen av hjemmeområdet ei binne deler med andre binner. Dersom disse estimatene er høyere enn antallet binner som kreves for å oppnå bestandsmålet, så har forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 stort nok areal av egnet bjørnehabitat til å oppnå bestandsmålet. Vi beregnet på samme måte hvor mye areal antallet binner som kreves for å oppnå bestandsmålet, forventes å bruke og sammenliknet dette med arealet av egnet bjørnehabitat i forvaltningsområdet.

2.2 Del 2 – betydningen av svensk forvaltning

Populasjonsmodellering

Som en basis for analyser av hvordan brunbjørnebestanden i forvaltningsområde i Region 6 har respondert på norsk og svensk forvaltning, har vi etablert en alders-strukturert bestandsmodell for brunbjørn. I tråd med vanlige tilnæringer for modellering av arter med langsom livshistorie, har vi benyttet en bestandsmodell basert på matrise-algebra (Caswell 2001). Vi har kun modellerte binnene i bestanden. I bestandsmodellen har vi antatt en maksimal livslengde på 18 år, og den årlige transisjonsmatrisen er derfor representert ved en 20 x 20 kvadratisk matrise, mens bestandsvektoren \mathbf{n}_t er gitt som en vektor med 20 elementer. Siden modellen baserer seg på diskret (årlige) tidssteg, må vi også definere hvilket tidspunkt på året bestandsvektoren \mathbf{n}_t oppdateres. Vi har valgt å benytte en såkalt post-breeding census, og har derfor latt bestandsvektoren representere størrelsen og strukturen på binnebestanden når den kommer ut av hiet på våren. Overgangsmatrisen \mathbf{A}_t vil da representere sannsynligheten for å overleve og reproducere i år $t+1$, respektivt. En binne i reproduksjonsalder må først overleve gjennom år t før den eventuelt kan komme ut av hiet i år $t+1$ med årsunger (heretter COY, basert på engelske cub-of-the-year). Rekrutteringsraten R vil derfor være gitt av $R_{i,t} = S_{i,t} * P(\text{COY})_{i,t} * LS_{i,t}$, hvor S er overlevelse, $P(\text{COY})$ er sannsynlighet for å komme ut av hiet med årsunger og LS er størrelsen på kullet, mens subskript i henviser til aldersklasse i og t henviser til år t . Bestandsmodellen er basert på demografiske rater publisert i Bischof mfl. (2018).

I grunnmodellen har vi tatt utgangspunkt i en ikke-jaktet bjørnebestand og derfor benyttet utelukkende naturlig mortalitet (**Figur 2.5a**) for å beregne overlevelsen som $1 - \text{mortalitet}$. For en del av aldersgruppene er det benyttet samme overlevelseshastighet (6-10 åringer, 11-15 åringer, 16 år og eldre). Vi har videre antatt at de yngste binner som reproducerer er 4 år (**Figur 2.5b og 2.5c**), med $P(\text{COY})$ og LS estimert basert på data fra GPS-merkede bjørner (Bischof mfl. 2018). Basert på disse ratene kan man beregne den stabile aldersstrukturen (**Figur 2.5d**) samt den reproduktive verdien av binner av ulike alder (**Figur 2.5e**). I våre simuleringer har vi inkludert stokastiske (tilfeldige) hendelser samt usikkerhet i de demografiske ratene. Usikkerheten i de demografiske ratene samt miljøstokastisitet har vi inkludert ved å simulere bestandsmodellen i en serie med tilfeldige rekker, ved å trekke en tilfeldig verdi fra fordelingene i **figur 2.5a, 2.5b og 2.5c**. I hver simulering (og hvert tidssteg) vil da verdien av de demografiske ratene være ulik, og beregnet vekstrate (basert på den dominante egenverdien av matrisen A_t) vil bli forskjellig for hver realisering. Basert på denne tilnærmingen har vi beregnet vekstraten til 1.12 (95% K.I. 1.08 – 1.16) med 1000 simuleringer (**Figur 2.5f**). Merk at modellen inkluderer alle binner også år-sunger (COY), og at alle aldersgrupper er inkludert når vi summerer opp antallet binner i den modellerte bestanden.



Figur 2.5. Oppsummering av demografiske rater (**a**: naturlig dødelighet, **b**: reproduksjonsrate, **c**: kullstørrelse) benyttet i bestandsmodellen. Alle rater er basert på publiserte data i Bischof mfl. 2018. Panel **d** viser stabil aldersfordeling for bestanden basert på de demografiske ratene i **a-c**, panel **e** viser reprodutiv verdi for binner av ulike alder. Panel **f** viser bestandens vekstrate (λ) når den ikke utsettes for jakt (basert på 1000 simuleringer basert på fordelingene i **a-c**).

Modellerte bestandsforløp 2011-2019

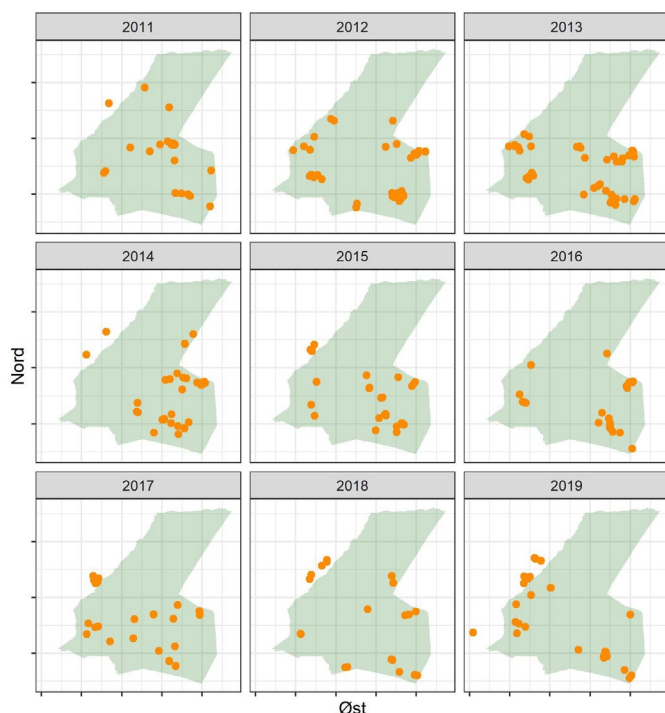
I de modellerte bestandsforløpene (2011-2019) har vi tatt utgangspunkt i at antallet binner (basert på DNA-overvåkingen) i 2011 for Nord-Trøndelag var 11 binner (Tobiassen mfl. 2012). Siden det er noe usikkerhet i dette tallet (pga. at noen binner kan unngå å bli observert et enkelt år), har vi antatt at bestandsstørrelsen i det første året er gitt av en poissonfordeling med forventningsverdi lik 11. I de modellerte bestandsforløpene har vi sett på tre ulike hypotetiske forløp. Disse er utviklingen i bestanden i perioden 2011-2019 dersom man: 1) ser bort fra all jakt

(lisensjakt i Sverige, samt skadefelling i Norge og Sverige), 2) inkluderer skadefelling i Norge, og 3) inkluderer skadefelling i Norge, samt både skadefelling og lisensjakt i Sverige. Merk at for fellinger i Sverige er det kun bjørner som tidligere har blitt påvist i live i Norge (og derfor antas ha tilhold delvis i Norge) som er inkludert. Bjørner som er felt i Sverige nært grensen til Norge, men som ikke er påvist i Norge, er ikke inkludert i de Svenske fellingstallene i disse simuleringene.

I de ulike modellerte bestandsforløpene (for perioden 2011-2019) har vi også inkludert demografisk usikkerhet, da dette er kjent å ha en vesentlig betydning for bestandsutviklingen i små bestander (Lande mfl. 2003). Selv om bjørnebestanden i forvaltningsområdet i Region 6 henger sammen med en større bestand i Sverige, må man forvente at slik usikkerhet spiller en vesentlig rolle for bestandsforløpet innenfor forvaltningsområdet. Vi har inkludert slik usikkerhet ved at man i hvert tidssteg i simuleringen har latt realisert overlevelse og $P(\text{COY})$ være en tilfeldig realisering av en binomisk prosess og kullstørrelse være en tilsvarende realisering av en poisson-prosess (trunkert til å tillate en maksimal verdi på fem unger i kullet). I alle modellerte bestandsforløp og scenarier har vi benyttet 5000 simuleringer av hvert forløp/scenario.

Modellerte bestandsforløp de neste 5-10 år

For å simulere hypotetiske effekter av avskyttingsnivåer på svensk side på bjørnebestanden i forvaltningsområde i de neste 5-10 årene, har vi benyttet oss av dataene beskrevet over, og simulert flere alternativer scenario. Vi har tatt utgangspunkt i observert avgang i Sverige av binner som tidligere er observert i Norge, og antar at disse i alle fall delvis har tilhold i Norge og derfor inkluderes i bestandsestimater i Norge (**Figur 2.6**). I de ulike scenarioene har vi «gjenopplivet» binner som er felt innenfor ulike bufferzoner (2km, 5km, 10km og 15km) fra grensen mot forvaltningsområdet. Dette har vi gjort i simuleringene ved å unngå å inkludere disse binnene blant kjente avganger i de ulike scenarioene. Vi har simulert hvert scenario 5000 ganger, og hvert scenario er ni tidssteg. I tillegg har vi inkludert to scenarier hvor vi enten antar avgang som observert i perioden 2011-2018, eller ingen avgang i Sverige av binner som er observert i Norge. Utgangspunktet for simuleringene er 11 binner i år 1 (med Poission usikkerhet).



Figur 2.6. Oversikt over DNA funn av binner i og nær forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 i perioden 2011-2019. Merk at hver sirkel representerer en fungerende DNA-prøve, og at hver binne kan være representert med mer enn en prøve.

3 Resultater

3.1 Del 1 – arealbehov

3.1.1 Habitatvalgmodell basert på data fra svenske binner

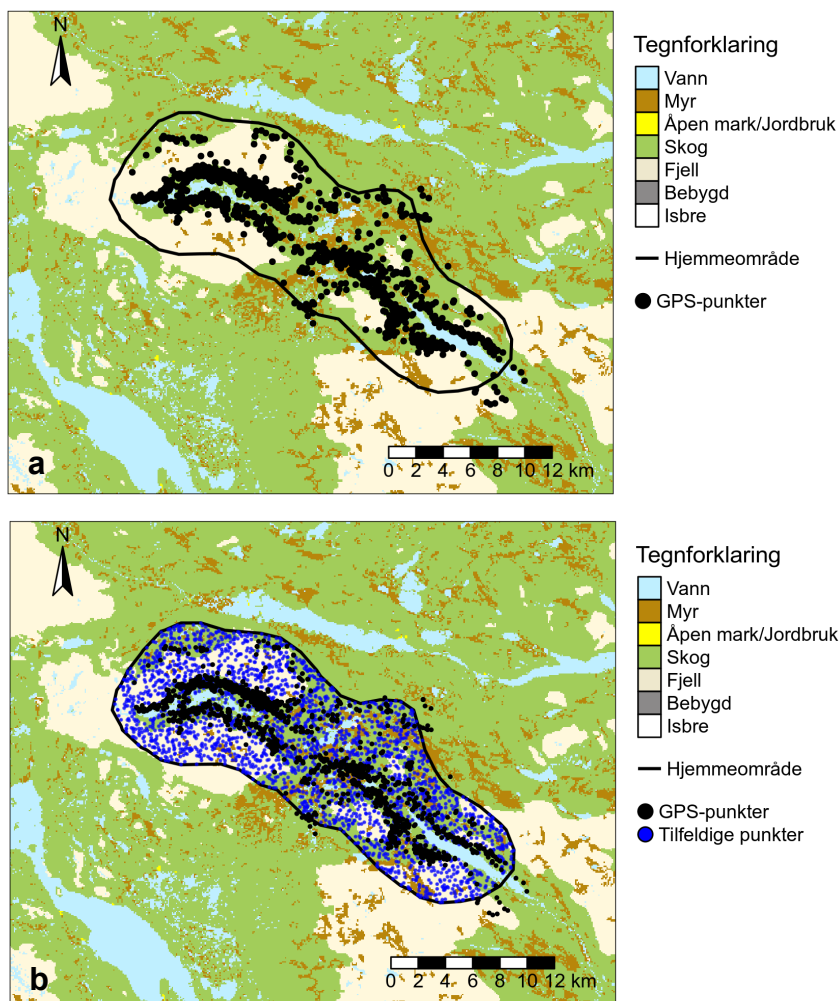
Den beste habitatvalgmodellen viste at de svenske binnene foretrakk mer topografisk heterogent terreng (høyere terrengindeks), mens de unngikk områder med myr, høy veitetthet og bygningstetthet (**Tabell 3.1** og **3.2**). Binnene selekterte også for fjell, men siden binnene samtidig unngikk områder langt fra skogen i fjellet utliknes den positive seleksjonen for fjell av unngåelse av områder lengre til fjells omtrent ved 60 meter fra skoggrensa (**Tabell 3.2, Figur 3.1**). Fra denne modellen estimerte vi et habitatkart og trakk ut seleksjonssannsynligheten for GPS-punktene til de svenske binnene. Gjennomsnittet av 5 % persentilen for de årlige hjemmeområdene var 0,31, og denne ble brukt som terskelverdi for egnet habitat. Alle områder som har en seleksjonssannsynlighet høyere enn 0,31 regnes som egnet habitat. (**Figur 3.2**). Dette ga en gjennomsnittlig andel på 0,69 (69 %) (standardavvik: 0,07, min: 0,36, maks: 0,83) egnet habitat innenfor de svenske binnenes hjemmeområder (**Figur 3.3 og 3.12**).

Tabell 3.1 Alternative habitatvalgmodeller.

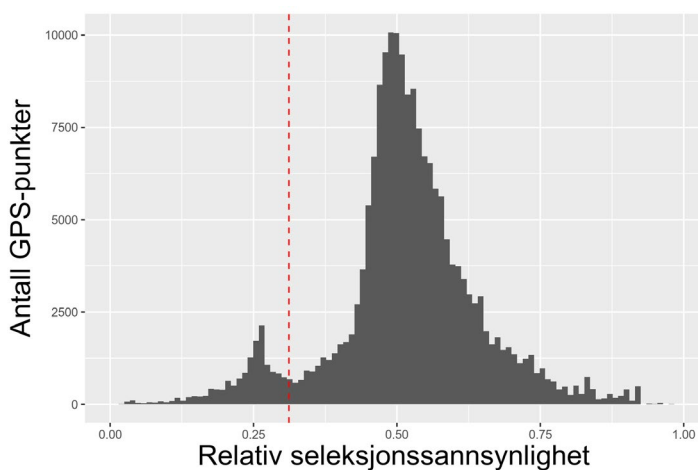
Modell	AIC	delta
TRI + myr + fjell + log(avstand til skog på fjellet) + Veitetthet 1 km radius + Bygningstetthet 1 km radius	3664304	0
TRI + myr + fjell + avstand til skog på fjellet + Veitetthet 1 km radius + Bygningstetthet 1 km radius	3667385	3080
TRI + myr + log(avstand til skog på fjellet) + Veitetthet 1 km radius + Bygningstetthet 1 km radius	3667670	3366
TRI + myr + fjell + log(avstand til skog på fjellet) + Veitetthet 3 km radius + Bygningstetthet 3 km radius	3671316	7011
TRI + myr + fjell + log(avstand til skog på fjellet) + Veitetthet 5 km radius + Bygningstetthet 5 km radius	3674468	10163

Tabell 3.2 Habitatvalgmodellen for 63 svenske årlig hjemmeområder fra 26 voksne (≥ 4 års alder) binner radiomerket med GPS i det Skandinaviske bjørneprosjektet 2003-2020.

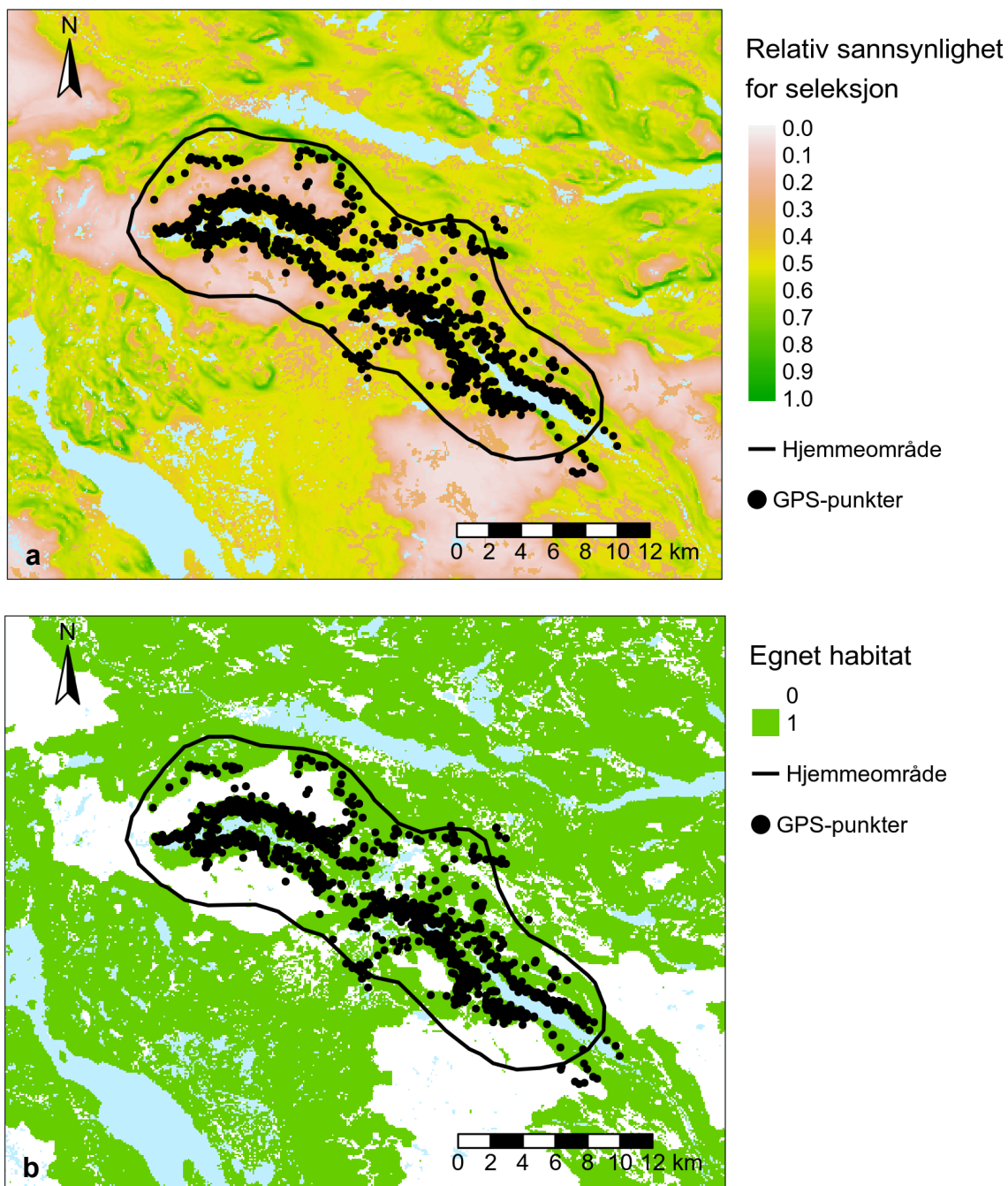
Variabel	Estimat	Robust standardfeil	z-verdi	P-verdi
Terrengindeks	0,320299	0,025064	12,779	< 0,001
Fjell (faktor)	3,109301	0,054619	4,284	< 0,001
Myr (faktor)	-0,962550	0,056829	-16,938	< 0,001
Veitetthet	-0,074006	0,032831	-2,254	0,0242
Bygningstetthet	-0,437991	0,046059	-9,509	< 0,001
Avstand til skog (log transformet)	-0,758582	0,145285	-5,221	< 0,001



Figur 3.1 Eksempel på et 95% kernel hjemmeområde for ei voksen (≥ 4 års alder) binne i et fjellområde i Sverige (a). Hjemmeområdets utbredelse er markert med svart heltrukken linje. GPS-posisjonene benyttet til estimeringen av hjemmeområdet og i RSF-modellen er markert som svarte prikker. De tilfeldige punktene (5 punkter for hver GPS-posisjon) er markert som blå punkter (b).



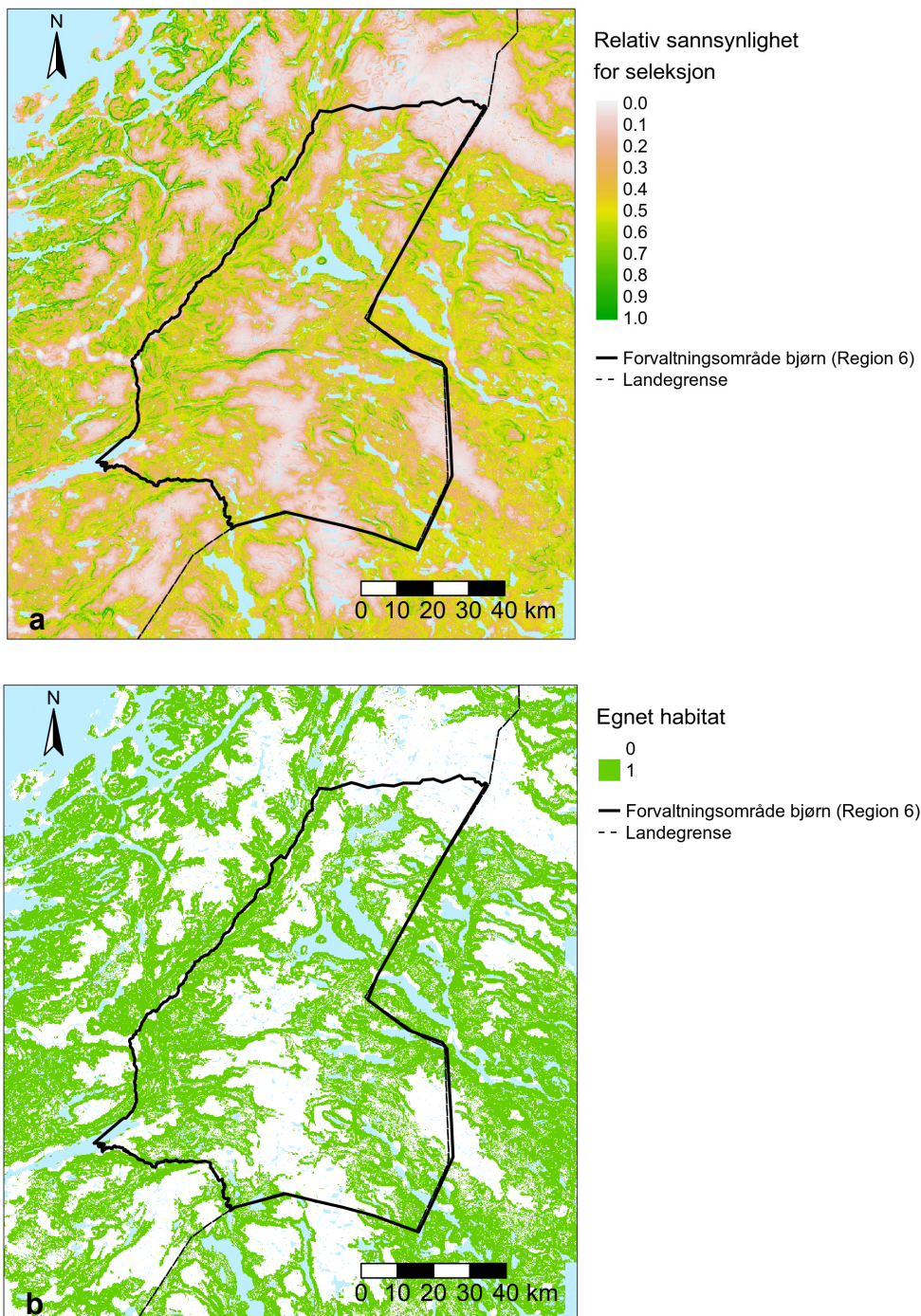
Figur 3.2 Relativ seleksjonssannsynlighetsverdi for 190 058 GPS-posisjoner fra 26 voksne (≥ 4 års alder) binner i fjellområder i Sverige. Vertikal strek viser terskelverdien for egnet habitat, dvs. den gjennomsnittlige verdien der 95% av de svenske årlige hjemmeområdenes GPS-punkter hadde en høyere seleksjonssannsynlighetsverdi.



Figur 3.3 Eksempel på habitatkart (a, grønne fargetoner markerer de høyeste seleksjonssannsynlighetsverdiene, mens de røde fargetoner markerer de laveste verdiene) og kart over egnet habitat (b, grønn farge markerer egnet habitat) for ei voksen (≥ 4 års alder) binne sitt hjemmeområde i et fjellområde i Sverige basert på en RSF modell for 63 årlige hjemmeområder fra 26 binner i fjellområder i Sverige. Hjemmeområdets utbredelse (95% kernel) er markert med svart heltrukket linje. GPS-posisjonene benyttet til estimeringen av hjemmeområdet og i RSF-modellen er markert som svarte prikker.

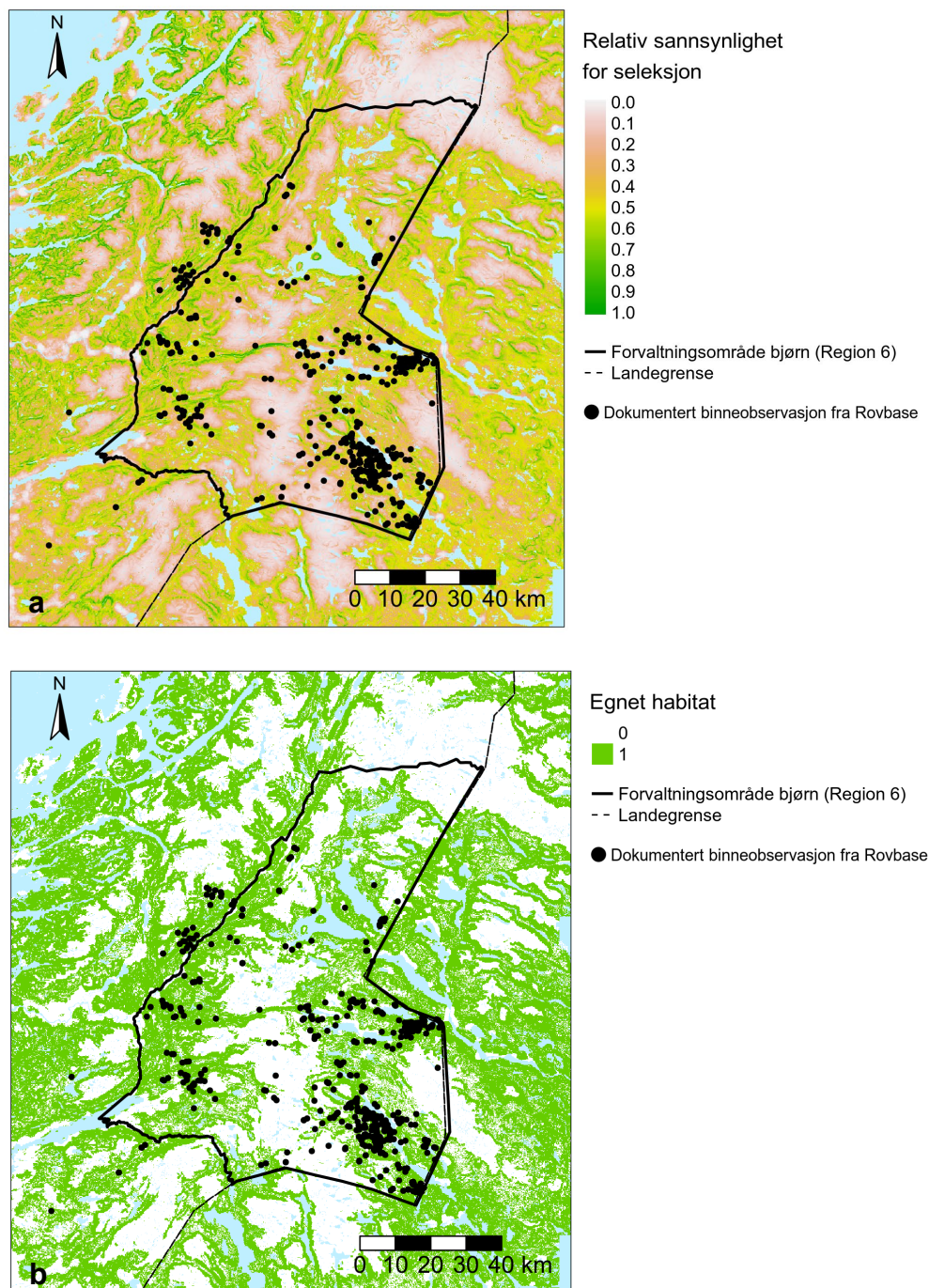
3.1.2 Habitatvalgmodellen anvendt på forvaltningsområdet for bjørn i Region 6

Habitatmodellen anvendt i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 viser store variasjoner i verdiene for seleksjonssannsynlighet, med de høyeste verdiene (grønne fargetoner) sørøst og sørvest i forvaltningsområdet og de laveste (røde og hvite fargetoner) i fjellområder og nord i forvaltningsområdet (**Figur 3.4**). Med en terskelverdi på 0,31 utgjør egnet habitat totalt 3 320 km², noe som representerer 45 % av totalarealet for forvaltningsområdet i Trøndelag (**Figur 3.7**).



Figur 3.4. Habitatkart (a) og kart over egnet habitat (b) for forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 basert på en RSF modell for 63 årlige hjemmeområder fra 26 voksne binner (≥ 4 års alder) i fjellområder i Sverige. Grønne fargetoner i habitatkartet markerer de høyeste seleksjonssannsynlighetsverdiene, mens de røde og hvite fargetoner markerer de laveste verdiene. Grønn farge markerer egnet habitat i kartet over egnet habitat.

Dokumenterte binneobservasjoner fra Rovbase (www.rovbase.no) ligger i kartet på signifikant høyere seleksjonssannsynlighetsverdier enn tilfeldige punkter trukket innenfor forvaltningsområdet ($P\text{-verdi} < 2 \cdot 10^{-16}$, Welch Two Sample t-test, gjennomsnitt for 627 registreringer i Rovbase: 0,45, gjennomsnitt for 627 tilfeldige punkter: 0,30) og samsvarer godt med fordelingen av de høyeste verdiene i forvaltningsområdet og fordelingen av egnet habitat (**Figur 3.5**). Andelen dokumenterte binneobservasjoner i egnet habitat var også signifikant høyere enn andelen tilfeldige punkter i egnet habitat innenfor forvaltningsområdet ($P\text{-verdi} < 2 \cdot 10^{-16}$, Welch Two Sample t-test, gjennomsnitt for 627 rovbaserregistreringer: 0,81, gjennomsnitt for 627 tilfeldige punkter: 0,43).



Figur 3.5. Dokumenterte binneobservasjoner fra Rovbase i årene 2002-2020 ($N = 627$, svarte prikker) lagt inn på habitatkartet (a) og kartet over egnet habitat (b) for forvaltningsområdet for bjørn i Region 6.

3.1.3 Hvor store areal må en forvente at bjørnebinner vil benytte?

De 26 voksne binnene (≥ 4 år) radiomerket av det Skandinaviske bjørneprosjektet i fjellområder i Sverige, brukte i gjennomsnitt et årlig hjemmeområde ($n=63$) på 444 km^2 (standardavvik: 260, min: 67, max: 1163). For binner som gikk med årsunger, var gjennomsnittlig hjemmeområdestørrelse 267 km^2 (standardavvik: 188, min: 67, max: 639), mens binner som ikke gikk med årsunger, dvs. enslige eller binner med eldre unger, hadde en gjennomsnittlig hjemmeområdestørrelse på 514 km^2 (standardavvik: 252, min: 79, max: 1163).

Den beste modellen for hjemmeområdestørrelser (**Tabell 3.3**) viste at arealet bjørnebinnene benyttet, var mindre når binnene hadde årsunger og jo lenger nord binnene holdt til, mens arealet økte med andelen fjell og vann innen hjemmeområdet (**Tabell 3.4**). Habitatsammensetningen for hele forvaltningsområdet for bjørn i Region 6, og innenfor det egne habitat for bjørn i forvaltningsområdet, skiller seg fra habitatsammensetningen i de 63 hjemmeområdene for de 26 svenske binnene i fjellområder spesielt for andelen fjell med henholdsvis 40,3% og 18,9% mot 13,5% fjell (**Tabell 3.5**).

Forutsetter vi at binnenes hjemmeområder i Region 6 har tilsvarende habitatfordeling som hele forvaltningsområdet, vil den predikerte hjemmeområdestørrelsen være 345 km^2 (prediksjonsintervall 114, 1053 km^2) for binner med årsunger, og 616 km^2 (prediksjonsintervall 208, 1827 km^2) for binner som ikke går med årsunger, dvs. enslige eller binner med eldre unger (**Figur 3.7**). Forutsetter vi derimot at binnenes hjemmeområder i Region 6 har tilsvarende habitatfordeling som i det egne habitatet for bjørn i forvaltningsområdet, vil den predikerte hjemmeområdestørrelsen være 268 km^2 (prediksjonsintervall 92, 781 km^2) for binner med årsunger, og 477 km^2 (prediksjonsintervall 107, 1356 km^2) for binner som ikke går med årsunger dvs. enslige eller binner med eldre unger (**Figur 3.7**).

Tabell 3.3 Alternative modeller for beregning av hjemmeområdestørrelse og deres tilhørende AIC.

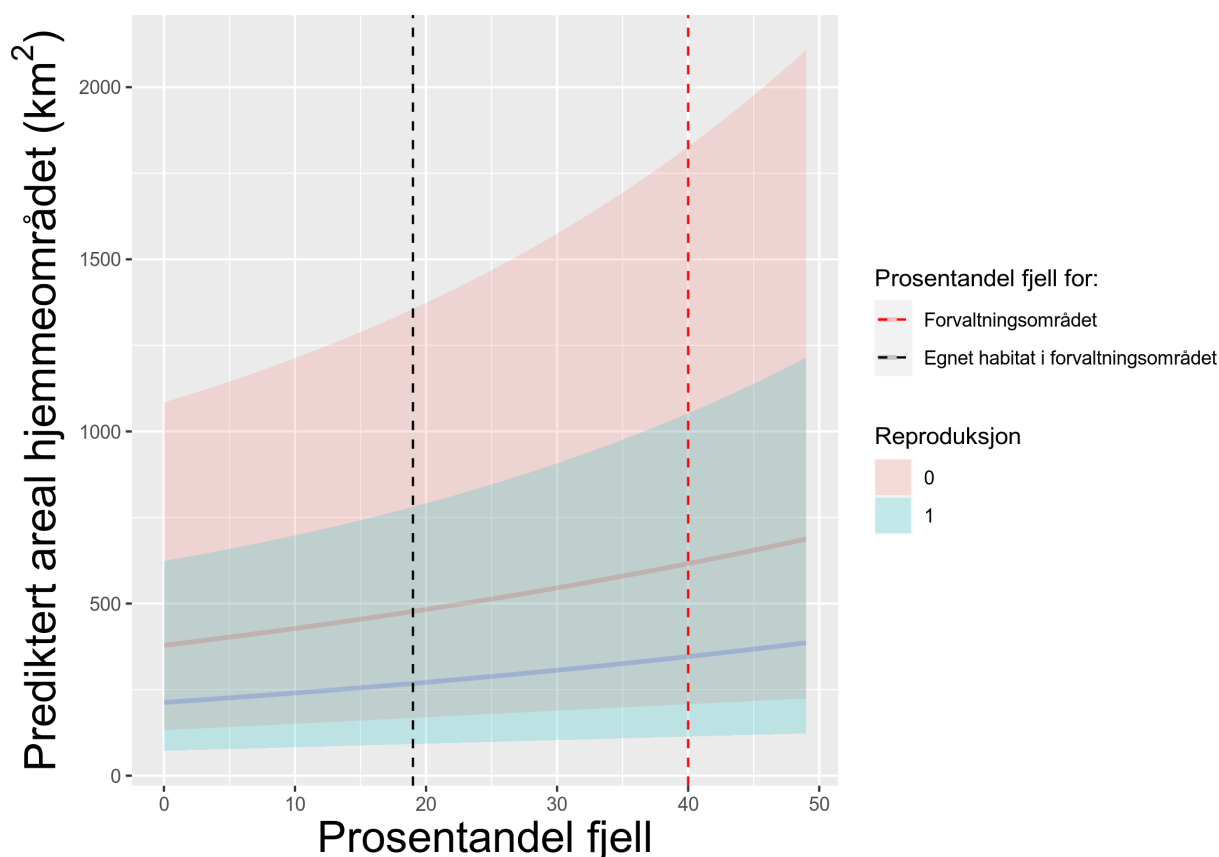
Modell	AIC	Δ AIC
Reproduksjon+Breddegrad+Fjell+Vann	100,01	0,00
Reproduksjon+Breddegrad+Fjell+Myr+Vann	101,78	1,78
Reproduksjon+Breddegrad+Skog	102,04	2,03
Reproduksjon+Breddegrad+Vann+Myr	102,21	2,21
Reproduksjon+Breddegrad+Fjell	102,77	2,76
Reproduksjon+Breddegrad+Vann	102,78	2,77
Reproduksjon+Breddegrad+Myr	103,06	3,05
Reproduksjon+Breddegrad	103,60	3,59
Reproduksjon+Breddegrad+Fjell+Myr	104,10	4,09
Reproduksjon+Breddegrad+TRI	104,70	4,70
Reproduksjon+Breddegrad+Veitetthet	105,53	5,52
Reproduksjon+Veitetthet	108,61	8,61
Reproduksjon+Vann	117,51	17,51
Reproduksjon	118,51	18,50
Reproduksjon+myr	118,56	18,55
Reproduksjon+Fjell	120,10	20,09
Reproduksjon+TRI	120,44	20,44
Null	133,83	33,82

Tabell 3.4 Lineær modell for størrelse på hjemmeområde fra 63 årlige hjemmeområder fra 26 voksne binner (≥ 4 års alder) i fjellområder i Sverige radiomerket med GPS i det Skandinaviske bjørneprosjektet 2003-2020. Den naturlige logaritmen til hjemmeområdets størrelse i km^2 er responsen.

Variabel	Estimat	Standardfeil	t-verdi	P-verdi
Stigningstall	5,672	0,168	33,670	< 0,001
Reproduksjon	-0,577	0,146	-3,947	< 0,001
Breddegrad	-0,200	0,041	-4,847	< 0,001
Andel fjell	1,217	0,569	2,137	0,037
Andel vann	4,846	2,272	2,133	0,037

Tabell 3.5. Andelen vann, fjell, skog og myr i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6, det egna habitat for bjørn i forvaltningsområdet og gjennomsnittet for de samme variablene i hjemmeområdene for 63 årlige hjemmeområder fra 26 voksne binner (≥ 4 års alder) i fjellområder i Sverige. * Eget habitat inneholder ikke vann, verdien her er derfor hentet for gjennomsnittet for hele forvaltningsområdet.

	Vann	Fjell	Skog	Myr
Binner i fjellområder i Sverige	0,046	0,135	0,692	0,120
Forvaltningsområdet for bjørn i Region 6	0,096	0,403	0,354	0,135
Eget bjørnehabitat i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6	0,096*	0,189	0,739	0,067



Figur 3.7 Predikert hjemmeområdestørrelse for 63 årlige hjemmeområder fra 26 voksne binner (≥ 4 års alder) i fjellområder i Sverige i år med (1) og år uten årsunger (0). Stiplede vertikale linjer markerer andel fjell innen egnet habitat i forvaltningsområdet (Svart) og innenfor hele forvaltningsområdet i Region 6 (Rød).

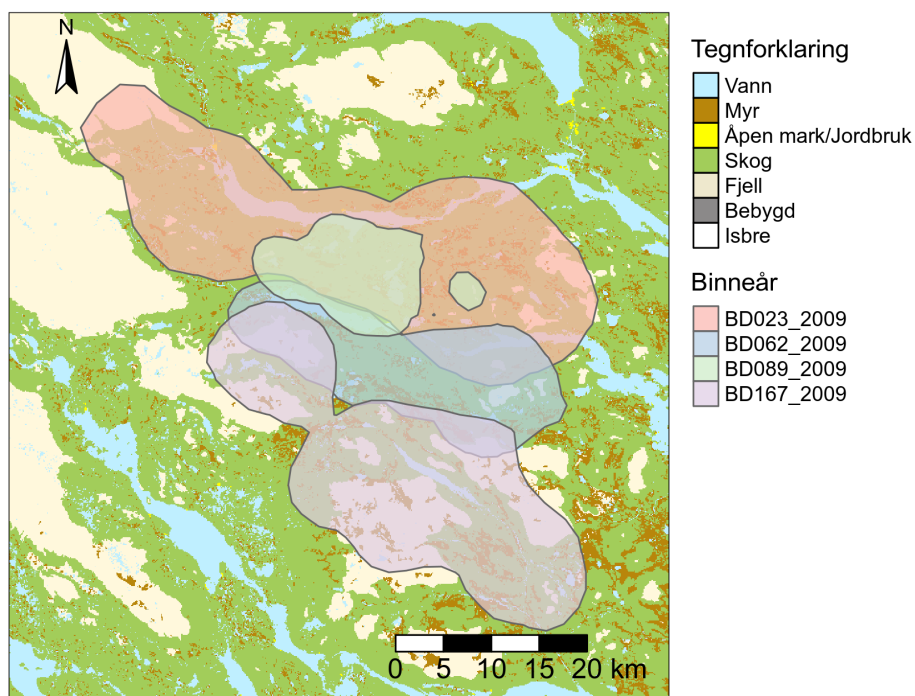
3.1.4 Hvordan svarer tilgjengelig habitat til arealbehovet?

Antall binner for å nå bestandsmålet

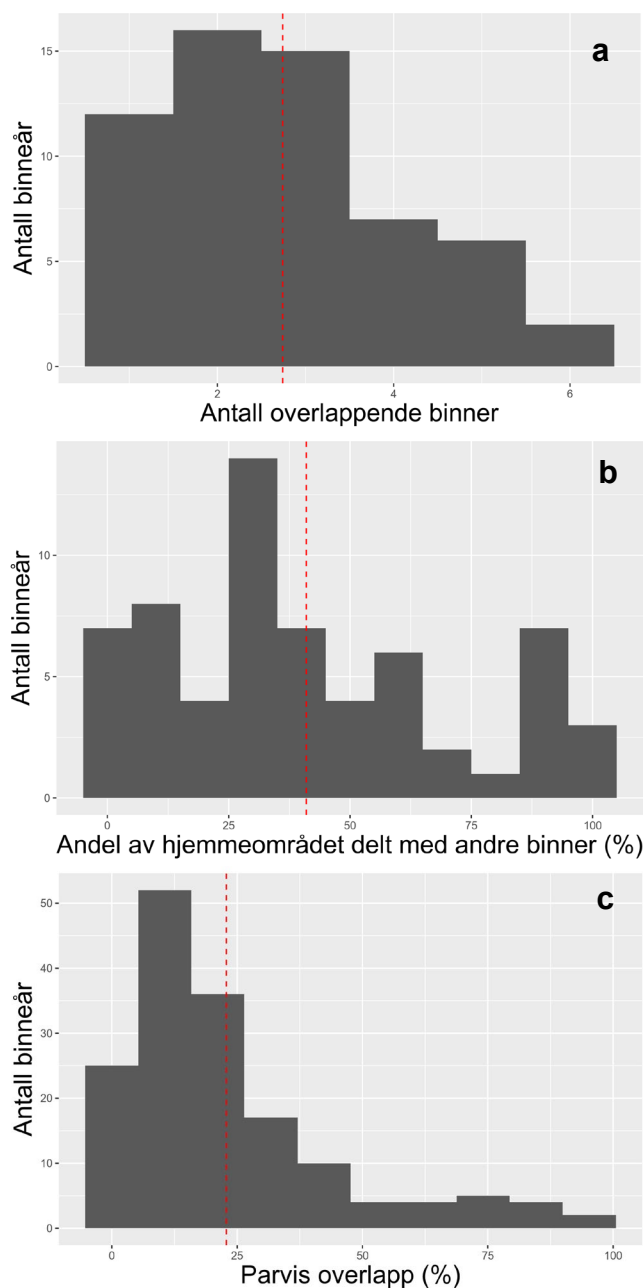
Region 6 har et forvaltningsmål på 3 årlige ynglinger av bjørn. Da det ut fra dagens modell for utregning av årlige ynglinger i Norge kreves i gjennomsnitt 6,5 binner for å kunne sikre en årlig yngling (se metodekapitlet), tilsvarer dette 19,5 binner i alle aldre for å kunne sikre 3 årlige ynglinger i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6. Med en normal aldersfordeling blant binnene i Skandinavia, vil 40% av disse binnene være voksne binner, noe som tilsier 8 voksne binner (≥ 4 års alder), mens de øvrige binnene vil fordele seg på 4-5 årsunger, 3 ettåringer, 2 toåringer og 2 treåringer (se metodekapitlet).

Overlapp mellom binner

I gjennomsnitt overlapper ei binne i Sverige med 2.74 andre binner og deler 41% (standardavvik: 30 %, min:0 %, max: 100 %) av hjemmeområdet sitt med andre binner (**Figur 3.10 og 3.11**). Gjennomsnittlig parvis overlapp for binner med hjemmeområder som overlapper, er 23% (standardavvik: 21%, min: 0.02 %, max: 95 %) (**Figur 3.11**).



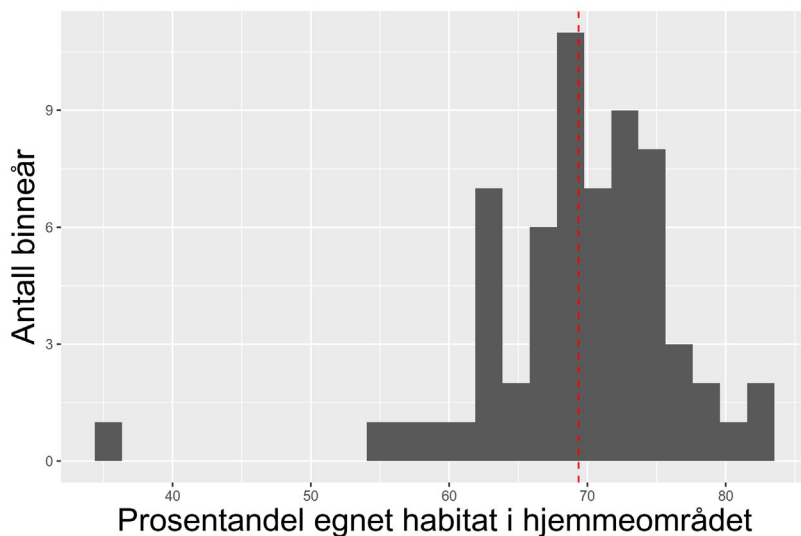
Figur 3.10 Eksempel på overlapp av hjemmeområder mellom nabobinner.



Figur 3.11 Antall overlappende binner (a), andel av hjemmeområdet delt med andre binner (b) og parvis andel overlapp av hjemmeområder (c) for 63 årlige hjemmeområder fra 26 voksne (≥ 4 års alder) binner i Sverige. Merk at et høyt antall årlige hjemmeområder for parvis overlapp skyldes at et årlig hjemmeområde ofte inngår i mer enn ett par.

Voksne bidders antatte bruk av forvaltningsområdet

Forvaltningsområdet inneholder 3320 km² (45% av totalarealet) med egnet habitat. I gjennomsnitt inneholdt hjemmeområdene til de 63 årlige hjemmeområdene i fjellområder i Sverige 69 % egnet habitat og resten uegnet habitat (**Figur 3.12**). Dersom vi forutsetter samme fordeling av egnet og uegnet habitat i hjemmeområdene blant binnene i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6, vil dette tilsi at binnene sannsynligvis vil inkludere $3320/0.69 = 4786$ km² av det totale arealet på 7350 km² i forvaltningsområdet i sine hjemmeområder. Dette tilsier at forvaltningsområdet inneholder 4031 km² (55 % av totalarealet) med uegnet habitat hvor 2564 km² (64 % av det uegna habitatet) forventes å bli benyttet i liten grad av voksne binner.



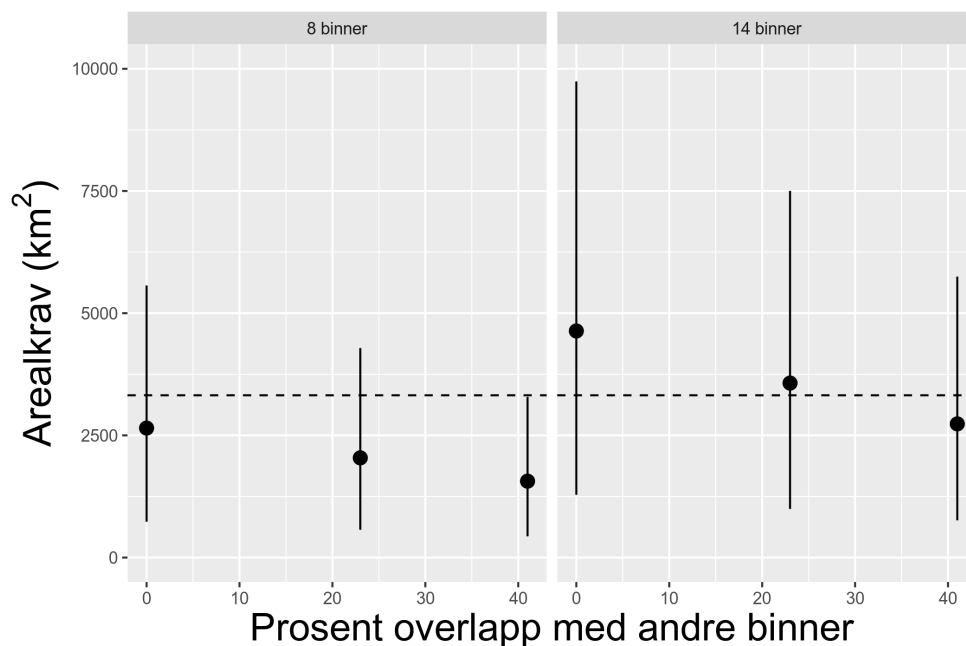
Figur 3.12 Andel egnet habitat i 63 årlige hjemmeområder for 26 voksne (≥ 4 års alder) binner i fjellområder i Sverige.

Arealbehovet for å oppnå forvaltningsmålet i regionen

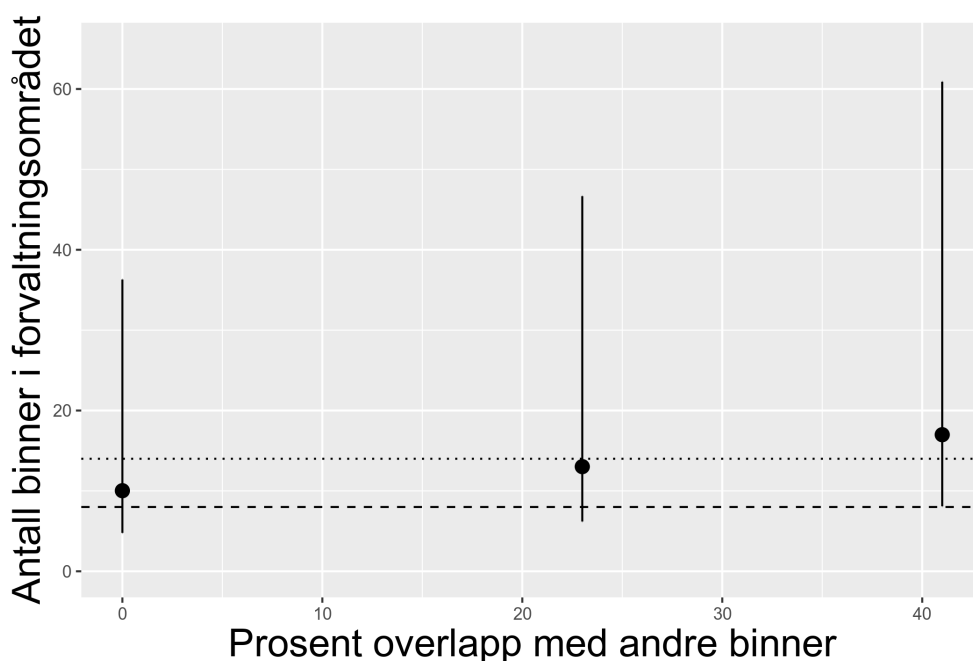
Da det er et stort overskudd av uegnet habitat for voksne binner i forvaltningsområdet, og vi samtidig vet at det uegna habitatet brukes i liten utstrekning av bjørnene (< 5% av tiden), har vi beregnet arealbehovet for antallet binner som kreves for 3 årlige ynglinger ut fra arealet av estimert egnet habitat i hjemmeområdene blant binnene i Sverige og satt dette opp mot arealet av egnet habitat i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6.

Dersom vi forutsetter at yngre binner (≤ 3 års alder) oppholder seg innenfor morens og/eller andre bjørners hjemmeområder uten å ha etablert eget hjemmeområde, vil minimumsbehovet for areal tilsvare 8 voksne binneres hjemmeområde. Yngre binner som har separert seg fra moren kan bruke arealer utenfor de etablerte voksne binneres hjemmeområder. Dersom vi forutsetter at alle årsunger og 25% av ettåringene går sammen med moren, og derved har fullstendig sammenfallende hjemmeområdebruk (se metodekapitlet), mens de resterende ettåringene, alle toåringene og alle treåringene har etablert hjemmeområder og krever areal på lik linje som voksne binner, må areal for ytterligere 6 binner legges til. Dette vil tilsvare et absolutt maksimumsbehov for areal.

Med en gjennomsnittlig hjemmeområdestørrelse og andel egne habitat i hjemmeområdet lik den som er for de utvalgte svenske binnene, forventes de 8 voksne binnene å benytte et mindre areal av egnet habitat enn det arealet av egnet bjørnehabitat som er tilgjengelig i forvaltningsområdet i Region 6 (**Figur 3.13**). Dette gjelder både dersom binnene ikke deler noe av hjemmeområdet med andre binner, deler 23 % av hjemmeområdet sitt med andre binner, som tilsvarer gjennomsnittet av parvise overlapp, eller deler 41 % av området sitt med andre binner, dvs. i samme utstrekning som de radiomerkede binnene i Sverige (**Figur 3.13**). Dersom man legger et maksimumsbehov til grunn og 6 binner legges til, forventes disse 14 binner å bruke et større areal av egnet habitat enn tilgjengelig dersom ingen binner overlapper og ved kun parvis overlapp, mens ved overlapp i samme utstrekning som de radiomerkede binnene i Sverige vil binnene forventes å bruke et mindre areal av egnet habitat enn det som er tilgjengelig (**Figur 3.13**). Beregningene viser også at forvaltningsområdet har nok egnet bjørnehabitat, slik at det forventes å være plass til flere enn 8 voksne binner, som er det antallet binner som må til for å oppnå forvaltningsmålet på 3 årlige ynglinger, samt tilhørende yngre binner dersom overlappet i hjemmeområdene er som blant de radiomerkede binnene i Sverige (**Figur 3.14**).



Figur 3.13. Arealet det kan forventes at 8 voksne binner bruker i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6, og 14 binner (8 voksne + 6 yngre) dersom man forventer at ytterligere 6 yngre binner som har separert fra moren sin bruker areal i tilsvarende utstrekning som voksne binner. Arealbruken til binnerne er basert på predikert arealbruk fra 26 voksne binner og deres 63 årlige hjemmeområder i fjellområder i Sverige og ulik grad av overlapp i hjemmeområdene. Punktene er gjennomsnitt og vertikale streker indikerer 95 % konfidensintervall. Stiplet linje viser arealet av egnet bjørnehabitat i forvaltningsområdet i Region 6.



Figur 3.14. Antallet binner det kan forventes å være plass til i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 basert på predikert arealbruk fra 26 voksne (≥ 4 års alder) binner og deres 63 årlige hjemmeområder i fjellområder i Sverige og ulik grad av overlapp i hjemmeområdene. Punktene er gjennomsnitt og vertikale streker indikerer 95 % konfidensintervall. Stiplet linje viser 8 voksne binner (≥ 4 års alder) som kreves for å nå forvaltningsmålet på 3 årlige ynglinger, mens den prikkete linjen viser 14 binner (8 voksne + 6 yngre) dersom man forventer at ytterligere 6 yngre binner som har separert fra moren sin bruker areal i tilsvarende utstrekning som voksne binner.

3.2 Del 2 – betydningen av svensk forvaltning

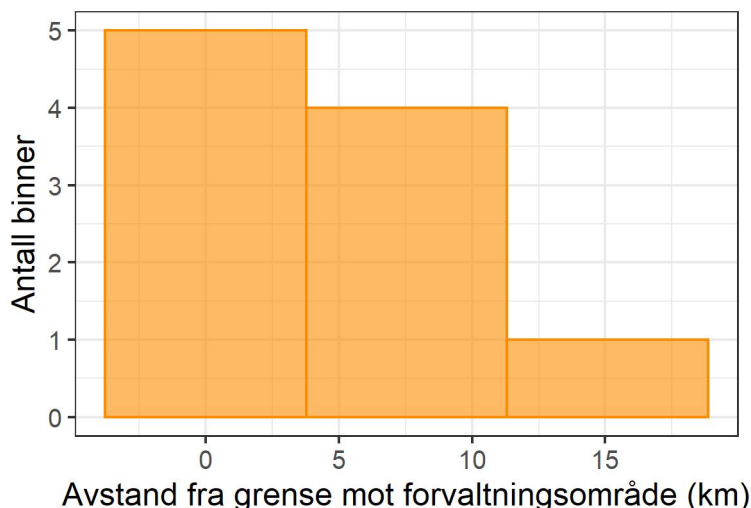
3.2.1 Kjente fellinger av binner i 2011-2018

I perioden 2011-2018 ble det totalt felt 12 binner som tidligere var påvist i live (basert på DNA-prøve) i eller i nærheten av forvaltningsområdet for bjørn i Region 6. Av disse ble 10 felt i Sverige og 2 felt i Norge. En av binner felt i Norge var uten foregående DNA-prøve (årsunge avlivet i Norge, Rovbase-ID M495579, avlivet i 2018) (**Figur 3.15**).



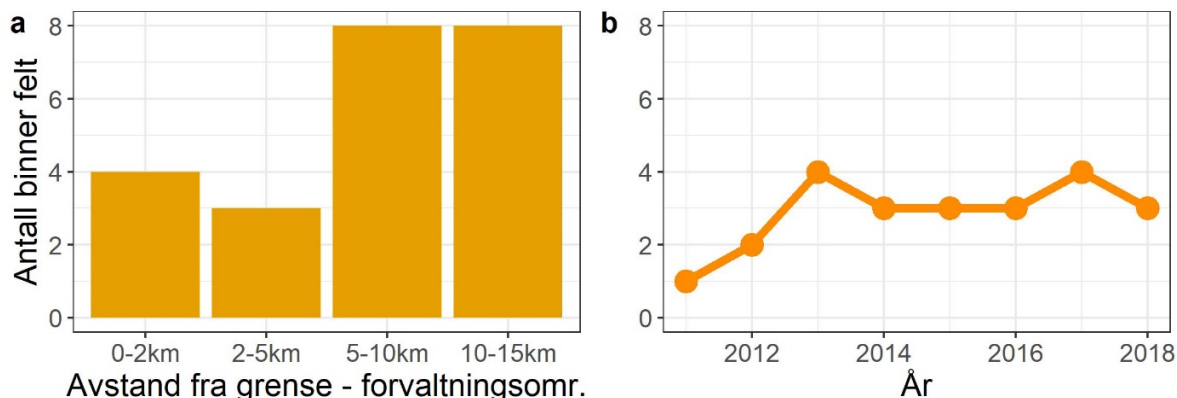
Figur 3.15. Oversikt over binner som er observert i live (oransje fylte sirkler) basert på DNA-prøve innenfor eller i nærheten av forvaltningsområdet for bjørn i region 6 i perioden 2011-2018. Binner som senere har blitt skutt i Sverige (sorte fylte sirkler), og skutt eller avlivet i Norge (blå fylte sirkler). Kun binner med opphold i eller i nærheten av forvaltningsområdet for bjørn i Region 6, er inkludert. Forvaltningssonen er representert med et grønt polygon.

De fleste av binnene som tidligere var observert i Norge (basert på DNA-prøver) og som senere ble felt i Sverige, ble felt svært nær grensa (**Figur 3.16**). Gjennomsnittlig avstand fra grensa var 6,1km [min 0,05km, maks 15,1km]. Totalt ble fem binner som tidligere var observert i Norge, felt nærmere enn 5 km fra grensa i perioden 2011 – 2018.



Figur 3.16. Avstand fra grense mot forvaltningsområde (i km) til fellingssted for 10 binner som tidligere observert i Norge og felt i Sverige.

I perioden 2011 – 2018 ble det også felt binner innenfor ulike bufferavstander fra grensa som ikke tidligere var observert i Norge (**Figur 3.17a**). Totalt ble det felt 23 binner innenfor en buffer på 15 km fra grensen mot forvaltningsområdet, og det var en viss økning fra 1-2 binner årlig i 2011 og 2012 til 3-4 binner årlig resten av perioden (**Figur 3.17b**).



Figur 3.17. Oversikt over alle binner felt i Sverige innenfor ulike bufferavstander fra forvaltningsområdet for bjørn i Region 6. Figuren inkluderer både binner som tidligere er observert i Norge og binner som ikke er observert i Norge

3.2.2 Simulering av bestandsforløp med og uten felling

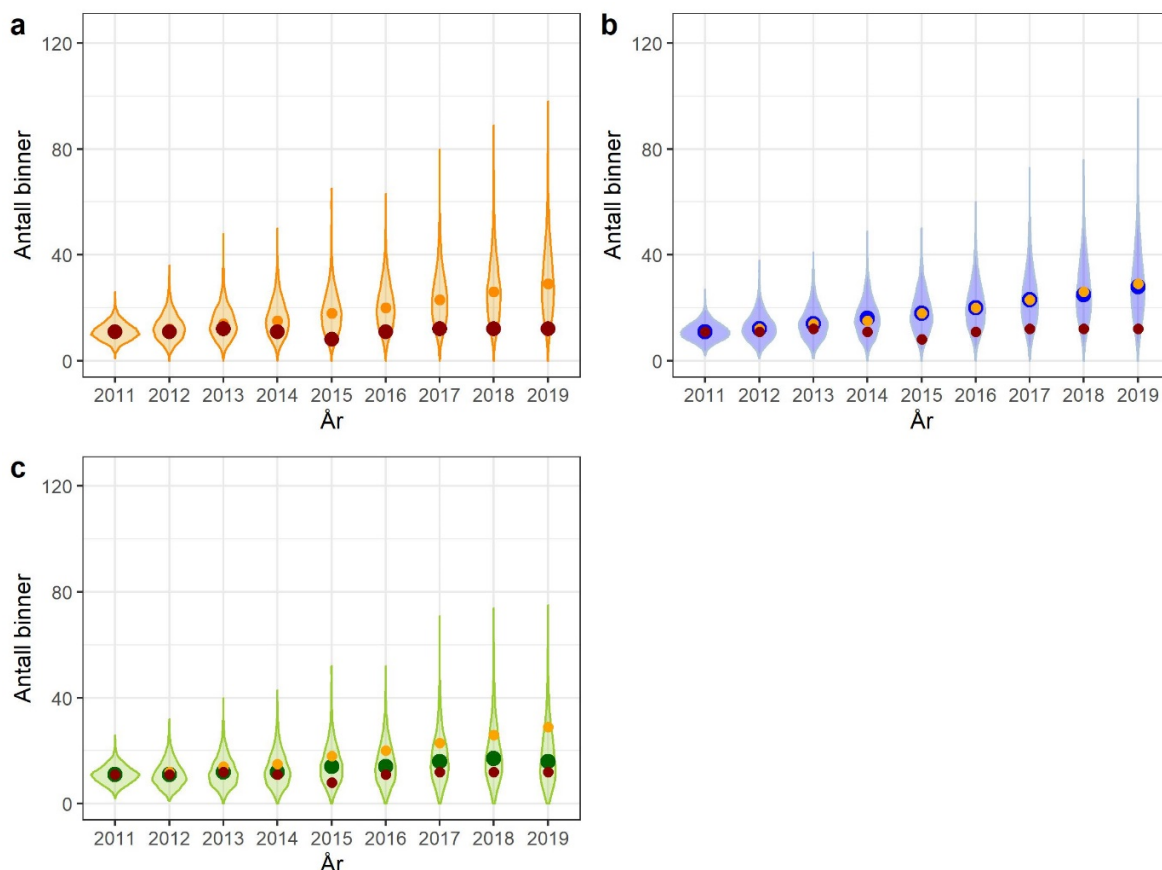
For å kunne svare på hvordan svensk forvaltning av bjørn har påvirket bjørnebestanden i Region 6, har vi simulert tre ulike bestandsforløp basert på populasjonsmodellen beskrevet over (se metoddelen) og basert på tilgjengelige data på felte binner i Norge og Sverige i perioden 2011-2018. Vi tok utgangspunkt i en bestand på 11 binner (med Poisson usikkerhet) for simuleringene, som var bestandsestimatet for bjørn i Region 6 i 2011 (Tobiassen mfl. 2012).

I det første forløpet har vi simulert et tenkt bestandsforløp i en bestand uten felling. Med unntak av den demografiske usikkerheten som særlig påvirker små bestander, gir dette et forløp som er likt det man forventer basert på de demografiske ratene som ligger til grunn for modellen (se

metodedelen). Denne bestanden uten felling vokser til en median på 29 binner etter åtte tidssteg (**Figur 3.18a**). Til sammenlikning er det ingen betydelig endring i antall binner i det observerte bestandsforløpet i overvåkingsdataene i perioden 2011-2019.

I det andre simulerte bestandsforløpet la vi inn i modellen kun de observerte felte binnene i Norge i perioden 2011-2018. Denne bestanden vokser nesten tilsvarende som bestanden uten fellinger til en median på 28 binner etter åtte tidssteg (**Figur 3.18b**).

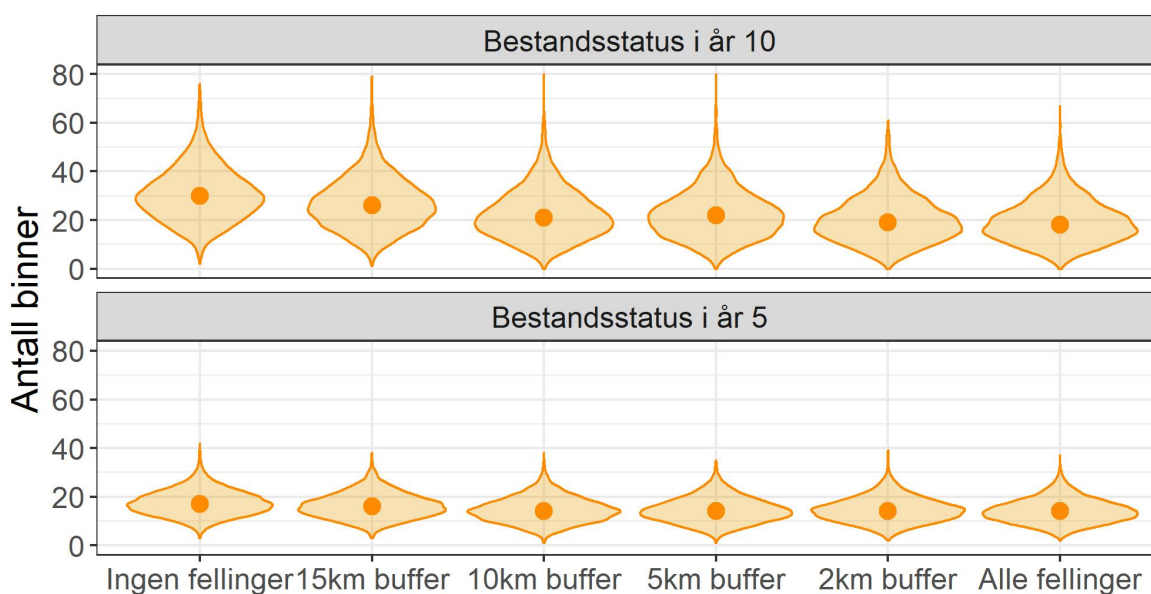
I det tredje simulerte bestandsforløpet la vi inn i modellen de observerte felte binnene i både Norge og Sverige i perioden 2011-2018. Median antall binner etter åtte tidssteg i dette forløpet er 16 (**Figur 3.18c**) og betydelig nærmere det observerte bestandsforløpet i overvåkingsdataene med 12 binner i 2019 enn de to andre simulerte forløpene.



Figur 3.18. Modellerte (teoretiske) bestandsforløp under ulike tenkte scenarier for perioden 2011 – 2019. I forløp a) har vi antatt at bestanden ikke er utsatt for felling (og derfor følger de demografiske rater oppgitt i Figur 2.5). I forløp b) er kjente fellinger i Norge inkludert i bestandsforløpet, mens i c) er kjente fellinger både i Norge og Sverige inkludert. På svensk side er kun felling av bjørn som tidligere er observert i live (basert på DNA-prøve) i Norge i perioden etter 2010 inkludert. I alle figurer er røde fylte sirkler observerte overvåkingsdata for området, mens oransje fylte sirkler er median for den simulerte bestanden uten fellinger. Blå fylte sirkler er median for den simulerte bestanden med fellinger i Norge, mens grønne fylte sirkler er median for den simulerte bestanden med fellinger i både Norge og Sverige. Merk at modellen inkluderer alle binner i bestanden, og at y-aksen derfor representerer det totale antall binner i bestanden inkludert årsunger.

3.2.3 Scenarier for bestandsutvikling

For å kunne svare på hvilken effekt dagens avskytingsnivåer i Sverige har på Region 6 sin mulighet til å nå bestandsmålet for bjørn, har vi simulert bestandsutviklingen for ulike scenarier av fellinger i Sverige. Vi har simulert bestandsutviklingen fra 2019 for 5 år og 10 år frem i tid med tilsvarende fellingsnivå i Sverige som dagens fellingsnivå. I de ulike scenarioene er binner som er observert i Norge, men felt i Sverige innenfor ulike avstander fra grensen mot forvaltningsområdet i ulik grad inkludert i simuleringene som felt. Scenarioene er: a) Ingen felling i Sverige inkludert, b) kun inkludert de fellingene i Sverige som har vært utenfor suksessive buffere på 2, 5, 10 og 15 km fra grensen mot forvaltningsområdet i Region 6, og c) alle fellinger i Sverige inkludert. Resultatene viser at fellinger utenfor disse tenkte bufferne vil ha betydelig effekt på bestandsveksten i den simulerte bestanden (**Figur 3.19**). I år 10 vil median antall binner for scenarieret «Ingen fellinger» være 30, mens median antall binner for scenarieret «Alle fellinger» vil være på om lag 60% av dette (18 binner). De andre scenarioene har median antall binner på henholdsvis 26 (ingen felling innen en 15km buffer) – 19 (ingen felling innen en 2km buffer). Også etter fem år er det en forskjell i simulert antall binner for de ulike scenarioene, men siden brunbjørn er en lengelevende art, er forskjellene relativt beskjedne med en median på 14 binner for scenarieret «Alle fellinger» vs 17 binner for scenarieret «Ingen fellinger».



Figur 3.19. Resultater fra simuleringer av ulike bestandsutviklingsscenarier. I de ulike scenarioene er binner som er observert i Norge, men felt i Sverige innenfor ulike avstander fra grensen mot forvaltningsområdet i ulik grad inkludert som felt. I scenarieret «Ingen fellinger» blir ingen kjente fellinger i Sverige inkludert i modellen, mens i scenarieret «Alle fellinger» blir alle kjente fellinger i Sverige inkludert. I de andre scenarioene blir kun fellinger i Sverige som ligger utenfor buffersonen inkludert som felling, mens binner felt innenfor buffersonen blir ikke inkludert som felt i simuleringene.

4 Diskusjon

4.1 Del 1 – arealbehov

For å kunne svare på spørsmålet 1.1 «Hvor store arealer må en forvente at bjørnebinner i forvaltningsområdet i Trøndelag vil benytte», tok vi utgangspunkt i voksne binner (≥ 4 års alder) radiomerket med GPS i fjellområder i Sverige og laget en modell for hjemmeområdestørrelser basert på reproduktiv status, breddegrad, terrengindeks og habitatsammensetningen innenfor hjemmeområdene til disse binnene. Binnene i Sverige brukte i gjennomsnitt 514 km^2 i de årene de ikke gikk med årsunger. Forutsetter man at binner uten årsunger i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 bruker habitatet etter samme fordeling som det tilgjengelige habitatet i hele forvaltningsområdet, gir dette predikerte hjemmeområdestørrelser på 616 km^2 , som er et større areal enn gjennomsnittet for de svenske binnene. Dette skyldes høyere andelen fjell og vann i forvaltningsområdet sammenlignet med de svenske binnenes hjemmeområder. Forutsetter man derimot at binnene bruker habitatet etter samme fordeling som det estimerte egne bjørnehabitatet i forvaltningsområdet, gir dette en predikert hjemmeområdestørrelse på 477 km^2 , som er mindre enn gjennomsnittet. Binner inkluderer også en del uegna habitat (gj.sn. 30%) i sine hjemmeområder, som innen forvaltningsområdet med stor sannsynlighet vil inneholde en del fjell og vann som vil øke andelen av dette og dermed størrelsen på hjemmeområdet. Samtidig unngår binner å bruke fjell langt vekk fra skog, og vil sannsynligvis ikke bruke fjell i samme utstrekning som tilgjengeligheten tilsier. Det er også verdt å merke seg at prediksjonsintervallene er store for hjemmeområdeprediksjonene da det er stor variasjon i de svenske binnenes hjemmeområder (fra min 79 km^2 til maks 1163 km^2), og på lik linje med de observerte hjemmeområdene i Sverige, vil også hjemmeområdene i forvaltningsområdet sannsynligvis variere mye. Utfordringen ved å bruke modellen for hjemmeområdestørrelse til å forutsi hvor store hjemmeområder binnene i forvaltningsområdet vil bruke, er at vi ikke vet hvor binnene etablerer hjemmeområder. Dermed vet vi heller ikke hva landskapssammensetningen i hjemmeområdene er, og hvilke verdier vi bør la modellen predikere for. Vi valgte å bruke den gjennomsnittlige landskapssammensetningen for forvaltningsområdet og for egnet habitat i forvaltningsområdet. Disse verdiene er sannsynligvis ikke de samme som binner i forvaltningsområdet vil ha i sine hjemmeområder, fordi binnene ikke plasserer hjemmeområdene sine tilfeldig i landskapet. Det er derfor også knyttet usikkerhet til hvorvidt vi har predikert for de riktige verdiene for landskapssammensetning for binner i forvaltningsområdet.

Gjennomsnittet for hjemmeområdestørrelser blant binner i fjellområder i Sverige kan være et utgangspunkt for hva man kan forvente binnene i forvaltningsområdet i Region 6 vil bruke, men et slik gjennomsnitt tar ikke hensyn til eventuelle forskjeller i habitatsammensetningen, og må forutsette at habitatsammensetningen er lik mellom områdene og at binnene i forvaltningsområdet vil oppføre seg likt som de svenske binnene. Habitatsammensetningen innenfor de svenske binnenes hjemmeområder viste seg å være forskjellige fra det som er tilgjengelig innenfor hele forvaltningsområdet, der andelen fjell var 3 ganger så høy og andelen vann var dobbelt så høy i forvaltningsområdet sammenlignet med binnenes hjemmeområder. En statistisk modell som kan forutsi hjemmeområdestørrelsen basert på habitatsammensetningen, vil kunne ta hensyn til slike forskjeller og derfor gi et bedre anslag for hjemmeområdestørrelser forutsatt at man har god kunnskap om hvilke verdier man bør sette inn i modellen. Da vi ikke har tilsvarende data på binnenes habitatvalg og hjemmeområdebruk i forvaltningsområdet, men må bruke ekstrapolering fra data over svenske binner i tilsvarende habitat, vil det være en usikkerhet rundt hvor store areal binner i forvaltningsområdet i realiteten vil bruke. Dessuten er det også stor individuell variasjon i arealet for de årlige hjemmeområdene blant binnene i Sverige. Det er allikevel nærliggende å anta at binner i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 vil bruke i gjennomsnitt større arealer enn de svenske binnene, gitt forskjellen i andelen fjell og vann i forvaltningsområdet, og at hjemmeområdestørrelsen vil ligge et sted midt mellom disse modellprediksjonene på $500\text{--}600 \text{ km}^2$. I år binnene går med årsunger, forventes binnene å bruke halve arealet.

For å kunne svare på spørsmålet 1.2 «Hvordan svarer tilgjengelig habitat innenfor dagens forvaltningsområde for bjørn i Region 6, til arealbehovet for bjørnebinnene som må til for å oppnå

forvaltningsmålet i regionen», tok vi først utgangspunkt i 8 voksne binner (≥ 4 års alder) som er minimumsarealet som kreves for 3 årlige ynglinger dersom man forutsatte at yngre binner (≤ 3 års alder) oppholder seg innenfor morens og/eller andre bjørners hjemmeområder. Vi undersøkte hvor store arealer med egne habitat de svenske binnene brukte i år uten årsunger, samt binnenes overlapp i hjemmeområdene og satte dette opp mot tilgjengelig egne habitat i forvaltningsområdet. Da mer enn halvparten av forvaltningsområdets areal kan karakteriseres som uegnet habitat, mens de svenske binnenes hjemmeområder inneholder 69% egnet habitat, tilsier dette at dersom det er nok egnet habitat for det antallet binner som må til for å sikre 3 årlige ynglinger, så vil det også være mer enn nok totalareal for binnene.

Våre beregninger viser at ved alle scenarier for overlapp forventes det at det er nok areal av egnet bjørnehabitat for 8 voksne binner i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6. Legger man derimot et maksimumsbehov til grunn og forventer at ytterligere 6 yngre binner som har separert fra moren sin bruker areal i tilsvarende utstrekning som voksne binner (dvs. arealbehovet for totalt 14 binner), forventes det at arealbruken er større enn hva som er tilgjengelig dersom de overlapper i mindre grad enn de radiomerkede binnene i Sverige. Konfidensintervaller rundt estimatene er relativt store og tilfeldigheter kan derfor medføre at binnene både kan bruke større og mindre arealer enn estimatene og derved det som er tilgjengelig av egne habitat. Da prelimnære data viser at det er en relativt høy grad av slektskap blant binnene i forvaltningsområdet (Rovdata, upublisert materiale), er det nærliggende å anta at overlappet mellom binnenes hjemmeområder i Region 6 er tilsvarende som blant de radiomerkede binnene i Sverige, som i utgangspunktet er et konservativt mål da ikke alle binner er merket i disse områdene. Det er også lite sannsynlig at de 6 yngre binnene bruker arealer i samme utstrekning som de 8 voksne binnene, da tidligere studier har vist at unge binner (≤ 3 års alder) bruker omtrent halvparten av hjemmeområdestørrelsen til voksne binner (Dahle mfl. 2006, Dahle & Swenson 2003). Dette tilsier at arealet av egnet habitat i forvaltningsområdet bør være stort nok for 8 voksne binner og eventuelle yngre binner som bruker egnet habitat utenfor området til de etablerte voksne binnene og derved det antallet binner som kreves for 3 årlige ynglinger som er forvaltningsmålet i regionen.

4.2 Del 2 – betydningen av svensk forvaltning

Bjørnepopulasjonen i Sverige ligger over bestandsmålet på minimum 1400 individer, og reguleres hovedsakelig gjennom lisensjakt (Naturvårdsverket 2016). De siste 10 årene (2010-2019) har det årlige jaktuttaket vært på 200-300 individer (www.rovbase.no). I tillegg kommer bjørner som er tatt ut ved forskjellige forvaltningstiltak, hovedsakelig i kalvingsområder for tamrein. Disse forvaltningsuttakene har økt den siste 10-årsperioden sammenlignet med tidligere perioder og utgjør ikke en uvesentlig andel av det totale uttaket (ca. 25-70 individer) (www.rovbase.no).

For å kunne svare på spørsmålet 2.1 «Hvordan har svensk forvaltning av bjørn påvirket bjørnebestanden i Region 6?», utførte vi simuleringer av bestandsforløp for binner i åtte tidssteg basert på en utgangspopulasjon på 11 binner i alle aldre i 2011 (Tobiassen mfl. 2012), tidligere publiserte populasjonsdynamiske parametere for den Skandinaviske bjørnepopulasjonen (Bischof mfl. 2018) og kjente fellinger i både Norge og Sverige av binner påvist med opphold i Norge 2011-2018 (www.rovbase.no). En simulering av bestandsforløpet der ingen av de kjente fellingene ble inkludert, viste en gradvis økning år for år i antallet binner og endte opp med et median antall på 29 binner i 2019. I en tilsvarende simulering der de kjente fellingene i Norge ble lagt inn, ender medianen på 28 binner. En simulering der man i tillegg legger inn fellinger i Sverige av binner med tidligere påvist opphold i Norge, gir et antall på kun 16 binner i 2019. Dette er betydelig nærmere det observerte antallet på 12 binner i Trøndelag i 2019, og viser at fellingene i Sverige av binner med tilhold i Norge teoretisk sett har gitt en 43% lavere bestand av binner, enn dersom disse binnene ikke var blitt felt i Sverige. Det er derfor tydelig at fellingene i Sverige har hatt en betydelig påvirkning på det observerte bestandsforløpet av binner i Region 6.

Våre simuleringer inkluderte ikke hanner, da det er antallet binner som er avgjørende for regionens bestandsvekst og bestandsmål. Binnene slår seg ned nær morens område der de ble født, mens hanner vandrer ut slik at de ikke overlapper med binner de er i slekt med og unngår store

hanner (Støen mfl. 2006, Zedrosser mfl. 2007). Overvekten av hanndyr i Region 6, med 65% hanner og 35% binner registrert (Fløystad mfl. 2020), skyldes innvandring stort sett fra Sverige. Innvandringen av hanner til regionen vil sannsynligvis kunne fortsette med mindre populasjonsveksten, og utbredelsen av bjørnepopulasjonen i Sverige nær Region 6 vil ikke endres dramatisk. Det er allikevel verdt å merke seg at antallet hanndyr av bjørn registrert i Norge har sunket de siste årene, mens antallet binner har vært stabilt eller svakt økende (Fløystad mfl. 2020). Dette skyldes mest sannsynlig den økte avskytingen i Sverige de siste årene og at flere av de unge hannene finner områder i Sverige de kan slå seg ned i fremfor å vandre til Norge.

For å kunne svare på spørsmål 2.2 «Hvilken effekt har dagens avskytningsnivåer i Sverige på Region 6 sin mulighet til å nå bestandsmålet for bjørn?», utførte vi simuleringer av fremtidig bestandsutvikling for 5 og 10 år gitt tilsvarende felling i Sverige av binner med delvis opphold i Norge lik det fellingsnivået som ble observert i 2011-2018. Da det kreves ca. 19 binner for å sikre 3 årlige ynglinger, som er bestandsmålet i Region 6, viser simuleringene at det vil gå mer enn 10 år før antallet binner i Region 6 kommer opp i dette antallet. Simuleringene gir en median på 18 binner etter 10 år med tilsvarende avskytningsnivåer av binner med påvist tilhold i Norge som dagens avskytningsnivåer i Sverige har vært. Dette tilsier at fremtidige fellinger av binner med påvist tilhold i Norge på tilsvarende nivå som dagens nivå i Sverige vil ha en betydelig effekt på Region 6 sin mulighet til å oppnå bestandsmålet for bjørn. Det er også verdt å merke seg at selv om fellingene av binner med påvist tilhold i Norge totalt opphører i Sverige fremover, vil man trolig ikke kunne komme opp i dette antallet før i overkant av 5 år. Dette skyldes at bjørnen er en art med lav reproduksjonstakt. En annen viktig faktor er at beregningene av det årlige antallet ynglinger ikke bare baserer seg på antallet binner påvist innenfor regionen, men justeres også for hvor stor andel av leveområdet disse binnene har utenfor regionen (Bischof og Swenson 2010). Dersom en andel av binnene har deler av sine leveområder utenfor regionen må antallet binner påvist innenfor regionen økes ytterligere for å kunne oppnå 3 årlige ynglinger. Dette tilsier at det kan gå lang tid og langt mer enn 10 år før antallet binner som kreves for å nå bestandsmålet oppnås med dagens avskytningsnivåer i Sverige.

Simuleringene av bestandsforløpet kan også gi svar på spørsmål 2.3 «Hva er årsaken til at man ikke har hatt en økning av bjørnebestanden i Region 6 i perioden 2012-2017?». Det har blitt felt mellom 2 og 4 binner årlig og totalt 19 binner i Sverige innenfor en avstand av 15 km fra forvaltningsområdets grense i perioden 2012-2017, og 8 av disse binnene hadde påvist tilhold i Norge. Simuleringen av bestandsforløpet der kun de kjente fellingene i Norge er inkludert viser en tydelig hypotetisk økning i bestanden av binner fra 12 i 2012 til 23 binner i 2017. Uten fellingene i Sverige er det derfor god grunn til å anta at bjørnebestanden i Region 6 ville økt i perioden 2012-2017, og at den uteblivende økningen i bestanden i stor grad skyldes fellingene av binner i Sverige.

Simuleringene av bestandsforløpet der alle fellinger både i Norge og Sverige av binner påvist i Norge var inkludert gir et litt høyere bestandsforløp enn det observerte bestandsforløpet basert på overvåkningsdata fra området. Dette kan skyldes at binner født i Norge vandrer over til Sverige. Unge binner forblir flere år i morens hjemmeområde og etablerer ofte et eget hjemmeområde som overlapper med morens hjemmeområde der unge binner kan etablere seg (Frank mfl. 2018). Økt tilgang på ledige hjemmeområder grunnet fellinger i Sverige kan derved føre til at unge binner i større grad etablerer seg på svensk side av grensen. En annen årsak kan være at populasjonsparameterne blant binnene i Region 6 er annerledes enn de som er benyttet i modellen som er basert på data fra hele den Skandinaviske populasjonen (Bischof mfl. 2018), spesielt med tanke på reproduksjon og overlevelse. Region 6 ligger i utkanten av den Skandinaviske bjørnepopulasjonen i et område med relativt lav tetthet av bjørn (Bischof mfl. 2019), og det er også en overvekt av hanner (65%) i Regionen (Fløystad mfl. 2020), som skyldes innvandring fra Sverige (Swenson mfl. 1998). I slike områder med relativt stor utskiftning av hanner, er det en risiko for økt ungedrap (Leclerc mfl. 2017) som kan påvirke reproduksjonen negativt, selv om unge binner både vandrer ut og reproduserer tidligere i områder med lav tetthet av bjørn (Støen mfl. 2006). Disse faktorene sammen med at det observerte bestandsforløpet er lavere enn

simuleringene, tilsier at den fremtidig populasjonsutvikling sannsynligvis vil ligge lavere enn median verdien fremfor høyere enn medianverdien

4.3 Andre relevante betraktninger

Habitatmodellen anvendt på forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 viser at det meste av egne bjørnehabitatet i forvaltningsområdet, er i de sørøstlige deler mot grensen til Sverige og sørvestlige deler mot Namdalen. En økning i antall binner vil mest sannsynlig skje i nærliggende egnet habitat til hvor binnene oppholder seg i dag. I øst blir dette i større grad mot Sverige og i vest mot Namdalen. I disse områdene er det også mye egnet habitat utenfor grensene av forvaltningsområdet inn i Sverige og vest for E6. Dette vil tilsa at bjørner som oppholder seg her vil ha større sannsynlighet for å bruke arealene utenfor forvaltningsområdet enn opp mot fjellene i de midtre og nordre delene av forvaltningsområdet der det er mindre egnet habitat. Observasjoner av binner fra Rovbase bekrefter dette. Dette innebærer også at bjørnene som oppholder seg i disse områdene i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 kan ha relativt høyere risiko for å bli skutt i Sverige eller høyere sannsynlighet for å kunne oppholde seg også utenfor forvaltningsområdet vest for E6. Da avskytingen i Sverige sannsynligvis vil fortsette å påvirke den fremtidige bestandsutviklingen i forvaltningsområdet, vil en oppnåelse av bestandsmålet på 3 årlige ynglinger sannsynligvis være mer avhengig av en økning i antallet binner i de vestre delene av forvaltningsområdet sammenlignet med områdene på grensen mot Sverige. En økning av bjørnepopulasjonen i region 6 vil gi flere unge bjørner, både binner og hanner, som forlater morens hjemmeområde og vil bruke egnet habitat både innenfor eller utenfor forvaltningsområdet. Det er også viktig å merke seg at voksne hanner sannsynligvis vil bruke egnet habitat på samme måte som voksne binner, men at voksne hanner også vil bruke 3-5 ganger så store arealer som binnene (Dahle og Swenson 2003).

4.4 Konklusjoner

- Forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 inneholder 3 ganger større andel fjell og dobbelt så mye vann sammenlignet med hjemmeområdene til binner i svenske fjellområder. Da bjørnene forventes å bruke en habitatsammensetning nærmere sammensetningen innenfor egne bjørnehabitat (dvs. der bjørnen forventes å oppholde seg ca. 95% tiden), forventes det at binner uten årsunger, dvs. enslige eller binner med eldre unger, i forvaltningsområdet for bjørn i Region 6 vil bruke i gjennomsnitt en hjemmeområdestørrelse på 500-600 km². I år de går med årsunger, forventes binnene å bruke halve arealet.
- Binner i forvaltningsområdet har ifølge preliminnære beregninger en relativt høy grad av slektskap, og antas derfor å overlape sine hjemmeområder på linje med binner i Sverige. Basert på dette overlappet og de svenske binneres arealbruk av egnet bjørnehabitat, viser beregningene at arealet egnet habitat i forvaltningsområdet forventes å være stort nok for minst 8 voksne binner og 3 årlige ynglinger som er forvaltningsmålet i regionen.
- Simulerte bestandsforløp viser at 10 fellinger i Sverige i perioden 2011-2018 av binner med påvist opphold i Norge, har hatt en betydelig negativ påvirkning på bestandsforløpet i Region 6, og ga sammen med to fellinger av binner i Norge (en voksen og en årunge) et simulert bestandsforløp i 2011-2019 med litt høyere bestandsvekst enn det observerte bestandsforløpet ut fra overvåkningsdataene i området. De to fellingene i Norge ga alene ingen tydelig effekt og ga et simulert bestandsforløp som er tilnærmet likt et bestandsforløp uten fellinger.
- Simuleringer av fremtidig bestandsutvikling viser at det vil ta mer enn 10 år med dagens avskytingsnivå i Sverige før bestanden i Region 6 er oppe i det antallet binner som er nødvendig for å sikre 3 årlige ynglinger.
- Fellingene i Sverige av 8 binner fra 2012 til 2017 med påvist tilhold i Norge innenfor en avstand av 15 km fra forvaltningsområdets grense er sannsynligvis den viktigste årsaken til at man ikke har hatt en økning av bjørnebestanden i Region 6 i perioden 2012-2017.
- Det meste av det egne bjørnehabitatet er i de sørøstlige deler mot grensen til Sverige og sørvestlige deler mot Namdalen. Her er det også mye egnet habitat utenfor forvaltningsområdet som kan innebære økt risiko for at binner i disse områdene kan bli skutt i Sverige eller oppholde seg vest for E6.

5 Referanser

- Akaike, H. 1974. A new look at the statistical model identification. *IEEE transactions on automatic control* 19(6): 716-723.
- Bischof, R. & Swenson, J.E. 2010. Estimating the number of annual reproductions based on the number of female brown bears documented in Norway in 2008 and 2009. Report No. 2010-1. The Scandinavian Brown Bear Research Project.
- Bischof, R., Bonenfant, C., Rivrud, I.M., Zedrosser, A., Friebe, A., Coulson, T., Mysterud, A. & Swenson, J.E. 2018. Regulated hunting re-shapes the life history of brown bears. *Nature Ecology & Evolution* 2: 116-123.
- Bischof, R., Milleret, C., Dupont, P., Chipperfield, J., Brøseth, H. & Kindberg, J. 2019. RovQuant: estimating density, abundance and population dynamics of bears, wolverines and wolves in Scandinavia. MINA fagrapport 63. Norwegian University of Life Sciences.
- Breslow, N.E., Day, N.E., Halvorsen, K.T., Prentice, R.L. & Sabai, C. 1978. Estimation of multiple relative risk functions in matched case-control studies. *American Journal of Epidemiology* 108 (4): 299–307. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a112623
- Caswell, H. 2001. *Matrix population Models: Construction, analysis and interpretation*. 2. utg. Sinauer Associates Inc., Massachusetts.
- Dahle, B. & Swenson, J.E. 2003. Home ranges in adult Scandinavian brown bears (*Ursus arctos*): effect of mass, sex, reproductive category, population density and habitat type. *Journal of Zoology* 260: 329-335.
- Dahle, B., Støen, O.-G. & Swenson. 2006. Factors influencing home-range size in subadult brown bears. *Journal of Mammalogy* 87: 859-865.
- Fløystad, I., Brøseth, H., Bakke, B.B., Eiken, H.G. & Hagen, S.B. 2020. Populasjonsovervåking av brunbjørn. DNA-analyse av prøver innsamlet i Norge i 2019. NINA Rapport 1808. Norsk institutt for naturforskning.
- Frank, S.C., Leclerc, M., Pelletier, F., Rosell, F., Swenson, J.E., Bischof, R., Kindberg, J. Eiken, H.G., Hagen, S.B. & Zedrosser, A. 2018. Sociodemographic factors modulate the spatial response of brown bears to vacancies created by hunting. *Journal of Animal Ecology* 87: 247–258.
- Hijmans, R.J. 2020. raster: Geographic Data Analysis and Modeling. R package version 3.4-5. <https://CRAN.R-project.org/package=raster>.
- Lande, R., Engen, S. & Sæther, B. E. 2003. *Stochastic Population Dynamics in Ecology and Conservation*. 1st. utg. Oxford Series in Ecology and Evolution. Oxford University Press, Oxford.
- Leclerc, M., Frank, S.C., Zedrosser, A., Swenson, J.E. & Pelletier, F. 2017. Hunting promotes spatial reorganization and sexually selected infanticide. *Scientific Reports* 7: 45222.
- Manly, B.F.L., McDonald, L., Thomas, D.L., McDonald, T. L. & Erickson, W.P. 2002. *Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies*. Springer Science & Business Media.
- Martin, J., Basille, M., Van Moorter, B., Kindberg, J., Allainé, D. & Swenson, J.E. 2010. Coping with human disturbance: spatial and temporal tactics of brown bear. *Canadian Journal of Zoology* 88: 875-883.
- Mohr, C.O. 1947 Table of equivalent populations of north american small mammals. *The American Midland Naturalist*, 37: 223-249.
- Naturvårdsverket. 2016. Rapport 8716 Nationell förvaltningsplan för björn – Förvaltningsperioden 2014–2019.
- Ordiz, A., Kindberg, J., Sæbø, S., Swenson, J.E. & Støen, O.G. 2014. Brown bear circadian behavior reveals human environmental encroachment. *Biological Conservation* 173: 1–9.
- R Core Team 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

- Støen, O.-G., Bellemain, E., Sæbo, S. & Swenson, J.E. 2005. Kin-related spatial structure in brown bears *Ursus arctos*. *Behavioural Ecology and Sociobiology* 59: 191-197.
- Støen O.-G., Zedrosser, A., Sæbø, S. & Swenson, J.E. 2006. Inversely density-dependent natal dispersal in brown bears *Ursus arctos*. *Oecologia* 148: 356-364
- Støen, O.-G. & Moen, G.K. 2016. Brunbjørn i Nordland – økologiske vurderinger for revidering av forvaltningsplanen. Rapport 2016 – 4. Det skandinaviske bjørneprosjektet.
- Swenson, J.E., Sandegren, F. & Söderberg, A. 1998. Geographic expansion of an increasing brown bear population: evidence for presaturation dispersal. *Journal of Animal Ecology* 67: 819-826.
- Swenson, J.E. & Kindberg J. 2011. Arealkrav til en hunnbjørnbestand med 20 ynglinger årlig i Norge. Rapport No. 2011-2. Det skandinaviske bjørneprosjektet.
- Tobiassen, C., Brøseth, H., Bakke, B.B., Aarnes, S.G., Hagen, S. & Eiken, H.G. 2012 Populasjonsovervåking av brunbjørn 2009-2012: DNA analyse av prøver samlet i Norge i 2011. Bioforsk rapport 57: 1-54.
- Van de Walle, J., Pigeon, G., Zedrosser, A., Swenson, J.E. & Pelletier, F. 2018. Hunting regulation favors slow life histories in a large carnivore. *Nature Communications* 9: 1100.
- Worton, B.J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, 70: 164–168.
- Zedrosser, A., Støen, O.-G., Sæbø, S., & Swenson, J. E. 2007. Should I stay or should I go? Natal dispersal in the brown bear. *Animal Behaviour* 74: 369-376.

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: 978-82-426-4730-6

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