

Mastergradsoppgave

Anita Holmen

Effekten av flåttbyrde på overlevelse hos smågnagere

Er det noen sammenheng mellom flåttbyrde og overlevelse?



Høgskolen i Telemark

Fakultet for allmennvitenskapelige fag

Anita Holmen

Effekten av flåttbyrde på overlevelse hos smågnagere

Er det noen sammenheng mellom flåttbyrde og overlevelse?

2014



Høgskolen i Telemark
Fakultet for allmennvitenskaplige fag
Institutt for natur-, helse- og miljøfag
Hallvard Eikas plass
3800 Bø i Telemark

<http://www.hit.no>

© 2014 Anita Holmen

Denne avhandlingen representerer 60 studiepoeng

© Rettigheter etter lov om åndsverk: Anita Holmen

Trykket ved Høgskolens kopiesenter i Bø

Omslagsfoto: Anita Holmen

Sammendrag

Flåttens blodsugingsadferd medfører at den overfører forskjellige patogener mellom dyr og mennesker. Småskogmus (*Apodemus sylvaticus*) og klatremus (*Myodes glareolus*) er viktige verter for flått, og begge smågnagerarter kan være reservoarer for forskjellige patogener.

Parasittbyrdedata preges vanligvis av stor spredning, der at noen enkeltindivider i populasjonen har en stor til meget stor flåttbyrde, mens de resterende individer i populasjonen har en mer variert og lettere flåttbyrde. Dette mønsteret er gjerne omtalt som 20/80 regelen (fordi de 20 % av individene i en populasjon som har flest parasitter, grovt regnet står for 80 % av spredningspotensialet). Ved å undersøke hvordan overlevelsen til smågnagerne påvirkes av flåttbyrde, kan denne informasjonen brukes videre i kartleggingen av spredning av flåttbårne sykdommer. Oppgaven tar for seg hvorvidt en eksperimentell reduksjon av flåttbyrde (ved hjelp av permethrinbehandling) vil gi individer av smågnagere høyere overlevelse. Forskjellene ble undersøkt i felt ved å behandle en gruppe individer med permethrin, og sammenlikne disse med individer i en ubehandlet kontrollgruppe. Individene ble forsøkt gjenfanget og undersøkt over en periode på 40 dager.

Resultatene viste at permethrin hadde en flåttreduserende effekt på småskogmus og klatremus, ved at permethrinbehandlede dyr hadde et signifikant større negativ endring i flåttbyrde etter behandling, enn dyr i kontrollgruppen. Permethrinbehandlede dyr av begge arter hadde også større overlevelse enn tilsvarende dyr i kontrollgruppen. Resultatene viser flått kan medføre dødelighet hos klatremus og småskogmus.

Abstract

The feeding behavior of ticks, dispose the tick to transmit various pathogens between animals and humans. Rodents like the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) and bank vole (*Myodes glareolus*) are important hosts for ticks and both species may be reservoirs for different pathogens. Parasite distributions are usually characterized by a clumped distribution, where some individuals in the population have a large to very large tick burden, while the remaining individuals in the population have a more varied and smaller tick burden. This pattern is often referred to as the 20/80 rule (because the 20 % of individuals in a population with most parasites roughly accounts for 80 % of the disease spreading potential). By examining how the survival of small rodents is affected by tick burden, this information can be used further in the mapping the spread of tick-borne diseases. This thesis examines whether an experimental reduction of tick burden (using permethrinbehandling) will provide individuals of rodents higher survival. The differences were examined in the field by processing a group of individuals with permethrin, and compare these individuals against an untreated control group. Subjects were attempted recaptured and examined over a period of 40 days.

The results showed that permethrin has a tick -reducing effect on the bank vole and the wood mice, by that, permethrin treated animals had a significant larger negative change in tick burden after treatment, than animals within the control group. Permethrintreated animals of both species also had higher survival rates than similar animals within the control group. The results show that tick burdens may result in mortality in the bank voles and wood mice.

Innhold

1 Introduksjon	7
2 Problemstilling.....	10
3 Metode	11
3.1 Områdebeskrivelse.....	11
3.2 Fellefangst	11
3.3 Statistikk	13
3.3.1 Permethrinbehandling	13
3.3.2 Overlevelse	14
4 Resultater	15
4.1 Permethrinbehandling	16
4.2 Overlevelse	18
5 Diskusjon	21
5.1 Permethrinbehandling	21
5.2 Overlevelse	24
6 Konklusjon	27
Referanseliste.....	28
Oversikt over tabeller og figurer	32
Vedlegg.....	34

Forord

Denne masteroppgaven er skrevet i forbindelse med masterstudium «natur-, helse- og miljøvern» ved Høgskolen i Telemark, avdeling Bø. Feltarbeidet ble utført på Nedre – Knibe i Vest – Agder.

Jeg vil takke for muligheten for å skrive min masteroppgave ved Universitetet i Agder. Jeg vil rette en stor takk til min veileder, førsteamanuensis Lars Korlund ved UIA, for god hjelp, gjennom skriveprosessen. Jeg vil også takke min veileder, førsteamanuensis Øyvind Steifetten ved HiT. Sist, men ikke minst vil jeg også takke familie og samboer for god støtte og hjelp til barnepass i forbindelse med gjennomføring av masteroppgaven.

<Kristiansand, 2014>

<Anita Holmen>

1 Introduksjon

Flått er en ektoparasitt som hører til subordenen *Ixodida*, i klassen eddekoppdyr (Aracnida) (Hillyard 1996). Flåtten i Norge er utbredt langs kysten fra Hvaler til Brønnøysund (Hågvar 1998). *Ixodes ricinus*, vanlig skogflått, er den dominante flåttarten i sentral – Europa (Kiffner m. fl. 2011). Flått livnærer seg ved å suge blod av dyr som pattedyr, reptiler, fugler og en sjelden gang amfibier (Hillyard 1996). På grunn av flåttenes blodsugingsadferd, er flåtten ansvarlig for å overføre forskjellige patogener som virus (flåttbåren encephalitis), bakterier (Lyme borreliose, granulocytic ehrlichiosis) og protozoer (babesiosis) (Gray 1991; Paziowska m.fl. 2010; Boyard, Vourc'h & Barnourin 2008; Kiffner m.fl. 2011). Disse sykdommene kan overføres mellom vertene dersom en vert er reservoar av et patogen (Boyard, Vourc'h & Barnourin 2008).

Smågnagere spiller en stor rolle i spredningen av flåttbårne sykdommer (Humair m.fl. 1993a; Humair m.fl. 1993b). Parasittbyrdedata preges ofte av stor spredning og klumpete fordeling (Kiffner m.fl. 2011; Elston m.fl 2000). Det viser seg vanligvis som at noen enkeltindivider i populasjonen har en stor til meget stor flåttbyrde, mens de resterende individer i populasjonen har en mer variert og lettere flåttbyrde (Woolhouse m.fl.1997). Dette statistiske mønsteret er gjerne omtalt som 20/80 regelen (fordi de 20 % av individene i en populasjon som har flest parasitter, grovt regnet står for 80 % av spredningspotensialet), og dette mønsteret observeres blant flere forskjellige sykdomssystemer som for eksempel vektorbærende parasitter(Woolhouse m.fl. 1997). Individene tilhørende 20 % - gruppen av populasjonen, er de individene med størst flåttbyrde og som har størst potensial i spredningen av flåttbårne sykdommer (Woolhouse m.fl. 1997; Kiffner m.fl. 2011). Ved å undersøke hvordan overlevelsen til smågnagerne påvirkes av flåttbyrde, kan denne informasjonen brukes videre i kartleggingen av spredning av flåttbårne sykdommer.

Småskogmus (*Apodemus sylvaticus*) og klatremus (*Myodes glareolus*) er naturlige verter for tidlige livsstadiene, larve og nymfe, til flått (Dizij & Kurtenbach 1995; Kiffner m.fl. 2011; Boyard, Vourc'h & Barnourin 2008) og potensielle bærere av bakterier som forårsaker borreliose og andre flåttbårne sykdommer (Boyard, Vourc'h & Barnourin 2008).

Småskogmus og klatremus kan være reservoarverter siden de fins rikelig i de fleste skogshabitater, og er antagelig en viktig kilde for smitteoverføring til flått (Gray 1998). Begge smågnagerartene er tallrikt utbredt i store deler av Sør – Norge (Henttonen & Ebenhard 2004).

Flere undersøkelser har vist at flåttbyrden kan være ulik blant forskjellige smågnagerarter (Boyard, Vourc'h & Barnourin 2008; Humair m.fl. 1993a; Nilsson & Lundqvist 1978; Estrada – Peña m. fl. 2005), og de individene med høy flåttbyrde vil kunne spille en stor rolle i smittespredningen av flåttbårne sykdommer (Kiffner m.fl. 2011). Predasjon er den umiddelbare dødsårsaken hos mange smågnagere, men en høy parasittbyrde kan resultere i et svakere dyr med lavere overlevelse (Steen, Taitt & Krebs 2002; Hudson, Dobson & Newborn 1992). Flåttbyrden finner vi i hovedsak på ørene til smågnagerne, siden stell av pels og fjerning av parasitter er vanskelig å utføre her (Paziewska m.fl. 2009). Gjennom forsøket ble det erfart at individer med høy flåttbyrde hadde arrdannelse og åpne sår på ørene, som kan resultere i infeksjoner. De individene med høy flåttbyrde bidrar mest til sykdomsspredning (Woolhouse m.fl. 1997), men siden høy flåttbyrde kan medføre høyere dødelighet, vil effekten av dyrets evne til sykdomsspredning motvirkes dersom dyret dør tidligere som følge av høy flåttbyrde. Det er ikke tidligere gjort undersøkelser som tar for seg om høy flåttbyrde reduserer overlevelse hos mus. Flere undersøkelser viser at smågnagerhanner og ekornhanner er vanligvis i større grad parasitert enn hunner (Boyard, Vourc'h & Barnourin 2008; Huges & Randolph 2001; Raveh m.fl. 2011), og forklaringen kan være at hannene beveger seg over større områder, eller at hannenes hormoner kan undertrykke immunforsvaret. (Raveh m.fl. 2011; Huges & Randolph 2001). En høy flåttbyrde kan endre vertens morfologi og gjøre dyret mindre attraktivt som en potensiell partner (Raveh m.fl. 2011).

Flere studier er gjort innefor flåttparasittisme, der et av de store spørsmålene dreier seg om å identifisere hvilke individer som bidrar mest i spredningen av sykdommer. Forskning har vist at klatremus kan utvikle immunrespons mot flått dersom dyret utsettes for en stor flåttbyrde over tid (Rynkiewicz m. fl. 2013; Dizij & Kurtenbach 1995). En undersøkelse av *Apodemus* – arter og *Myodes* – arter i Sveits har vist at prosentandelen av infiserte individer er høyere blant skogmus enn klatremus (Humair m.fl.1993a). Andre undersøkelser av faktorer som påvirker dyrets flåttbyrde, og samtidig medvirker i spredningen av flåttbårne sykdommer er blant annet faktorer som habitattype (Kiffner m.fl. 2011; Boyard, Vourc'h & Barnourin 2008; Paziewska m.fl. 2010), eller individets egenskaper som art, kjønn, alder eller kroppsvekt (Nilsson & Lundqvist 1978; Humair m.fl. 1993a; Kiffner m.fl. 2011). Mer forskning er nødvendig for å styrke kunnskapen og identifisere individene som bidrar mest i spredningen av flåttbårne sykdommer. Denne kunnskapen kan brukes til å begrense sykdomsomfanget. Hensikten med dette forsøket er å undersøke om høy flåttbyrde påvirker smågnageres overlevelse, direkte eller indirekte. I dette forsøket brukes permethrin, et virkestoff som er

dødelig for flått, og som virker frastøtende, til og eksperimentelt redusere flåttbyrden på viltlevende individer av smågnagere.

Det forventes at permethrinbehandlede dyr vil ha en mindre flåttbyrde, og hvis flåttbyrden fører til økt dødelighet, forventes det at behandlede dyr vil ha høyere overlevelse enn ubehandlede dyr i kontrollgruppen.

2 Problemstilling

Har permethrin, som flåttreduserende middel, effekt på smågnagers flåttbyrde i felt, og vil individer med redusert flåttbyrde ha høyere overlevelse enn ubehandlede kontrolldyr?

3 Metode

3.1 Områdebeskrivelse

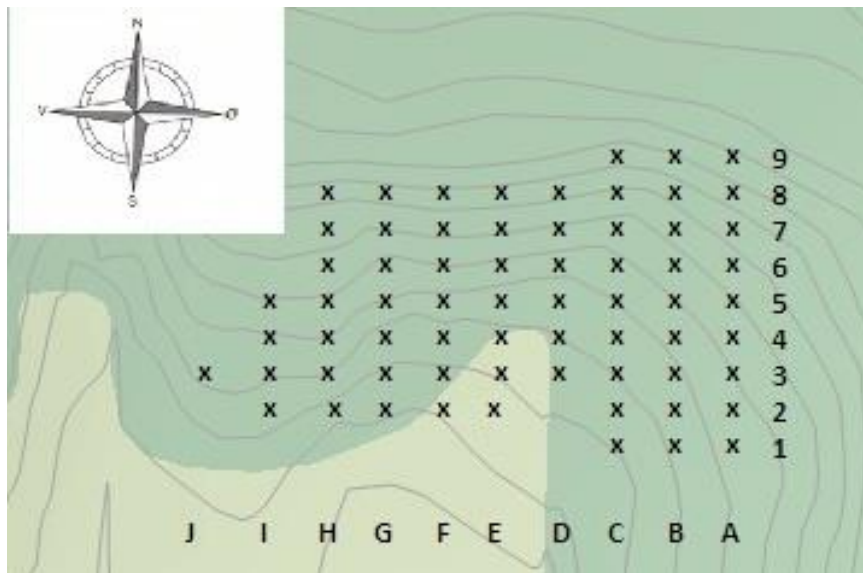
Undersøkelsen fant sted på Nedre – Knibe, vest i Søgne Kommune, Vest – Agder fylke, ca 58° 05`N, 7° 41`Ø. Området er kystnært og kupert og består av fattig edelløvskog, delvis i rasmark, dominert av sommereik *Quercus robur*, med innslag av andre løvtreslag.

Bunnvegetasjonen består hovedsakelig av løvstrø, bart fjell, bjørnemose *Polytrichum commune* og blåbær *Vaccinium myrtillus*. Den sør – østlige delen av området er dominert av høy grunnvannstad og bunnsjiktet er dominert av moser og flekkmarihånd *Dactylorhiza maculata*. Store og mellomstore pattedyr som finnes i området er rådyr *Capreolus capreolus*, hare *Lepus timidus*, rev *Vulpes vulpes*, mår *Martes martes*, og grevling *Meles meles*. Elg *Alces alces* og hjort *Cervus elaphus* har tråkk et stykke utenfor undersøkelsesområdet.

3.2 Fellefangst

Smågnagerne ble levende fanget med feller (Ugglan Special No2, Grahnb, Sverige) som ble plassert ut i feltområdet i et rutenett med ti meters avstand mellom fellene (figur 1).

Fangstområdets utbredelse ble naturlig begrenset av topografiske forhold (bratt terreng i nord og øst, og habitatutbredelse (dyrket mark i sør)) Fellelinjene ble merket med bokstav (A – J) fra øst til vest, og med tall (1 – 9) fra sør til nord. Kort avstand mellom fellene ble valgt for å øke sannsynligheten for gjenfangst.



Figur 1. Lokaltetene til de 66 fellene på Nedre – Knibe.

I hver fangstperiode (tabell 1) ble fellene agnet kvelden før med epler og hel havre. Litt havre ble plassert ved inngangen av fellen for å skape større interesse for dyrene. Fellene ble agnet i

større mengder utover sesongen ettersom bestandstettheten økte, og flere dyr kunne fanges per felle. Dersom det var meldt regn gjennom natten eller dagen etter, ble fellene i tillegg utstyrt med polergarn for å holde dyrene tørre, ved å trekke til seg fuktighet. Ved regnvær ble fellene agnet senest mulig kvelden før, og undersøkt tidligst mulig morgenen etter. Fellene var åpne på dagtid slik at fangst kun foregikk om natten. Hyppige fangstperioder er viktig for å sikre en effektiv flåttbehandling, siden effekten avtar over tid og behandlingen må gjentas.

Tabell 1. Oversikt over fangstdager sommeren 2012.

uke	Dag
26	26, 27, 28, 29
26, 27, 28, 29, 30	1, 2, 3, 4, 11, 12, 13, 22, 23, 24
32	6, 7

Fellene ble undersøkt tidlig dagen etter. Alle fangede individer ble undersøkt for hånd. Dyret ble artbestemt etter morfologiske trekk. Kun smågnagere ble undersøkt, spissmus (16 individer) ble umiddelbart sluppet ut. Dyrene ble merket med en unik tåkode, ved å klippe av en liten bit av en eller flere tær ved roten til kloen, for å kunne gjenkjenne individene ved gjenfangst gjennom forsøket. Forskning har vist at dyrene ikke får nedsatt funksjonsevne eller overlevelse av denne merkeformen (Braude & Ciszek 1998; Korn 1987). Flåttbyrden (det totale antallet flått) ble så registrert ved hjelp av lupebriller med 4x forstørrelse (RS – 6694, Roboz Surgical Instrument Co, U. S. A). Pelsen rundt ørene til smågnageren ble gredd bort fra ørene, ved hjelp av en fuktet tannbørste, for å bedre muligheten til å kunne se all flått. En pinsett ble brukt for å forsiktig undersøke begge ytter – ørene nøye på begge sider. Resten av dyrets kropp, spesielt resten av hodet ble også undersøkt selv om hovedbyrden av flått hovedsakelig er å finne på ørene (Paziewska m.fl 2009). Flått ble ikke fjernet fra dyrene. Dyrene ble tilfeldig plassert i hhv. kontroll og behandlinggruppe. Individer i behandlingsgruppen ble behandlet med en dråpe (ca 0,2 ml) permethrinløsning (7,5 mg/ml løst vann) som ble påført i området rett bak ørene for å redusere flåttbyrde (heretter kalt permethrinbehandling), og individer i kontrollgruppen ble behandlet med tilsvarende mengde vannløsning uten virkestoffet (heretter kalt kontrollbehandling). Permethrindosen (maksimalt 150 µg pr gram vev for de minste individene (10 g)) er en mindre dose enn hva laboratorieforsøk har vist at kan gi negative effekter på mus (Prater m.fl. 2002). Valgt dosering var forventet å ha den ønskede effekten på flått, samtidig som at doseringen ikke var forventet å ha negative konsekvenser for vertsdyret. Siden permethrinbehandlingens effekt

forventes å avta over tid ble behandlingen gjentatt ved eventuell gjenfangst, men tidligst to uker etter første behandling. Permethrin er et syntetisk pyrethroid som fungerer som et neurotoxin og det brukes mye til flåttbekjempelse og behandling (Mougeot m.fl. 2008; Deblinger & Rimmer 1991). Det er et relativt smalspektret medikament som hovedsakelig har effekt på edderkoppdyr og insekter, og som ikke har effekt på for eksempel endoparasitter (Brown & Herbert 1997). Etter behandling ble individet veid, og satt ut der det ble fanget. Den eksperimentelle behandlingen av smågnagere er godkjent av forsøksdyrutvalget i Mattilsynet, og søknad om tillatelse til fangst av vilt for vitenskapelige formål er godkjent av Miljødirektoratet (tidligere Direktoratet for naturforvaltning).

3.3 Statistikk

3.3.1 Permethrinbehandling

For å undersøke om permethrinbehandlingen førte til en mindre flåttbyrde, ble flåttbyrde før behandling og flåttbyrde ved første gjenfangst sammenliknet. Differansen i flåttbyrde mellom disse to fangsthendelsene (heretter kalt delta) ble brukt som responsvariabel. Siden denne variabelen hadde en tilnærmet normalfordeling, ble forskjell mellom behandlingsgruppene analysert med ANCOVA, analyse av kovarians, som er en blanding av regresjon og analyse av varians (Wheater & Cook 2000). Utgangspunktet i modellseleksjonen var en full modell med gruppe (forskjell mellom kontroll og behandlingsgruppe) samt interaksjoner mellom denne og hver av følgende kategoriske og lineære kovariatene: (1) individets art, (2) kjønn, (3) initiell flåttbyrde (siden antall flått dyret i utgangspunktet har, vil begrense hvor mange færre flått individet teoretisk kan ha) og (4) antall dager mellom behandling og påfølgende gjenfangst (siden det er å forvente at effekten av permethrin vil avta over tid). Kovariatene ble også undersøkt som rene additive effekter. Med utgangspunkt i den fulle modellen ble det foretatt en bakvendt modellseleksjon, der stadig mindre komplekse modeller ble vurdert ved å fjerne den faktoren eller interaksjonen med dårligst signifikansnivå (p – verdi $> 0,05$), prosedyren ble gjentatt til en modell med kun signifikante faktorer og/eller interaksjoner sto igjen. Analysen ble gjort i programvaren SPSS for Windows (IBM Corp, 2010).

3.3.2 Overlevelse

I perioden fra 26. juni (da behandlingen startet) til 7. august (siste fangstdag) ble det foretatt fangst 16 netter (tabell 1). Basert på dette ble det for hvert individ konstruert en såkalt fangsthistorie, bestående av 16 tall (ett for hver fangstdag) hvor hver av tallene kan ha verdien 1 (indikerer at dyret ble fanget på den gjeldende dagen), eller 0 (indikerer at dyret ikke ble fanget). En fangsthistorie kan for eksempel se ut som dette:

1101000110000001

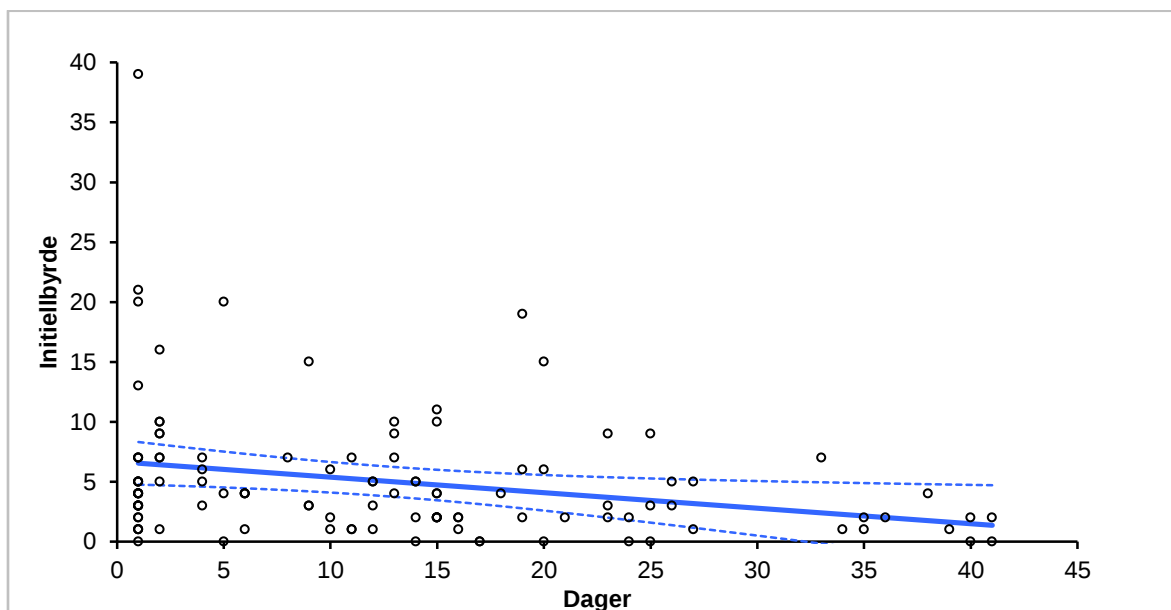
som forteller oss at individet ble fanget på dag 1, 2, 4, 8, 9 og 16. Dyrenes overlevelse ble estimert på grunnlag av slike fangsthistorier i programvaren MARK (versjon 7.1) for Windows (White & Burnham 1999). Programvaren tillater at det kan være ulikt antall dager mellom fangsthendelsene, da dette spesifiseres. MARK er basert på at forskjeller i fangbarhet og overlevelse kan modelleres uavhengig av hverandre. I analysen ble det undersøkt om overlevelse og fangbarhet var avhengig av behandlingsgruppe, art, kjønn og toveis interaksjoner mellom disse. Alle mulige modeller, fra de mest komplekse, med alle tre faktorer og alle interaksjoner, til en nullmodell uten noen faktorer, ble testet. For å redusere kompleksiteten ble det ikke undersøkt om fangbarhet eller overlevelse varierte over tid. Modellseleksjon ble basert på AICc, Aikaike' informasjons kriterium, som korrigerer for forholdet mellom antall parametere og antall individer i datasettet (White & Burnham 1999). Først ble modellstrukturen som best forklarte forskjeller i fangbarhet undersøkt, og denne modellstrukturen ble brukt i alle modeller når modellseleksjon for overlevelse ble gjennomført.

4 Resultater

131 individer ble fulgt fra 26. juni til 7. august. Kontrollgruppen besto av 70 individer, 63 klatremus og 7 småskogmus. Behandlingsgruppen besto av 61 individer, 48 klatremus og 13 småskogmus. Klatremus er den mest tallrike arten med 111 individer, og småskogmus med 20 forskjellige individer (tabell 2). Den gjennomsnittlige flåttbyrden (initiell byrde) varierte gjennom forsøket og høyest flåttbyrde ble registrert i juni (figur 2, se vedlegg tabell 6).

Tabell 2. Oversikt over undersøkte dyr i de to gruppene og fordelingen av kjønn blant gruppene.

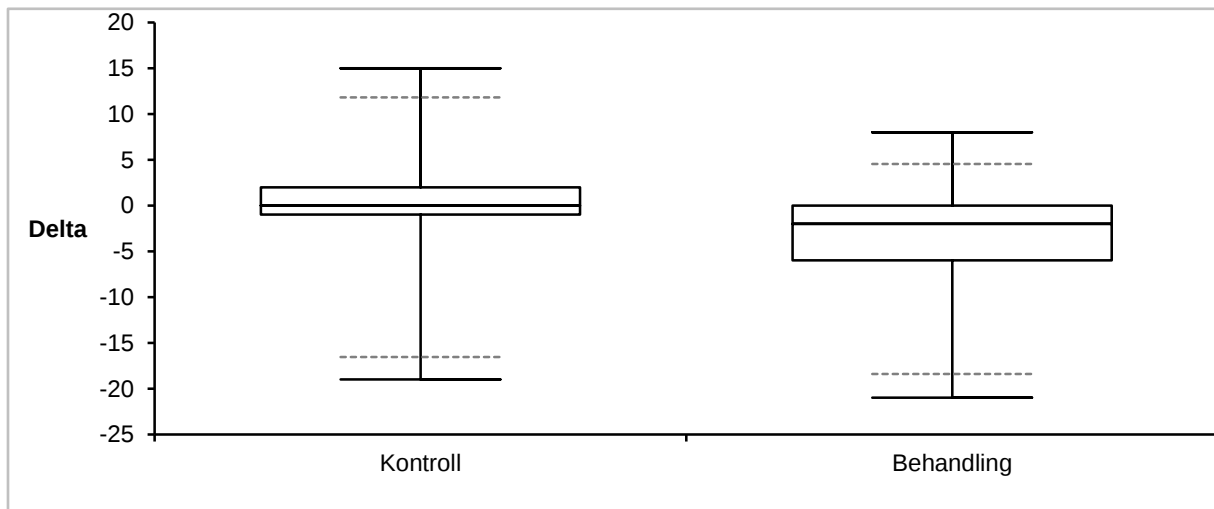
	Klatremus		Småskogmus		Totalt
	Kontroll	Behandling	Kontroll	Behandling	
Hunn	34	26	4	7	71
Hann	29	22	3	6	60
Totalt	63	48	7	13	131



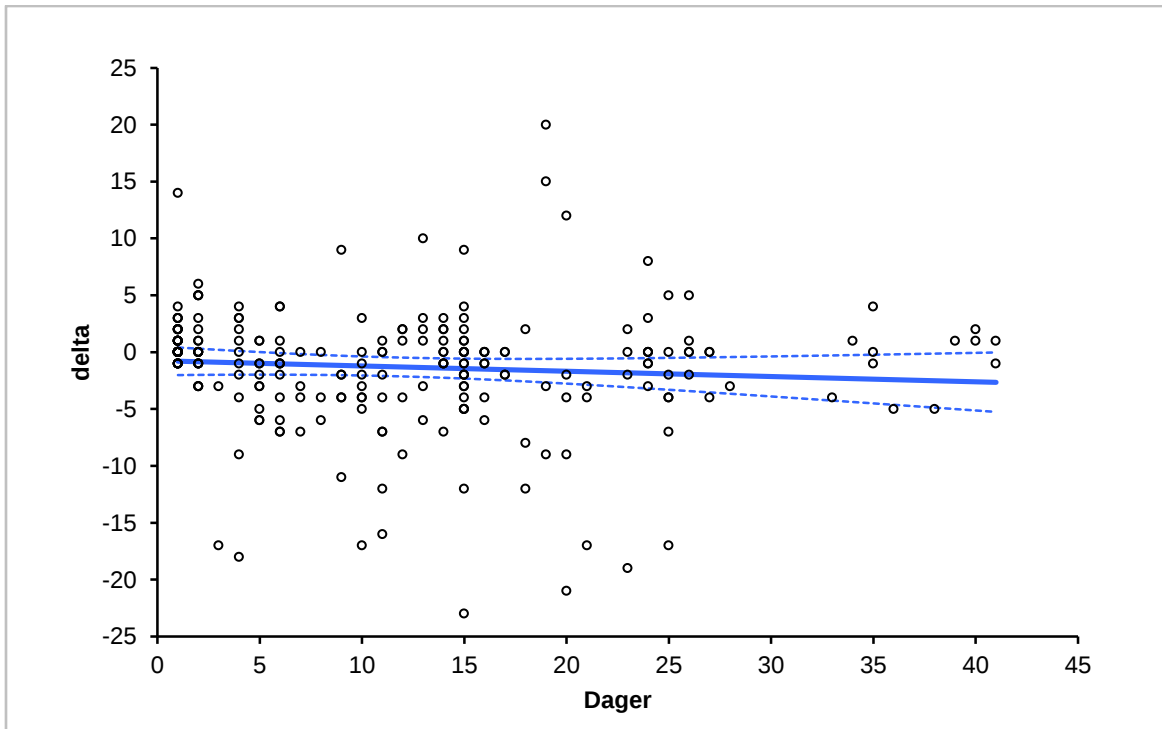
Figur 2. Initiell byrde hos kontrolldyr gjennom forsøket. Flåttbyrden blir lavere gjennom forsøkets forløp. Heltrukket linje viser regresjonslinjen, og stiplede linjer viser 95 % konfidensintervall.

4.1 Permethrinbehandling

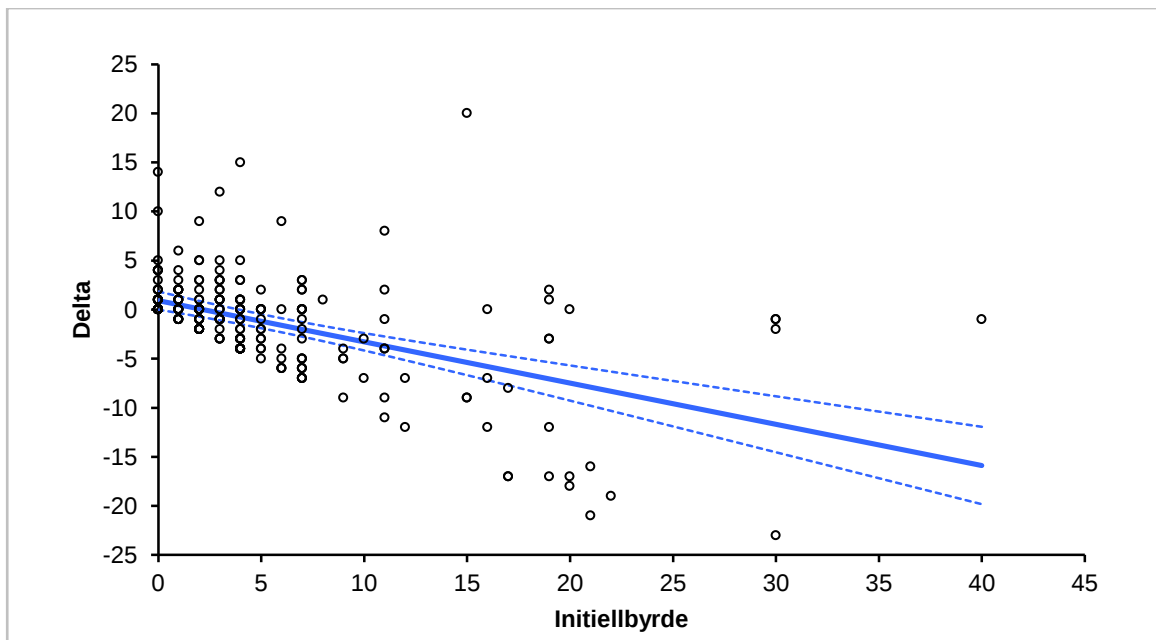
Modellseleksjonen viste at den modellen som best forklarte variasjonen i endret flåttbyrde (delta) inneholdt en effekt av behandling ($F= 22,35$, $df= 1$, $p= < 0,0001$), initiell byrde ($F= 65,84$, $df=1$, $p= <0,0001$), og antall dager (mellom første og andre telling) ($F=7,46$, $df=1$, $p= 0,007$). Denne modellen forklarer 42 % av variasjonen i datasettet ($R^2= 0,42$). Til sammenlikning var R^2 for den fulle modellen lik 0,46, noe som indikerer at faktorer og interaksjoner som ble fjernet under modellseleksjonen hadde lite forklarings effekt. Modellen viste at det er signifikant forskjell i delta mellom gruppene, og at permethrinbehandlede dyr i gjennomsnitt får færre flått etter behandling (delta= -3,4, $SD=5,2$), enn dyr med kontrollbehandling (delta=0,2, $SD=5,1$),- (figur 3). Samtidig viser modellen en signifikant effekt av initiell byrde (flåttbyrde ved første telling), der delta er mer negativ når initiell byrden er større (figur 5, tabell 3). Modellen viste også en signifikant additiv effekt av antall dager siden behandling hos begge grupper. Dette betyr at delta blir mer negativ med økende antall dager mellom behandling og gjenfangst med påfølgende telling hos begge gruppene (figur 4 og tabell 3).



Figur 3. Boksplott av gruppenes delta, gruppenes delta – middeler verdier er signifikant forskjellige (kontroll = 0,2. behandling = -3,4). Øverste og nederste vertikale linje viser til maksimum og minimums deltaverdi hos gruppene, stiplet linje viser 95 % konfidensintervall, midterste horisontal linje viser til median. Vertikale linjer over og under median viser til tredje og første kvartil. Kontrolldyrenes gjennomsnittlige delta er tilnærmet null, som indikerer at flåttbyrden mellom første og andre telling er lik. Behandlingsdyrenes gjennomsnittlige delta er negativ, som indikerer at flåttbyrden er lavere ved andre telling, enn første telling.



Figur 4. Sammenheng mellom delta (endring i flåttbyrde) og dager mellom første og andre undersøkelse hos begge grupper. Delta viser en svak nedgang hos begge grupper gjennom forsøket. Stiplede linjer viser til 95 % konfidensintervall og den blå linjen viser regresjonslinjen.



Figur 5. Forholdet mellom delta og initiell byrde. Delta er signifikant avhengig av initiell byrde, og initiell byrden bestemmer omfanget av hvor mange flått et individ kan miste. Blå linje viser regresjonslinjen og stiplede linjer viser 95 % konfidensintervall.

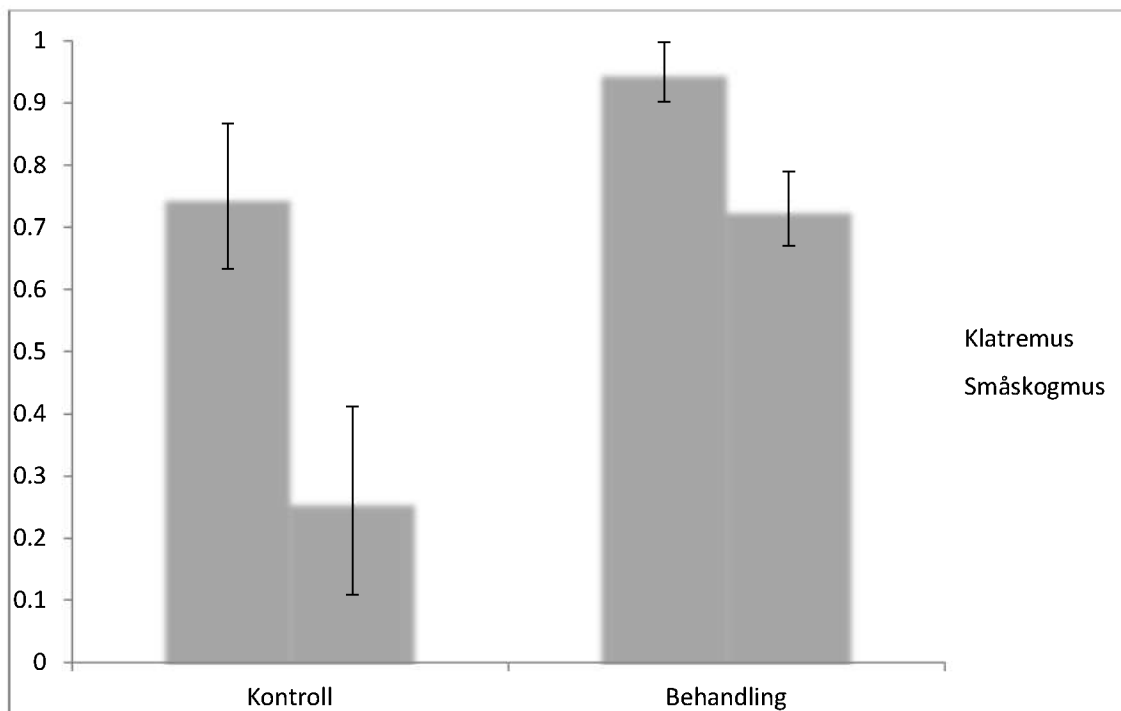
Tabell 3. Estimaterne til den beste modellen som forklarer endring i flåttbyrde (delta), inneholdt additive effekter av, behandling, initiell byrde og dager. Estimaterne viser forskjeller (delta) mellom behandling og kontroll.

	Estimat	SE	t-verdi	p-verdi
Kontroll	4,15	0,841	4,93	<0,001
Kontroll – behandling	-3,51	0,741	-4,73	<0,001
Dager siden første telling	-0,0926	0,0339	-2,73	0,0072
Initiell byrde	-0,464	0,0572	-8,11	<0,001

4.2 Overlevelse

Den beste modellstrukturen for fangbarhet, - viste at det var forskjell i fangbarhet mellom kjønnene (hann: 0,25 SE=0,027, hunn: 0,17, SE=0,017). Modellseleksjonen viste at den beste modellen (modell 1, tabell 5), inneholdt en additiv effekt av behandling og art og en interaksjon mellom disse, og at den nest beste modellen (modell 1, tabell 5) inneholdt kun en additiv effekt av behandling og art. Modellen uten interaksjon har $\Delta AICc=1,30$, og har samtidig færre parametere, og på grunn av en såpass liten forskjell i $AICc$ ($\Delta AICc < 2$), var den mindre komplekse modellen av de to å anse som beste modellen, i følge Burnham & Anderson (2002). Modellen viste at permethrinbehandlede smågnagere hadde høyere overlevelse enn smågnagerne i kontrollgruppen, og at klatremus generelt hadde en høyere overlevelse enn småskogmus, (figur 6, tabell 4).

Overlevelsen var høyest i behandlingsgruppen, for begge artene. Størst forskjell i overlevelse mellom behandlingsgruppe og kontrollgruppe ses hos småskogmus (tabell 4, figur 6), men denne forskjellen var ikke tilstrekkelig til å gjøre modellen med interaksjon mellom art og gruppe mye bedre enn modellen uten interaksjonen (modell 1 og 2, tabell 5).



Figur 6. Estimert overlevelse over en periode på 14 dager, hos artene i begge grupper. Høyest overlevelse hos begge artene er i behandlingsgruppen, og lavest overlevelse registreres blant kontrolldyrene hos begge arter. Feilfeltene viser standard feil (SE).

Tabell 4. Estimaten for overlevelse blant artene i begge gruppene. Høyest overlevelse ble for individene i behandlingsgruppen, og lavest overlevelse ble registrert i kontrollgruppen.

	Kontroll	Behandling
Klatremus	0,75 (SE=0,117)	0,95 (SE=0,048)
Småskogmus	0,26 (SE=0,151)	0,73 (SE=0,06)

Tabell 5. Oversikt over vurderte modeller for å estimere overlevelse hos individene. Modellene er rangert fra beste til dårligste modell, basert på informasjonskriteriet $\Delta AICc$. $AICc$ – vekt indikerer modellens forklaringsevne, gitt de andre modellene i settet. De tre beste modellene er alle innefor informasjonskriteriet med $\Delta AICc < 2$.

Rang	Modell	AICc	Delta-AICc	AICc vekt	Parametere
1	Gruppe * Art	1351,6	0	0,4015	6
2	Gruppe + Art	1352,9	1,3	0,2094	5
3	Gruppe * Art + kjønn	1353,3	1,68	0,1732	7
4	Gruppe + Art + kjønn	1354,2	2,55	0,1120	6
5	Kjønn * Art + Gruppe	1355,8	4,11	0,0514	7
6	Art * kjønn * Gruppe	1357,4	5,77	0,0224	10
7	Gruppe * Art * kjønn	1357,4	5,77	0,0224	10
8	Gruppe	1361,1	9,5	0,0035	4
9	Gruppe + kjønn	1362,2	10,59	0,0020	5
10	Art + kjønn	1364,8	13,19	0,0006	5
11	Gruppe + kjønn	1365,1	13,46	0,0005	6
12	Kjønn * Art	1365,1	13,46	0,0005	6
13	Gruppe * kjønn + Art	1365,1	13,46	0,0005	6
14	Nullmodell	1367,5	15,81	0,0002	3
15	Art	1368,4	16,75	0,0001	4
16	Kjønn	1368,5	16,86	0,0001	4

5 Diskusjon

5.1 Permethrinbehandling

Resultatene viste at den eksperimentelle behandlingen hadde en flåttreduserende effekt, ved at behandlingsdyrene hadde en signifikant nedgang i flåttbyrde (negativt delta) mellom før og etter behandling, noe kontrolldyrene ikke hadde. Modellen viste videre at delta var signifikant avhengig av initiell byrde (flåttbyrde ved første telling), og antall dager siden behandling hos begge grupper. Når antall dager mellom første og andre telling øker, blir delta mer negativ, og denne effekten var lik hos begge grupper. Delta var som forventet signifikant avhengig av initiell byrde. Det er viktig å ha dette med som forklaringsvariabel i modellen for å bedre modellens forklaringssevne, ettersom initiell byrde begrenser hvor stor negativ endring som er mulig. For eksempel, et individ med en flåttbyrde på 5 flått, kan ved neste telling, kun tape maksimalt 5 flått, mens individet kan teoretisk ha en uendelig økning i flåttbyrde. Dette gjør at sannsynligheten for at et delta er lavere enn null øker med økende initiell byrde (figur 5).

Permethrins flåttreduserende effekt er i liten grad undersøkt *natura* tidligere, men et feltforsøk på ryper (Mougeot m.fl. 2008) og et laboratorieforsøk på hunder (Endris m.fl. 2002), har begge i likhet med denne undersøkelsen funnet at permethrin har en flåttreduserende effekt. Mougeot m.fl. (2008) fant at permethrinbehandling av ryper hadde flåttreduserende effekt på avkommet og at rypekyllinger i kontrollgruppen fikk høyere flåttbyrde med økende alder, noe kyllinger i behandlingsgruppen ikke fikk. Endris m.fl (2002) evaluerte permethrins flåttreduserende effekt ved å eksponere hunder for flått på laboratoriet, hundene i kontrollgruppen fikk store flåttbyrder, mens 90,3 - 99,5 % av flåttene behandlede hunder ble eksponert for, ble funnet døde som følge av permethrinbehandlingen.

Klimatiske forhold, på lokal og større skala påvirker flåttetthet og flåttens aktivitetsnivå i terrenget, og ved fuktig vær er larvene mindre mobile (Boyard m.fl.2008), samtidig vil nymfer klatre høyere opp i vegetasjonen ved fuktig vær (Lees 1946). Den høye fuktigheten vil antagelig føre til et mer aktivt søk etter vertsdyr, ved at larvene og nymfene er mer stillesittende i vegetasjonen, og kan dermed søke vertsdyr kontinuerlig. Når luftfuktigheten går ned, søker flåttene ned i vegetasjonen for å redusere væsketap til omgivelsene (Lees 1946). Dette kan medføre at, spesielt larver, søker vertsdyr nær bakken, der små pattedyr beveger seg omkring, og tørrere forhold kan derfor føre til høyere flåttbyrder på for eksempel smågnagere (Randolph & Storey 1999). Disse faktorene, sammen med habitattype og andre faktorer, bidrar til stor variasjon blant dyrenes flåttbyrde, noe som også er observert i dette studiet. En

hunnflått kan legge opptil 1000 – 10 000 egg, som legges i en klynge, slik at vi får en høy tetthet av nyklekkede larver på et lite avgrenset område (Hillyard 1996), og dersom et vertedyr vandrer forbi et slikt mikrohabitat med nyklekkede larver, kan verten oppnå en høy flåttbyrde. Mye av variasjonen blant vertedyrenes flåttbyrde, spesielt når det gjelder larver, kan derfor skyldes at dyret er på feil sted til feil tid. En annen faktor som ser ut til å ha innvirkning på individets flåttbyrde er populasjonsstørrelsen til vertedyrene. Økende bestander av vertedyr, - gir en lavere flåttbyrde per individ (Kiffner m.fl. 2011; Paziewska m.fl. 2009). Bestandsstørrelsen hos smågnagerne er ikke estimert i dette forsøket, men den oppleves ikke som å være spesielt stor, siden individene gjenfanges i hyppig nok til at overlevelse kan estimeres.

Høyest flåttbyrde blant individene ble registrert i juni, og flåttbyrden ble lavere mot august, (tabell 6). Disse observasjonene stemmer relativt bra med andre undersøkelser der liknende mønster observeres, (ved at vi ser at flåttbyrden øker, for så å avta i august) men flåttbyrden er høyest i juli i andre undersøkelser (Kiffner m.fl. 2011; Humair m.fl. 1993a). Jeg observerte en nedgang i flåttbyrde hos begge gruppene (figur 2, tabell 6) Gray (1998) har tidligere vist at det blir færre aktive flått utover sommeren. I mine data var det en tendens til at flåttbyrdens negative endring (negativ delta) blir signifikant sterkere når tid mellom første og andre telling er større. Dette skyldes trolig færre flått i terrenget utover sensommeren, samtidig som populasjonsstørrelsen øker. Kiffner m.fl. (2011) har i en tidligere studie vist at flåttbyrden blir mindre blant dyrene ettersom bestandstettheten av vertedyr øker. Spesielt tydelig blir dette mønsteret dersom det går lang tid mellom første og andre registrering av et individ. For eksempel dersom første registrering av individet skjer tidlig i forsøket, og andre registrering av individet skjer sent på sommeren (på et tidspunkt med lavere flåtttetthet i terrenget), vil flåttbyrden mest sannsynlig være lavere ved den andre fangsthendelsen, kun fordi eksponering for flått er mindre da. Denne effekten vil begge grupper utsettes for, og den kan derfor ikke skyldes behandlingen, noe som støttes av det faktum at en interaksjon mellom dager mellom første og andre telling og behandling ikke var signifikant.

Tidligere forskning har vist klare forskjeller i flåttbyrde mellom ulike arter av smågnagere, der *Apodemus* - arter i høyere grad er parasitert enn *Myodes* - arter (Paziewska m.fl. 2009; Nilsson & Lundqvist 1978; Humair m.fl. 1993a; Boyard, Vourc'h & Barnourin 2008), men det er også vist at flåttbyrden kan være høyere hos klatremus enn småskogmus (Estrada – Peña m.fl. 2005). Mine data viste at initiell byrde var noe høyere hos småskogmus og for hanner generelt. En interaksjon mellom gruppe og art, kunne i mitt forsøk, vært signifikant

dersom flåttbyrden var tilstrekkelig forskjellig mellom artene. Dersom individer av en art generelt har høy flåttbyrde, har disse individene en potensiell mulighet for å få en større negativ delta enn hva individer av en art med lavere flåttbyrde kan oppnå. Siden interaksjonen mellom gruppe og art ikke er signifikant indikerer dette at permethrinbehandlingen hadde en relativt likesterk effekt på begge arter og at artene delta ikke er forskjellig. Interaksjonen mellom gruppe og kjønn var heller ikke signifikant i dette forsøket, noe som indikerer at delta ikke var forskjellig mellom kjønnene i gruppene, og at permethrinbehandlingen derfor hadde lik effekt på begge kjønn. Tidligere undersøkelser har vist at hanner har høyere flåttbyrde enn hunner (Boyard, Vourc'h & Barnourin 2008; Huges & Randolph 2001; Raveh m.fl. 2011), og Raveh m.fl. (2011) foreslår at forklaringen er at hannene vandrer mer, er mindre stedbundne og derfor har større mulighet for en høyere flåttbyrde. Forsøket på Nedre – Knibe viste ingen signifikante forskjeller i delta i forhold til individets vekt, men i følge Kiffner m.fl. (2011), ser flåttbyrden ut til å øke med økende kroppsvekt.

Forsøket ble gjennomført fra 26. juni til 7. august (43 dager) (tabell 1). Ideelt sett burde forsøket vært over lengre tid for å oppnå et større datasett, og data fra hele sommersesongen. Problematikk med å skaffe permethrin var årsaken til at forsøket ikke startet tidligere. Dersom den eksperimentelle behandlingen hadde startet ved et tidligere tidspunkt, hadde det antagelig vært observert et noe lavere negativt delta hos behandlingsdyrene, siden den gjennomsnittlige flåttbyrden er høyest i mai og juni (tabell 6). En manglende signifikant interaksjon mellom behandling og dager mellom første og andre telling i mine data, indikerer at effekten av permethrinbehandlingen ikke avtok i løpet av de maksimalt 40 dagene dyrene kunne følges i dette eksperimentet. Med en lengre tidsramme på forsøket kunne individene blitt permethrinbehandlet flere ganger, og med et større datasett kunne varigheten av permethrinbehandlingen vært nærmere analysert. Siden effekten av permethrin er basert på at virkestoffet er å finne i pels og hud, vil passiv overføring av stoffet mellom individer kunne medføre at kontrolldyr får noe av virkestoffet på seg. Mødre kan muligens teoretisk overføre permethrin til avkommet, spesielt under diing og annen nærkontakt, og avkommet kan muligens oppnå en liten indirekte effekt av morens behandling. På grunn av forsøkets korte varighet, er det likevel lite trolig at en permethrinbehandlet hunn rakk å fø frem avkom som var tilstrekkelig store til å kunne fanges, og det er lite trolig at dette har hatt noen reel effekt på resultatene.

5.2 Overlevelse

Resultatene viste at permethrinbehandlede smågnagere hadde høyere overlevelse enn smågnagerne i kontrollgruppen, og at klatremus generelt hadde en høyere overlevelse enn småskogmus, tabell 4, figur 6. Overlevelsen blant begge arter var høyest i behandlingsgruppen, og lavest for begge arter i kontrollgruppen. Det ser ut til å være en sammenheng mellom høy flåttbyrde og dødelighet, slik at overlevelsen er større hvis flåttbyrden reduseres.

En annen liknende undersøkelse av smågnagere som var infisert av egg fra brems (*Cuterebra grisea*), viste at dyrene fikk lavere overlevelse og dårligere reproduksjon, som følge av infeksjonen av egg fra brems (Boonstra m.fl. 1980). Til sammenlikning fant Steen Taitt & Krebs (2002) ingen sammenheng mellom overlevelse og infeksjon av bremslarver hos smågnagere. En undersøkelse av rypere behandlet (mot nematodeinfeksjon), viste at behandlede individer hadde en lavere sannsynlighet for å bli lokalisert av trente jakthunder, noe som igjen indikerer at høy parasittbyrde øker sannsynligheten for at individet utsettes for predasjon (Hudges, Dobson & Newborn 1992). Det finnes lite forskning som omhandler permethrins eller andre parasitreduserende midlers, effekt i felt, der sammenhengen mellom parasitreduksjon og overlevelse undersøkes.

Den mest nøkterne modellen for overlevelse inkluderer ikke en interaksjon mellom art og behandling, men modellen med en slik interaksjon hadde en marginalt bedre prestasjon. Ved å se på modellens estimater kan det se ut til at effekten på overlevelse var sterkere hos småskogmus enn klatremus, da differansen mellom overlevelse i kontroll og behandlingsgruppe er større her. Denne artsforskjellen gjenspeiler ikke nødvendigvis virkeligheten. Variansen var høy for småskogmus i kontrollgruppen, og trolig skyldes dette at individene av småskogmus i kontrollgruppen bare er fordelt på 7 individer (tabell 2). Modellene som ble brukt i modellseleksjonen forutsetter alle lik fangbarhet mellom arter, og dette kan gjøre at, hvis fangbarheten i realiteten er lavere hos småskogmus, det vil fremstå som om det er lavere overlevelse hos individene i denne gruppen. Modellen med interaksjon er mer kompleks og forklarer noe mer av variasjonen i datasettet, men interaksjonen er ikke så sterk at denne modellen kan forsvares.

En stor andel av dyrene i begge grupper lite flått, og en eventuell effekt av permethrinbehandlingen på disse individene, vil antagelig ha en liten merkbar effekt på overlevelse (vedlegg, figur 7). Antagelig er økt overlevelse som følge av

permethrinbehandling mest relevant for individene med høy flåttbyrde, og siden begge gruppene inneholder individer med svært varierende flåttbyrder, kan det spekuleres i om estimatene modellen gir er representative. For eksempel, overlevelsesestimatene modellen gir for kontrolldyr, var kanskje ikke representativ for alle dyrene innenfor gruppen, der noen individer har lav eller fraværende flåttbyrde, mens noen enkeltindivider har høy flåttbyrde (40+).

Permethrindoseringen ser ut til å ha vært tilstrekkelig høy til å gi effekt på flåttbyrde, siden det er registrert at individenes delta er signifikant forskjellige mellom gruppene. Dersom doseringen hadde vært for høy (høy nok til å ha negative helsemessige konsekvenser) hadde jeg antagelig ikke observert høyere overlevelse hos individene i behandlingsgruppen. Det ble erfart at individene med høy flåttbyrde hadde mye arrdannelse og åpne sår på ørene, og antagelig er det grunn til å tro at disse individene er i større grad utsatt for infeksjoner som muligens kan nedsette individets overlevelse. Undersøkelser gjort på fisk har vist at parasitter også kan ha andre skadelige effekter på verten, og i noen tilfeller kan infeksjonen av parasitter føre til en reduksjon av vertens fruktbarhet, og forårsake at dyret er mindre attraktivt hos artsfrendene (Rosenqvist & Johansson 1995; Milinski & Bakker 1990). Samtidig har laboratoriestudier blant flere arter vist at parasittbyrden kan ha en effekt på individenes valg av partner hos begge kjønn (Raveh m.fl. 2011).

Smågnagere spiller en stor rolle i spredningen av flåttbårne sykdommer (Humair m.fl. 1993a; Humair m.fl. 1993b), og flåttbyrden til individene i dette forsøket er svært variabel, der flesteparten av dyrene hadde få eller ingen flått og noen få enkeltindivider hadde høy flåttbyrde, (se vedlegg, figur 7). Dette mønsteret er vanlig for parasittbyrdedata og flere andre undersøkelser observerer samme mønsteret (Rynkiewicz m.fl. 2013; Estrada – Peña m.fl. 2005; Boyard Vourc'h & Barnourin 2008; Kiffner m.fl. 2011; Woolhouse m.fl.1997). Individene med høy flåttbyrde bidrar mest til sykdomsspredning (Woolhouse m.fl. 1997), men siden høy flåttbyrde kan medføre høyere dødelighet, vil effekten av dyrets evne til sykdomsspredning kunne motvirkes dersom dyret dør tidligere som følge av høy flåttbyrde. Dersom det er mulig å identifisere individene som har høyest flåttbyrde, - kan smittespredning reduseres ved å fjerne, vaksinere eller flåttbehandle disse individene. Mer forskning må til for å kunne identifisere de individene som bidrar mest i spredningen av flåttbårne sykdommer. I områder med høy smitterisiko for flåttbårne sykdommer kunne det være aktuelt å forsøke å behandle større pattedyr med permethrin, eventuelt i form av et halsbånd, for å redusere smitte. Behandling av områder med kjemiske pestisider kan ha en god flåttreduserende effekt,

men slik behandlingen kan få store negative effekter for organismer utenfor målgruppen (andre invertebrater m.m) (Ostfeld m.fl. 2006). Resistens er et velkjent problem som gjør arbeidet vanskelig, og muligens kan det være mer aktuelt å forsøke å redusere flåttettheten med flåttens naturlige fiender (insektspisende fugler, parasittiske veps, nematoder, samt enkelte bakterier og sopparter) (Ostfeld m.fl. 2006). Hver av metodene har sine fordeler og ulemper og mer forskning må til for å undersøke mulighetene videre for å kunne bruke biologiske agenter som et flåttreduserende middel (Ostfeld m.fl. 2006).

For å gjenkjenne smågnagerne, ble individene merket med en unik tåkode, og forskning viser at denne merkeanordningen er den beste sammenliknet med andre merkeanordninger (Braude & Ciszek 1998; Korn 1987). Dersom et implantat ble brukt til å identifisere individet, kan flere unike identiteter tas i bruk, og individet identifiseres enklere. Ulemper med denne er at metoden er dyr, avansert, dyret kan miste implantatet eller få infeksjoner, og dyret må ha en vekt på minst 11 g før implantatet kan settes inn (Braude & Ciszek 1998). Tåmerking er hurtig, enkel og god metode, og bare et individ i dette forsøket ble registrert med en mindre infeksjon, som følge av merkingen. Øremerking ble ikke vurdert som aktuell metode siden merkeformen ville være til hinder for registrering av flåttbyrden, samt begrense musenes evne til å fjerne flått fra ørene gjennom vanlig egenpleie av pels (Mendonca 1999).

Siden permethrinbehandlingen har effekt på både flått, lopper og lus (Brown & Herbert 1997), kan det ikke utelukkes at eventuelle reduserte loppe – eller lusbyrder gir bedre overlevelse. Devevey og Christe (2009) fant at snømarkmus (*Microtus arvalis*) som var parasittert med lopper hadde kortere levetid enn uparasitterte snømarkmus, samtidig som at de parasitterte individene var mindre og hadde forstørrede organer. En redusert byrde av lopper eller lus vil i tillegg til en redusert flåttbyrde antagelig innvirke positivt, og muligens forsterke effekten av behandlingen på individets overlevelse. Gjennom forsøket erfares det at flere av de undersøkte individene hadde relativt stor loppebyrde, og det hadde vært ønskelig at denne byrden ble registrert. Men siden loppebyrden er vanskelig å registrere uten å avlive eller bedøve individet, ble ikke loppebyrden undersøkt hos individene.

6 Konklusjon

Den eksperimentelle permethrinbehandlingen hadde en flåttreduserende effekt, ved at behandlingsdyrene hadde en signifikant nedgang i flåttbyrde mellom før og etter behandling, noe kontrolldyrene ikke hadde. Det ble videre funnet at permethrinbehandlede smågnagere hadde høyere overlevelse enn smågnagerne i kontrollgruppen, og at denne effekten var konsekvent for begge arter. Resultatene sannsynliggjør at en høy flåttbyrde medfører lavere overlevelse. Individuer med høy flåttbyrde er antatt å ha størst innvirkning på spredningen av flåttbårne sykdommer, men hvis deres overlevelse er relativt lavere, sammenliknet med andre individer i en populasjon, vil dette kunne ha innvirkning på denne spredningsdynamikken.

Referanseliste

- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2002). *Model selection and multimodel inference.:*
A Practical information – theoretic approach. (2nd ed.). New York: Springer – Verlag.
- Boyard, C., Vourc'h, G., & Barnouin, J. (2008). The relationships between
Ixodes ricinus and small mammal species at the woodland-pasture
interface. *Experimental and Applied Acarology*, 44, 61 – 76.
- Braude, S., & Ciszek, D. (1998). Survival of naked mole – rats marked by implantable
transponders and toe – clipping. *Journal of mammalogy*, 79 (1), 360 – 363.
- Brown, M., & Hebert, A. A. (1997). Insect repellents: An overview. *Journal of the American
Academy of Dermatology*, 36, 243-249.
- Boonstra, R., Krebs, C. J., & Beacham, T. D. (1980). Impact of botfly parasitism on *Microtus
townsendii* populations. *Canadian Journal of Zoology*, 58, 1683 – 1692.
- Deblinger, R. D., & Rimmer D. W. (1991). Efficacy of a permethrin – based acaricide to
reduce the abundance of *Ixodes dammini* (Acari, Ixodidae). *Journal of medical
entomology*, 28, 708 – 711.
- Devevey, G., & Christe, P. (2009). Flea infestation reduces the life span of common vole.
Parasitology, 136, 1351 – 1355.
- Dizij, A., & Kurtenbach, K. (1995). *Clethrionomys glareolus*, but not *Apodemus flavicollis*,
acquires resistance to *Ixodes ricinus* L., the main European vector of *Borrelia
burgdoferi*. *Parasite Immunology*, 17, 177 – 183.
- Elston, D. A., Moss, R., Boulinier, T., Arrowsmith, C., & Lambin, X. (2000). Analysis of
aggregation, a worked example: numbers on ticks on red grouse chicks. *Parasitology*.
122, 563 – 569.
- Endris, R. G., Cooke, D., Amodie, D., Sweeney, D. L., & Katz, T. L. (2002). Repellency and
efficacy of 65 % permethrin and selamectin spot – on formulations against *Ixodes
ricinus* on dogs. *Veterinary therapeutics*, 3 (1), 64 – 71.

- Estrada – Peña, A., Osácar, J., Pichon, B., & Gray, J. S. (2005). Hosts and pathogen detection for immature stages of *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae) in North – Central Spain. *Experimental and Applied Acarology*, 37, 257 – 268.
- Gray J.S. (1991). The development and seasonal activity of the *Ixodes ricinus*: a vector of Lyme borreliosis. *Review of Medical and Veterinary Entomology* 6, 323 – 333.
- Hillyard, P. D. (1996). *Ticks of North – West Europe*. The Natural History Museum, London. 178p.
- Henttonen, H., & Ebenhard, T. (2004). *Pattedyr, Dyr i Norges natur*. Vestby: Bertmark Norge AS.
- Humair, P. F., Turrian, N., Aeschlimann, A., & Gern, L. (1993). *Borrelia burgdorferi* in a focus of Lyme borreliosis: epizootiologic contribution of small mammals. *Folia Parasitologica*, 40, 65 – 70. (a)
- Humair, P. F., Turrian, N., Aeschlimann, A., & Gern, L. (1993). *Ixodes ricinus* immature on birds in a focus of Lyme borreliosis. *Folia Parasitologica*, 40, 247 – 242. (b)
- Hudges, V. L., & Randolph, S. E. (2001). Testosterone depresses innate and acquired resistance to ticks in natural rodent hosts: A force for aggregated distributions of parasites. *The journal of parasitology*, 87, 49 – 54.
- Hudson, P. J., Dobson, A. P., & Newborn, D. (1992). Do parasites make prey vulnerable to predation? Red grouse and parasites. *Journal of Animal Ecology*. 61, 681 – 692.
- Hågvar, E. B. (1998). *Det zoologiske mangfoldet, Dyregruppernes systematikk, bygning og levevis* (2. Utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- IBM Corp. Released (2010). IBM SPSS Statistics for Windows, Version 19.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Kiffner, C., Vor, T., Hagedorn, P., Niedrig, M., & Rühle, F. (2011). Factors affecting patterns of tick parasitism on forest rodents in tick – borne encephalitis risk areas, Germany. *Parasitology Research*, 108, 323 – 335.

- Korn, H.(1987) Effects of live – trapping and toe – clipping on body weight of European and African rodent species. *Oecologica*, 71, 597 – 600.
- Lees, A. D. (1946). The waterbalance in *Ixodes ricinus* L and certain other species of ticks. *Parasitology*, 37, 1 – 20.
- Mougeot, F., Moseley, M., Leckie, F., Martinez – Padilla, J., Miller, A., Pounds, M., & Irvine, J. (2011). Reducing tick burdens on chicks by treating breeding female grouse with permethrin. *The journal of wildlife management*, 72, 468 – 472.
- Mendonca G. D. P. (1999). Impact of radio – collars on yellow – necked mice, *Apodemus flavicollis* (Mammalia, Rodentia). *Mammal review*, 29, (2), 129 – 134.
- Milinski, M., & Bakker, T. C. M. (1990). Female sticklebacks use male coloration in mate choice and hence avoid parasitized males. *Nature*, 344, 330 – 333.
- Nilsson, A., & Lundqvist, L. (1978). Host selection and movements of *Ixodes ricinus* (Acari) larvae on small mammals. *Oikos* 31, 313 – 322.
- Ostfeld, R. S., Price, A., Hornbostel, V. L., Benjamin, M. A., & Keesing, F. (2006). Controlling Ticks and tick – borne zoonoses with biological and chemical agents. *Bioscience*, 5, 383 – 394.
- Prater, M. R., Gogal, R.M., Blaylock, B. L., Longstreth, J., & Holladay, S. D. (2002). Single-dose topical exposure to the pyrethroid insecticide, permethrin in C57BL/6N mice: effects on thymus and spleen. - *Food and Chemical Toxicology*, 40, 1863 – 1873.
- Paziewska, A., Zwolińska, L., Harris, P. D., Bajer, A. & Siński, E. (2009). Utilisation of rodent species by larvae and nymphs of hard ticks (Ixodidae) in two habitats in NE Poland. *Experimental Applied Acarology*, 50, 79 – 91.
- Raveh, S., Heg, D., S. F., Coltman, D. W., Gorrell C. J., Balmer, A., Rösli, S., & Neuhaus, P. (2010). No experimental effects of parasite load on male mating behavior and reproductive success. *Animal Behavior*, 82, 673 – 682.

- Rosenqvist, G., & Johansson, K. (1995). Male avoidance of parasitized females explained by direct benefits in a pipefish. *Animal Behavior*, 49, 1039 – 1045.
- Rynkiewicz, E. C., Hawlena, H., Durden L. A., Hastriter, M. W., Demas, G. E., & Clay, K. (2013). Associations between innate immune function and ectoparasites in wild rodent Hosts. *Parasitol Research*, 112, 1763 – 1770.
- Steen, H., Taitt, M., & Krebs, C. J. (2002). Risk of parasite – induced predation: an Experimental field study on Townsend´s voles (*Microtus townsendii*). *Canadian Journal of Zoology*, 80, 1286 – 1292.
- Wheater, P., C., & Cook P., A. (2000). *Using statistics to understand the environment*. New York: Routledge.
- White G. C., & Burnham, K. P. (1999). Program Mark: Survival estimation from populations of marked animals *Bird study*, 46, 120 - 139.
- Woolhouse, M. E. J., Dye, E., Etard, J. F., Smith, T., Charlwood, J. D., Garnett, G. P., Hagan, P., Hu, J. L. K., Ndhlovu, P. D., Quinnell, R. J., Watts, C. H., Chandiwana, S. K., & Anderson, R. M. (1997). Heterogeneities in the transmission of infectious agents: Implications for the design of control programs. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94, 338 – 342.

Oversikt over tabeller og figurer

Tabell 3. Oversikt over fangstdager sommeren 2012.

Tabell 4. Oversikt over undersøkte dyr i de to gruppene og fordelingen av kjønn blant gruppene.

Tabell 3. Estimaterne til den beste modellen som forklarer endring i flåttbyrde (delta), inneholdt additive effekter av, behandling, initiell byrde og dager. Estimaterne viser forskjeller (delta) mellom behandling og kontroll.

Tabell 4. Estimaterne for overlevelse blant artene i begge gruppene. Høyest overlevelse ble for individene i behandlingsgruppen, og lavest overlevelse ble registrert i kontrollgruppen.

Tabell 5. Oversikt over vurderte modeller for å estimere overlevelse hos individene. Modellene er rangert fra beste til dårligste modell, basert på informasjonskriteriet ΔAIC_c . AIC_c – vekt indikerer modellens forklaringssevne, gitt de andre modellene i settet. De tre beste modellene er alle innenfor informasjonskriteriet med $\Delta AIC_c < 2$.

Tabell 6. Gjennomsnittlig flåttbyrde hos kontrolldyr gjennom forsøket. Høyest flåttbyrde registreres i juni.

Figur 5. Lokalitetene til de 66 fellene på Nedre – Knibe.

Figur 6. Initiell byrde hos kontrolldyr gjennom forsøket. Flåttbyrden blir lavere gjennom forsøkets forløp. Heltrukket linje viser regresjonslinjen, og stiplede linjer viser 95 % konfidensintervall.

Figur 7. Boksplott av gruppenes delta, gruppenes delta – middelværdier er signifikant forskjellige (kontroll = 0,2, behandling = -3,4). Øverste og nederste vertikale linje viser til maksimum og minimums deltaverdi hos gruppene, stiplet linje viser 95 % konfidensintervall, midterste horisontal linje viser til median. Vertikale linjer over og under median viser til tredje og første kvartil. Kontrolldyrenes gjennomsnittlige delta er tilnærmet null, som indikerer at flåttbyrden mellom første og andre telling er lik. Behandlingsdyrenes gjennomsnittlige delta er negativ, som indikerer at flåttbyrden er lavere ved andre telling, enn første telling.

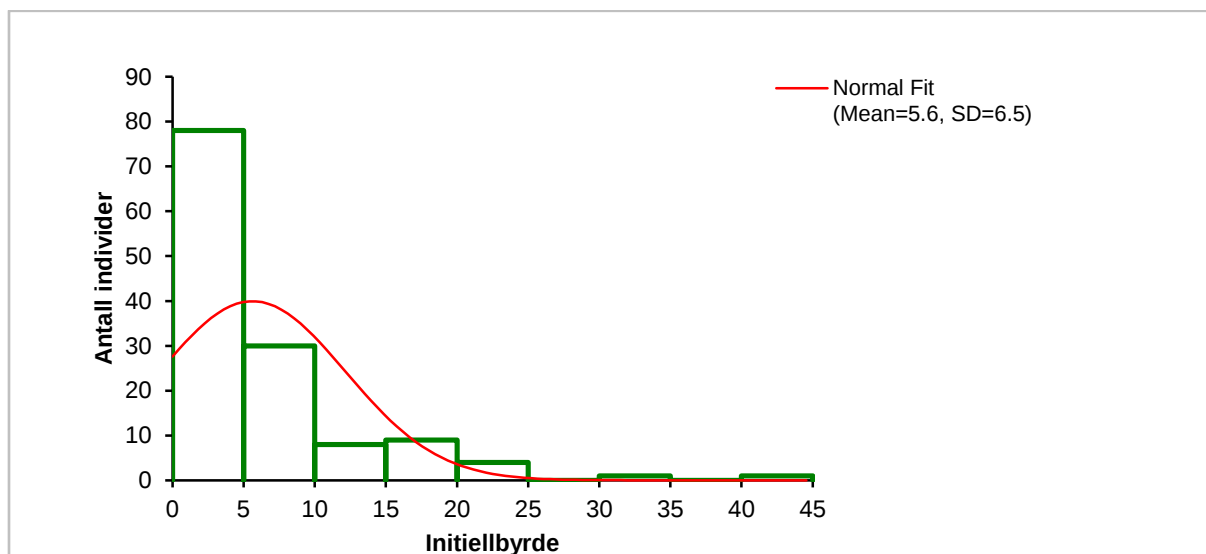
Figur 8. Sammenheng mellom delta (endring i flåttbyrde) og dager mellom første og andre undersøkelse hos begge grupper. Delta viser en svak nedgang hos begge grupper gjennom forsøket. Stiplede linjer viser til 95 % konfidensintervall og den blå linjen viser regresjonslinjen.

Figur 5. Forholdet mellom delta og initiell byrde. Delta er signifikant avhengig av initiell byrd, og initiell byrden bestemmer omfanget av hvor mange flått et individ kan miste. Blå linje viser regresjonslinjen og stiplede linjer viser 95 % konfidensintervall.

Figur 6. Estimert overlevelse over en periode på 14 dager, hos artene i begge grupper. Høyest overlevelse hos begge artene er i behandlingsgruppen, og lavest overlevelse registreres blant kontrolldyrene hos begge arter. Feilfeltene viser standard feil (SE).

Figur 7. Distribusjon over initiell byrden til alle individene i undersøkelsen. Flesteparten av individene har ingen eller få flått, og en liten del av individene har en stor flåttbyrde, som leder til en skjev distribusjon (Skjevhet= -0,84).

Vedlegg



Figur 7. Distribusjon over initiell byrden til alle individene i undersøkelsen. Flesteparten av individene har ingen eller få flått, og en liten del av individene har en stor flåttbyrde, som leder til en skjev distribusjon (Skjevhet= -0,84).

Tabell 6. Gjennomsnittlig flåttbyrde hos kontrolldyr gjennom forsøket. Høyest flåttbyrde registreres i juni.

Måned	Gjennomsnittlig flåttbyrde
Mai	6,3 (SD= 5,5)
Juni	7,5 (SD= 8,3)
Juli	5,1 (SD=5,7)
August	2,1 (SD=1,8)