

BESTANDSKOGBRUKETS INNVIRKNING PÅ FORDELINGEN AV SMÅGNAGERE I EN BOREAL BARSKOG I SØR-ØST NORGE.

THE EFFECTS OF CLEAR-CUTTING FORESTRY ON THE DISTRIBUTION OF SMALL
MAMMALS IN A BOREAL FOREST IN SOUTH-EAST NORWAY.

RAGNHILD GREFSTAD

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2008



Forord

Denne masteroppgaven er skrevet ved Institutt for naturforvaltning ved Universitetet for miljø- og biovitenskap. Feltarbeidet ble utført i Varald Statskog, Kongsvinger kommune. Jeg mottok støtte til arbeidet fra Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.

Jeg vil takke min veileder Per Wegge ved Institutt for naturforvaltning for mye god hjelp og råd underveis.

Vil også rette en takk til venner og familie for besøk under feltarbeidet og god støtte underveis i oppgaveskrivinga.

Ås, mai 2008

Ragnhild Grefstad

Sammendrag

Denne oppgaven hadde to formål: (I) Undersøke bestandsskogbrukets innvirkning på forekomst og romlig fordeling av smågnagere (i denne oppgaven brukt om ordrene: *Rodentia* & *Insectivora*), og (II) Hvordan feltsjiktets utforming påvirker forekomst og fordeling av smågnagere. Disse to punktene henger sammen ettersom bestandsskogbruket forandrer utformingen av feltsjiktet.

Feltarbeidet ble utført i Varald Statskog, i Hedmark. Det ble satt ut klappfeller med rå potet som åte, med ca 100 felledøgn per felt i 8 ulike habitattyper: tre suksesjoner i 2 skogtyper - blåbærgranskog (B2) og bærlyng-barblandingsskog (A3) -, samt 2 myrskogtyper - røsslyng-furumyrskog (G1) og bærlyng-furumyrskog (G2). Suksesjonsstadiene som ble undersøkt i de to skogtypene var hogstflater (4-12 år etter hogst), kulturskog (25-40 års furu- og granforyngelser) og eldre "naturskog" (>80 år). Det ble tatt tre replikater vår og høst i hogstflate og eldre naturskog i begge skogtypene og de to myrskogtypene. I kulturskog ble det tatt kun to replikater om høsten.

De viktigste resultatene var:

1. Klatremus (*Clethrionomys glareolus*) var den dominerende arten etterfulgt av vanlig spissmus (*Sorex araneus*). Disse to artene ble registrert på alle 8 habitattyper (unntatt spissmus ikke i kulturskog A3).
2. De andre artene som ble fanget var liten skogmus (*Apodemus sylvaticus*), stor skogmus (*Apodemus flavicollis*) og markmus (*Microtus agretis*). Disse ble i all hovedsak funnet på hogstflate i blåbærgranskog. Det var forventet å finne mange markmus på grasdominert hogstflate, men det ble fanget svært få individer av denne arten.
3. Klatremus hadde toppår i bestanden på Varaldskogen i 2007 og ble fanget på alle undersøkte habitattyper. Arten hadde størst forekomst i eldre blåbærgranskog, hogstflate i blåbærgranskog og i bærlyng-furumyrskog. I toppår fungerer muligens hogstflater som overskuddshabitat (sink-habitat) for denne arten. Forekomsten av klatremus var positivt korrelert med dekningsgraden av blåbær (*Vaccinium myrtillus*) og reproduksjonen var større i habitattyper med stor andel blåbær som eldre blåbærgranskog og bærlyng-furumyrskog enn på hogstflate i blåbærgranskog og andre

habitat med mindre blåbærdekning. Forekomsten av spissmus var positivt korrelert med dekningsgraden av urter og gras.

4. Suksesjonsstadiene i den rikere vegetasjonstypen (B2) og bærlyng-furumyrskog (G2) hadde høyere fangstindeks og mer artsrikt feltsjikt enn tilsvarende suksesjonsstadier i de fattigere vegetasjonstypene bærlyng-barblandingsskogen (A3) og røsslyng-furumyrskog (G1). Unntaket var kulturskog i den fattigere bærlyng-barblandingsskogen som hadde et mer artsrikt feltsjikt og større smånagerforekomst enn kulturskog i blåbærgranskog.
5. Størst fangstindeks og artsdiversitet ble registrert i grasrike hogstflater i blåbærgranskog. Hogstflater etter snauhogst i den fattigere bærlyng-barblandingsskogen hadde lavere fangstindekser, der forekomsten av klatremus var den samme som i den eldre "naturskogen". Felles for begge skogtyper var færre klatremus i middelaldrende kulturskog enn i yngre og eldre suksesjonsstadier. Bestandsskogbruket ser derfor ut til å ha en nøytral virkning på smånagere: en svak positiv effekt i årene etter sluttavvirkning blir erstattet med en negativ effekt etter hvert som kulturfeltene vokser til.

Summary

This thesis had two aims (I) Survey the influence of clearcutting forestry on the occurrence and distribution pattern of small mammals (*Rodentia* & *Insectivora*) and (II) Survey how the composition of the field layer influences the occurrence of the different species. These two aims are related since clearcutting forestry influence the composition of the field layer.

The fieldwork was done in Varald State Forest, in Hedmark. The survey was done with snap-traps using raw potato as bait. It was ca 100 capture days per site in 8 different habitat types: three successional stages in two forest types - *Vaccinium* Spruce forest (B2) and Mixed Coniferous forest (A3) - and two bog forest types - *Calluna* bog forest (G1) and *Vaccinium* bog forest (G2). The successional stages in the survey were clearcuts (4-12 years after cutting), plantations (25-40 year old pine and spruce regenerations) and old “natural” forest (>80 years). There were three replicates in spring and autumn in clearcuts and old forest in both of the two forest types and the two bogforests types. In the two plantations types, there were only two replicates in the autumn.

The most important results were:

1. Bank vole (*Clethrionomys glareolus*) was the dominating species followed by the common shrew (*Sorex araneus*). These two species were recorded in all 8 habitat types (except common shrew not in plantations A3).
2. Other species that were captured was wood mouse (*Apodemus sylvaticus*), yellow-necked field mouse (*Apodemus flavicollis*), and field vole (*Microtus agrestis*). These species were mainly captured in clear-cuts in *Vaccinium* Spruce forest. Many field voles were expected to be caught in grass-dominated clearcuts, but very few were captured.
3. Bank vole had a peak year in 2007 at Varaldskogen and was captured on all habitat types. The species had the largest occurrence in old *Vaccinium* Spruce forest, clearcuts in *Vaccinium* Spruce forest and *Vaccinium* bog forest. During peak years, clearcuts may serve as sink habitat for this species. Occurrence of bank voles was positively correlated with the cover of bilberry (*Vaccinium myrtillus*), and the reproduction was higher in habitat types with large amount of bilberry such as old *Vaccinium* Spruce forest and *Vaccinium* bog forest than on clearcuts in *Vaccinium* Spruce forest and other habitats with less bilberry.

4. The successional stages in the richer vegetation type (B2) and *Vaccinium* bog forest (G2) had higher capture indices and higher diversity in the field layer than comparable successional stages in the poorer vegetation type (A3) and *Calluna* bog forest (G1). Plantations were an exception; here the poorer Mixed Coniferous forest (A3) had a higher capture index and a more diverse field layer than *Vaccinium* Spruce forest.
5. Highest capture index and mammal diversity was recorded in the grass-rich clearcuts in *Vaccinium* Spruce forest. Clearcuts following logging in the poorer Mixed coniferous forest had lower capture indices, where the capture index of bank vole was the same as in the oldest successional stage. A common feature of both vegetation types was fewer bank voles in the middle-aged plantations than in younger and older successional stages. Clearcutting forestry, therefore, seems to have a neutral effect on small mammals: a weak positive effect in years following clearfelling is replaced by a negative effect when the plantations grow older.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning.....	2
1.1 Oppgavens formål og omfang	2
1.2 Bestandsskogbruket.....	2
1.3 Feltsjiktets utforming og næringspreferanser hos smågnagere	3
1.4 Smågnagernes rolle i skogøkosystemet.....	4
1.5 Tidligere og fremtidig forskning på smågnagere	4
2. Metode og statistikk	6
2.1 Studieområdet.....	6
2.1.1 Studieområdets beliggenhet.....	6
2.1.2 Vegetasjon og naturgrunnlag.....	6
2.1.3 Skogbruket i studieområdet.....	7
2.2 Studiedesign	9
2.3 Databehandling.....	9
2.3.1 Forarbeid	9
2.3.2 Statistiske analyser	10
3. Resultater.....	12
3.1 Smågnagerfangst generelt	12
3.2. Bestandsøkning fra vår til høst	12
3.3 Fordelingen av smågnagere på ulike vegetasjonstyper	14
3.4 Fordelingen av smågnagere på ulike suksjonsstadier	15
3.4.1 Rike vs fattige vegetasjonstyper.....	15
3.4.2 Forekomst på ulike suksjonsstadium innen vegetasjonstypene	16
3.5 Fordeling av smågnagere i forhold til vegetasjonen i feltsjiktet	18
3.5.1 Vegetasjonen i feltsjiktet i ulike habitat	18
3.5.2 Fordeling av klatremus og spissmus.....	20
4. Diskusjon.....	24
4.1 Smågnagerfangst og bestandsstatus på Varaldskogen 2007.....	24
4.2 Årsaken til klatremusas og spissmusas vide utbredelse	24
4.3 Effekt av dominans og konkurranse	25
4.4 Snauhogst i rike og fattige vegetasjonstyper	26
4.4.1 Effekt av snauhogst i blåbærgranskog.....	27
4.4.2 Effekt av snauhogst i barblandingsskog	29
4.5 Kulturskog.....	29
4.6 Eldre naturskog og furumyrskog	30
4.7 Reproduksjon.....	30
5. Konklusjon	31
6. Litteratur	32
Vedlegg	37

1. Innledning

1.1 Oppgavens formål og omfang

Hvordan individer av dyr, planter og fugler er fordelt på et gitt areal, samt hvordan de bruker habitatene er et viktig tema innen naturforvaltning (F.eks. Aanderaa 2001, Gjerde 2000).

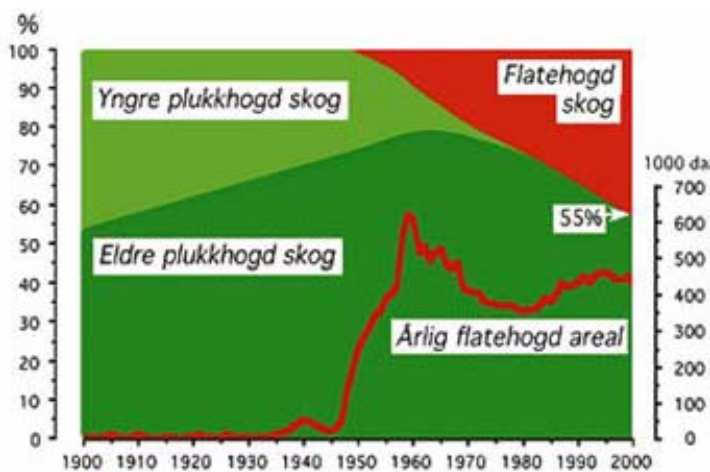
Målet for denne oppgaven har vært å opparbeide kunnskap om hvordan diversiteten, antall og fordelingen av smågnagere, varierer mellom ulike skogtyper, og hvordan de responderer på forandringer i leveområdene som følge av skogskjøtsel. Følgende hypoteser er blitt stilt: (1) Bestandsskogbruket bidrar til en endring i antall individer, romlig fordeling og diversitet av smågnagere. (2) Andelen blåbær (*Vaccinium myrtillus*), gras (*Poaceae spp.*), lyng (*Ericaceae spp.*) og andre komponenter i feltsjiktet påvirker forekomst og artssammensetning.

Forekomsten av smågnagerne ble i dette studiet estimert på (I) hogstflater med godt gras- eller lyngdekke, (II) middels gamle plantefelt, (III) eldre naturskog og (IV) myrskog.

1.2 Bestandsskogbruket

Skogbruk er en av de menneskelige aktivitetene som har hatt og fortsatt har størst innvirkning på biodiversiteten (Artsdatabanken 2006). Frem til begynnelsen av 1900-tallet var plukkhogst og dimensjonshogst den dominerende avvirkningsformen. Fra 1930-åra og utover gikk skogbruket fra å være et høstingsskogbruk til å bli mer fokusert mot produksjon; dette var et resultat av etablering av treforedlingsbedrifter og at håndteringen av tømmer dermed ble mer effektiv. Målet for denne produksjonen var å få ensaldra og rene bestand (Vennesland m. fl. 2006). Flatehogst og planting ble sett på som en god løsning for å nå dette målet, og ble vanlig i Norge på begynnelsen av 1950- tallet (Figur 1). Dette er en fortsatt den dominerende avvirknings- og foryngingsmetode innenfor bestandsskogbruket (Braathe 1980; Vennesland m. fl. 2006). Selv om flatehogst har hatt negativ effekt på biodiversiteten gjennom fragmentering og habitattap (Aanderaa m. fl. 1996; Essen m. fl. 1997), førte omleggingen fra dimensjonshogst til en økning i død ved og en tettere skogstruktur (Vennesland m.fl. 2006). Flatehogst kan ha både positive og negative effekter på ulike arter, avhengig om forandringene gjør at omgivelsene blir mer optimale eller ikke for den enkelte art (Kirkland Jr. 1990). Mange små pattedyr deriblant smågnagere, er herbivorer og vil få en bestandsøkning (Bowman m. fl. 2001; Kirkland Jr. 1990) på grunn av den økte andelen gras og urter man ofte får etter flatehogst (Kimmins & Timmons 2004; Lundmark 1988). De

ensaldra skogene som vokser opp etter tilplanting av hogstflatene er mindre gunstige for smågnagerne (Hansson 1999). Dette på grunn av at trærne står tett og tillater lite lys å nå ned til bakken, dette gjelder spesielt granforyngelser der trekrone er tett. Det blir mye skygge og strø i feltsjiktet, jordbunnsforholdene er ofte sure på grunn av liten nedbrytning. Disse faktorene gjør vegetasjonen lite artsrik og glissen (Kimmins & Timmons 2004; Lundmark 1988). Skogbruket prøver nå å gå mer bort fra monokulturbruket og få en bærekraftig skogforvaltning der det blir tatt flerbrukshensyn etter ”levende skog” standarden (Lier-Hansen m.fl. 2006; Vennesland m. fl. 2006). Når effekten av dette trer i kraft kan det føre til nye omveltninger i artsmangfold, fordeling og bestandsdynamikk hos smågnagerne.



Figur 1. Prosentandel (venstre side) flatehogd, yngre og eldre plukkhogst. Årlig flatehogd areal (høyre side) i 1000 daa i Norge fra 1900 til 2000. Figuren er hentet fra Vennesland m. fl. (2006)

1.3 Feltsjiktets utforming og næringspreferanser hos smågnagere

Bredde i næringsnisjer, aktuelle habitattyper og krav til skjul, er avgjørende for hvordan de ulike smågnagerne artene er fordelt i skoglandskapet (Gurnell 1985; Hansson 1971; Hansson 1977; Hansson 1978; Norrdahl & Korpimäki 2005) og her spiller oppbygningen av feltsjiktet en viktig rolle (Jensen m.fl. 2003). Det er usikkerhet i forskningsmiljøet om det er konkurranse og predasjonsrisiko eller om det er næringsressursene og mulighet for skjul som har størst betydning for utbredelse, bestandstetthet og reproduksjon (Norrdahl & Korpimäki 2005). Konkurranse, dominans og predasjonsrisiko vil bli diskutert, men hovedfokuset i denne oppgaven er på viktigheten av ulike komponenter i feltsjiktet i forhold til næringsnisjer og hvor godt skjul det gir. Feltsjiktet sørger for mat og skjul hos de herbivore artene.

Insektivorene er avhengig skjul, samt gode fuktighetsforhold og død ved for tilgang til insekter (Hansson 1971; Kirkland Jr. 1990).

To av de vanligste artene i Norge, klatremus (*Clethrionomys glareolus*) og vanlig spissmus (*Sorex araneus*), har ulike næringspreferanser og tilhører ulike ordener. Vanlig spissmus hører til ordenen *Insektivora* og spiser i hovedsak insekter (*Insecta spp.*), men kan også spise andre smådyr og frø. Klatremus tilhører ordenen *Rodentia* (Frislid & Semb-Johansson 1972). Denne ordenen har to hovedgrupper; granivorer og herbivorer/ folivorer (Vorontsov 1962).

Klatremusa hører til gruppen herbivorer og spiser mest grønne plantedeler, i tillegg blant annet frø og bær (Hansson 1971). Markmusa (*Microtus agretis*) som hører til samme gruppe er en mer utpreget herbivor enn klatremusa og spiser nesten bare gras. Granivorene (stor skogmus *Apodemus flavicollis* og liten skogmus *Apodemus sylvaticus*) spiser i hovedsak frø og nøtter.

1.4 Smånagernes rolle i skogøkosystemet

Smånagerbestanden påvirker skogøkosystemet på mange måter. De er blant annet en viktig matkilde for små og middels store predatorer. Smånagerne utgjør en stor og mangfoldig biomasse hvert tredje til fjerde / femte år, når de har et maksimum i populasjonsstørrelse. De fungerer som drivkraft for mange av vekselvirkningene i næringsnett (Hörnfeldt m. fl. 2006; Ims 1991). I følge den alternative byttedyr hypotesen (Angelstam 1979) øker predasjonen på f.eks. skogshøns når smånagerbestanden krasjer etter et toppår (Wegge & Storaas 1990). Enkelte smånagere spiser store mengder plantemateriale og kan derfor ha stor påvirkning på vegetasjonen (Hansson 1988; Ims 1991). Markmus gjorde stor skade spesielt i toppår i bestanden, på plantefelt i skog frem til 1980-tallet (Christiansen 1979; Hansson 2002; Wegge 1967).

1.5 Tidligere og fremtidig forskning på smånagere

På grunn av smånagernes rolle i økosystemet og respons på forandringer i skogstrukturen har de en potensiell rolle som bioindikatorer for bærekraftig skogbruk (Pearce & Veiner 2005). De er også viktige forskningsobjekter med tanke på habitatbruk og skogtilstand. Man kan teste smånagernes respons på fragmentering og dra paralleller til andre arter som for eksempel storfuglen (*Tetrao urogallus*) (Ims m. fl. 1993).

Fokuset i smånagerforskningen var i lang tid rettet mot skadene smånagerne påførte plantefelt og i mindre grad på skogbrukets påvirkning på smånagerbestanden (Hansson

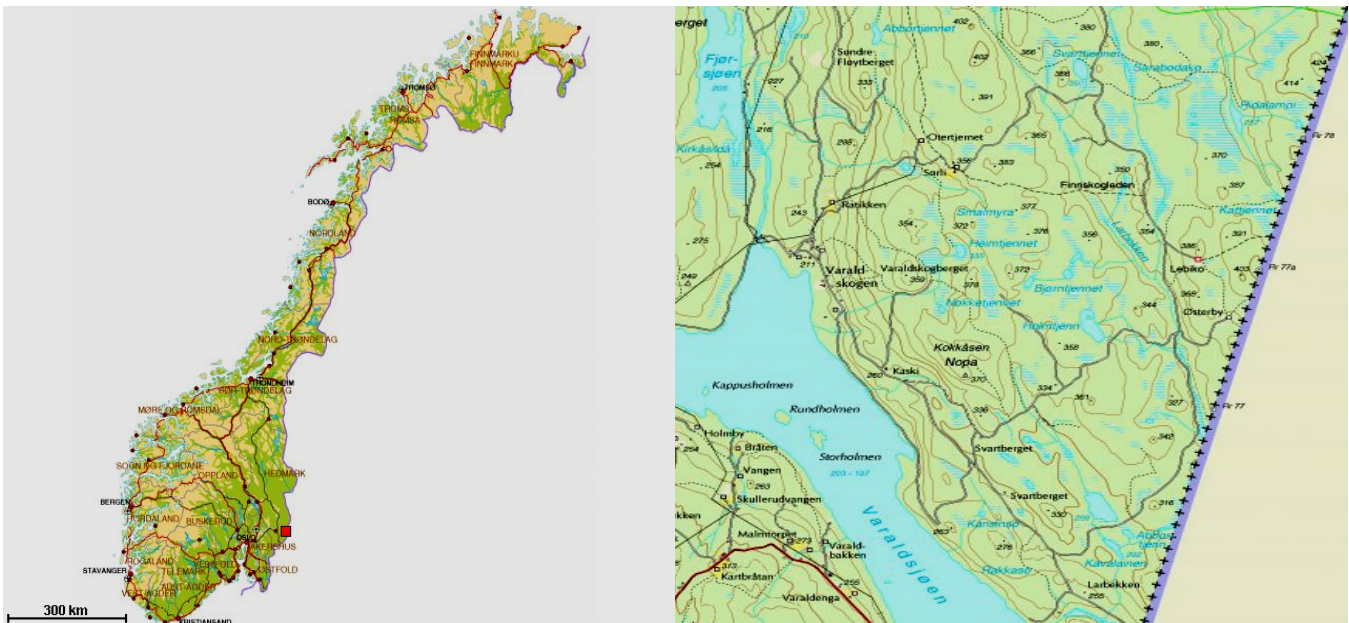
2002). Flere forskere, blant andre Hörnfeldt m. fl. (2006), Ims (1991), Hansson (1997) og Lambin m. fl. (1995), påpeker behovet for videre studier av denne vinklingen. To viktige tema er de ulike artenes preferanser for feltsjiktets sammensetning og fordelingen av arter med ulikt næringssøk (Hansson 1997). Disse spørsmålene er det viktig å besvare for å forstå hvordan forandringen av feltsjiktet etter for eksempel snauhogst påvirker artene.

2. Metode og statistikk

2.1 Studieområdet

2.1.1 Studieområdets beliggenhet

Feltarbeidet ble foretatt innenfor et 4 km² stort område i Varald Statskog i Kongsvinger kommune (60° 10' N, 12° 30' W). Området ligger i Hedmark fylke, i sørøst Norge (Figur 2). Det sørligste feltet var lokalisert 6666406 N 361333 Ø og det nordligste feltet 6670106 N 361695 Ø (EU89 UTM sone 33) (Vedlegg 3). Høyden over havet i området stiger fra 200 meter i den sørvestlige delen av området til 400 meter i den nordøstlige delen. Området har et moderat kontinentalt klima, der gjennomsnittstemperaturen i den varmeste måneden (juli) er 16.2°C og i den kaldeste måneden (januar) er -7.3 °C. Årsnedbøren er på gjennomsnittlig 613 mm. Bakken er normalt snødekt fra slutten av november frem til april/mai (Rolstad m. fl. 1988).



Figur 2. Geografisk lokalisering av studieområdet på Varaldskogen (høyre side) og oversiktskart over studieområdet (venstre side) (Kartgrunnlag: Statens kartverk(2002)).

2.1.2 Vegetasjon og naturgrunnlag

Studieområdet domineres av slake åsrygger som strekker seg fra nord til sør. Området ligger i den sørlige delen av mellomboreal sone (Moen 1998) og er preget av barskog dominert av

gran (*Picea abies*) og furu (*Pinus sylvestris*), med innslag av lauv i hovedsak bjørk (*Betula spp.*) og osp (*Populus tremula*). Løsmassene i området består i hovedsak av et tykt lag med morenemateriale med innslag av breelvvassetninger, bart fjell og torv/myr (NGU 2008). Jordsmonnet er i hovedsak podsoljord (Abrahamsen m. fl. 1977).

På fastmark dominerer bærlyng- barblandingsskogen med lommer av blåbærgranskog. Feltsjiktet domineres av blåbær, tyttebær (*Vaccinium vitis-idaea*), blokkebær (*Vaccinium uliginosum*) og røsslyng (*Calluna vulgaris*) i eldre suksesjoner i disse vegetasjonstypene. På høydedrag og koller dominerer lavfuruskog. Feltsjiktet i disse områdene er fattig og tørt. Røsslyng-furumyskog vokser i smale belter langs tjern og myrer og bærlyng-furumyskogen vokser mellom disse beltene og fastmark (Tabell 1).

Tabell 1. Beskrivelse av vegetasjonstyper på Varaldskogen, klassifisert etter Kielland-Lund (1981) og Hesjedal (1973).

Kode	Vegetasjonstype og suksesjonsstadium	Kjennetegn
A3	Bærlyng-barblandingsskog (<i>Vaccinio-Pinetum boreale</i>)	Middels og høy bonitet furuskog med understandere av gran. Mye røsslyng og tyttebær i feltsjiktet.
B2	Blåbærgranskog (<i>Eu-Piceetum myrtilletosum</i>)	Middels og høy bonitet granskog ofte med innslag av lauvtrær. Mye blåbær i feltsjiktet.
G1	Røsslyng-furumyskog (<i>Oxycocco-Pinetum cladonietosum</i>)	Impediment og lavbonitet furuskog på tresatt nedbørsmys. Røsslyng og blokkebær dominerer i feltsjiktet
G2	Bærlyng- furumyskog (<i>Oxycocco-Pinetum vaccinietosum</i>)	Lav og middels bonitet furuskog på torvmark. Bærlyng som f. eks blåbær og tyttebær dominerer i feltsjiktet.

2.1.3 Skogbruket i studieområdet

Dimensjonshogst var den vanligste hogstformen på Varaldskogen før blednings- og plukkhogsten tok over. I 1923 ble det startet med stripehogster i området. Bestandsskogbruk med store systematiske flater er blitt utført i området siden 1950-tallet, der hogstflatene ble tilplantet med gran og furu. Dette resulterte i at den eldre "naturskogen" er sterkt fragmentert av gran- og furuforyngelser (B2/3 og A3/3) (Figur 3)(Kolstad m. fl. 1985). Ca 60 % av skogen består av hogstflater og kulturskog og ca 34 % av skogen er eldre enn 60 år.



Figur 3 Flyfoto (Kartforlaget(2005)) som viser fragmenteringen av skogen på Varaldskogen.

Barblandingsskog og blåbærgranskog ble delt inn i tre suksesjonsstadier (Tabell 2), to påvirket av skogbruk og et tredje nokså upåvirket ”naturskog”. Det var 5-12 år siden det hadde vært hogd på hogstflatene i blåbærgranskog og i barblandingsskog for 4-10 år siden. Kulturskogen i blåbærgranskog var 30-40 år og i barblandingsskog 25-35 år. Tabell 10 viser dekningsprosent av ulike arter innenfor de tre suksesjonsstadium i hver vegetasjonstype på Varaldskogen.

Tabell 2. Suksesjonsstadier basert på trehøyde i blåbærgranskog og barblandingsskog

	Blåbærgranskog	
B2/1	Granskog med blåbær, hogstflate	Kulturskog med trehøyde 0-1m. Mye gras i feltsjiktet. Kulturskog med trehøyde >8m. Lavt og glissent feltsjikt, mye mose i bunnsjiktet. Naturskog alle trehøyder. Feltsjikt dominert av blåbærlyng.
B2/3	Granskog med blåbær, ungskog	
B2/4	Granskog med blåbær, eldre skog	
	Barblandingsskog	
A3/1	Furuskog med bærlyng, hogstflate	Kulturskog med trehøyde 0-1m. Mye røsslyng i feltsjiktet. Kulturskog med trehøyde >8m. Mye mose og røsslyng i feltsjiktet. Naturskog alle trehøyder. Feltsjiktet dominert av røsslyng og tyttebær.
A3/3	Furuskog med bærlyng, ungskog	
A3/4	Furuskog med bærlyng, eldre skog	

Suksesjonsstadium jf tilstandstyper i ”Biotopkart over Varaldskogen” (1982).

2.2 Studiedesign

De 3 suksesjonsstadiene i blåbærgranskog og barblandingsskog samt de to furumyrtypene (Tabell 1 og 2) utgjorde til sammen 8 habitattyper. Hver av disse hadde 3 replikater hver, med unntak av middels gamle plantefelt (B2/3 og A3/3) som kun hadde to replikater i august. Det ble totalt 18 felt i juni og 22 felt i august (Vedlegg 3) med 100 felledøgn per felt. Det ble satt ut 50 feller per felt som ble kontrollert og samlet inn etter 2 døgn. Fellene ble satt ut i 2 rekker med 25 feller i hver rekke. Avstanden mellom rekkene og hver felle var ca 5m (5 skritt). Utsettingen ble gjort etter kl.11.00 hver dag. Fellene ble plassert slik at det var størst mulig sannsynlighet for at smågnagerne ville gå der og slik at forholdene rundt fellene innen hvert felt ble mest mulig like. Det ble brukt klappfeller, hovedsakelig av typen Rapp med potetbiter som åte. Ved innsamling av fangsten om morgenen ble alle smågnagerne lagt i konvolutter med nummer på felt og dato, i tillegg ble dataene registrert i skjema. Det ble registrert om klappfellene hadde klappet uten noen fangst og om åte var blitt borte. Smågnagerne ble holdt nedfryst frem til etterarbeidet i august.

For hvert felt ble det gjort en vegetasjonsbeskrivelse av tresjikt, busksjikt, feltsjikt og bunnsjikt med prosentvis andel av 4 ulike treslag i busksjikt (bjørk, gran, furu og osp), 11 ulike arter i feltsjikt; blåbær, tyttebær, røsslyng, blokkebær/skinstryte, smylegras (*Deschampsia flexuosa*), rørkvein (*Calamagrostis purpurea*), bringebær (*Rubus idaeus*), geitrams (*Epilobium angustifolium*), småbregner (*Asplenium* spp.), marimjelle (*Melampyrum* spp.), molte (*Rubus chamaemorus*) og 3 ulike kategorier i bunnsjikt; torvmose (*Sphagnum* spp.), husmose, strø/impediment. Tredekningen var ikke delt inn i ulike arter. Dekningsprosenten for de ulike sjiktene ble visuelt anslått i prosent dekning av bakken hver for seg. Dekningsprosent under 10 % ble registrert med et kryss. Det ble skrevet værrapport etter hver fangstnatt.

2.3 Databehandling

2.3.1 Forarbeid

Antall effektive felledøgn for hvert felt, ble regnet ut ved å:

- Dividere antall feller som var blitt synlig forstyrret på 2 (tilsvarer antall døgn fellene sto ute) og trekke fra 100 (tilsvarer 50 feller x 2 døgn)

Total fangstindeks og fangstindeks for hver art på hvert felt ble regnet ut ved å:

- Dividere antall mus totalt og hver enkelt art på antall effektive felledøgn og multiplisere med 100.

Smågnagerne ble artsbestemt og veid. Artsbestemmelse ble gjort ut fra utforming av kinntenner og øvrig utseende. Til veiledning ble kinntannstabeller i Norges dyr (Frislid & Semb-Johansson 1972) benyttet. Vekten ble målt på en vekt med nøyaktighet opptil 1/100 gram og avrundet til 1/10 gram. Det ble regnet ut antall effektive felledøgn og fangstindeks totalt og for hver art på hvert felt.

2.3.2 Statistiske analyser

For utføring av de statistiske analysene ble statistikkprogrammet Minitab 15 (2007) benyttet. Alle data ble testet for normalfordeling. Det ble benyttet et konfidensintervall på 90 % ($P < 0.10$) på T-testene.

Enveis T-test ble brukt for å teste følgende nullhypoteser:

- Forekomsten av klatremus, vanlig spissmus og smågnagere totalt var ikke større i de rike vegetasjonstypene B2/4 og G2 enn i de fattige vegetasjonstypene A3/4 og G1.
- Forekomsten av klatremus, vanlig spissmus, liten skogmus og smågnagere totalt var ikke større i et suksesjonsstadium i en rik vegetasjonstype enn tilsvarende suksesjonsstadium i en fattig vegetasjonstype.

Toveis t-test ble benyttet for å teste forskjell i dekningsgrad av gras, blåbær og røsslyng, tyttebær og blokkebær i de forskjellige habitatene. Og om forekomsten av klatremus, vanlig spissmus, liten skogmus og smågnagere totalt var forskjellig fra et suksesjonsstadium til et annet innen en vegetasjonstype.

Enkel lineær regresjon ble brukt for å analysere sammenheng mellom fangstindekser og sammensetning av feltsjiktet.

Reproduksjonen for klatremus starter i april og varer til september/oktober (Smyth 1963). En måned gamle klatremusunger veier ca 10-12g (Alibhai & Gipps 1985). Det ble derfor antatt at de fleste som er født i løpet av sommeren veide under 15g i slutten av august. Forskjell i fangstindeks mellom to vektklasser (under 15 g; fra og med 15g) mellom ulike

vegetasjonstyper og suksesjonsstadier ble testet med enveis T-test. Til dette ble forholdstall benyttet; antall små/ antall større klatremus.

For å teste om det var flere klatremus enn spissmus på de ulike habitattypene ble parvis t-test benyttet.

3. Resultater

3.1 Smågnagerfangst generelt

Det ble fanget 19 mus i løpet av 1800 felledøgn våren 2007. Fangsten besto av 14 klatremus, 4 vanlig spissmus og 1 liten skogmus. Høsten 2007 ble det totalt fanget 149 mus i løpet av 2200 felledøgn. Disse var fordelt på 5 ulike arter (2 herbivorer, 2 granivorer og 1 insektivor), der klatremus og vanlig spissmus utgjorde til sammen >80 % av alle fangete individer (Tabell 3). Høstdataene ble brukt til statistiske analyser og det er disse som i hovedsak omtales; vårdatabene ble kun brukt til å finne bestandsøkningen i løpet av sommeren (Tabell 4 og Figur 4).

Tabell 3. Gjennomsnittlig fangstindeks (antall smågnagere/ 100 felledøgn $\pm$ SE) om høsten for de ulike artene innenfor de tre suksessstadiene av B2 og A3 samt de to furumyrtypene G1 og G2.

Vegetasjonstype	Klatremus	Markmus	Vanlig spissmus	Liten skogmus	Stor skogmus	Totalt
Blåbærgranskog						
Hogstflate	7.8 (3.0)	1.1 (0.6)	5.8 (1.0)	6 (3.2)	1.1 (3.4)	21.2 (4.9)
Kulturskog	2.5 (0.5)	-	-	-	-	2.5 (0.5)
Eldre "naturskog"	8.0 (2.0)	-	0.7 (0.7)	-	-	8.7 (1.4)
Barblandingsskog						
Hogstflate	3.1 (1.2)	-	1.4 (0.9)	-	-	4.6 (2.0)
Kulturskog	1.0 (0.0)	-	2.6 (1.6)	-	-	3.6 (1.6)
Eldre "naturskog"	2.4 (0.9)	-	0.3 (0.3)	-	-	2.8 (1.2)
Furumyrskog						
Røsslyng-furumyrskog	3.1 (1.8)	-	0.7 (0.3)	0.3 (0.3)	-	4.2 (1.8)
Bærlyng-furumyrskog	6.1 (3.5)	-	1.4 (0.4)	-	-	7.6 (3.8)

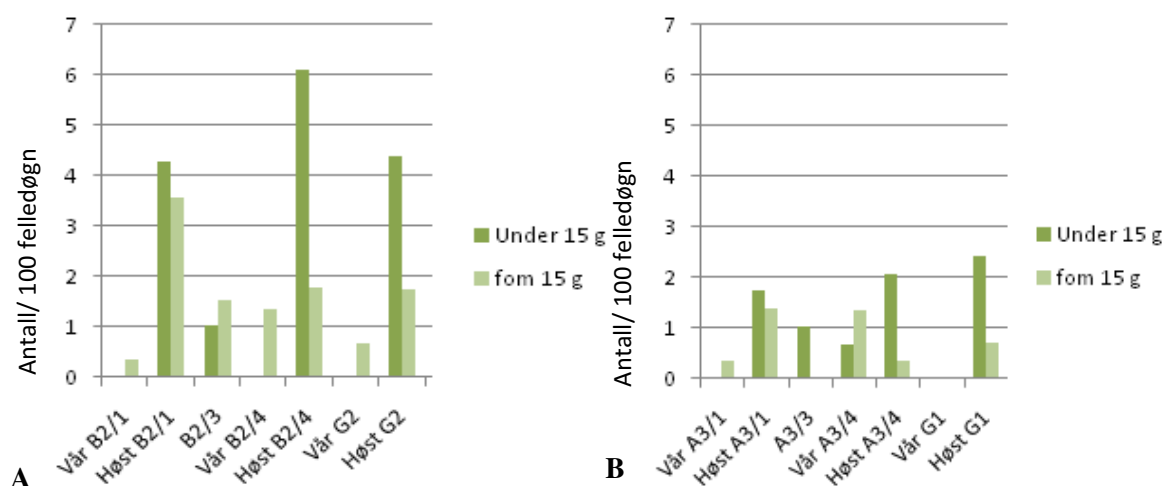
3.2. Bestandsøkning fra vår til høst

Det ble fanget kun en liten skogmus i tillegg til klatremus og spissmus om våren (Vedlegg 1), og det var få andre arter enn klatremus og spissmus på de fleste vegetasjonstyper også om høsten (Tabell 3). Liten skogmus bidro en del til den totale bestandsøkningen på hogstflate i blåbærgranskog (Tabell 3), men kun klatremus og spissmus er omtalt videre. Den totale forekomsten av smågnagere økte i likhet med forekomsten av klatremus og spissmus mest på hogstflate i blåbærgranskog, eldre blåbærgranskog og bærlyng-furumyrskog (Vedlegg 2).

Tabell 4. Gjennomsnittlige fangstindekser (antall smågnagere/ 100 felledøgn [±] SE) innen hver habitattype og suksesjonsstadium for klatremus og vanlig spissmus vår og høst.

	Klatremus		Vanlig spissmus	
	Vår	Høst	Vår	Høst
Blåbærgranskog				
Hogstfelt	0.37 (0.37)	7.83 (2.96)	1.03 (1.03)	5.80 (0.96)
Kulturskog	- -	2.55 (0.55)	- -	0 (0.0)
Eldre "naturskog"	1.33 (0.33)	7.97 (2.04)	0 (0)	0.70 (0.70)
Barblandingsskog				
Hogstfelt	0.33 (0.33)	3.10 (1.24)	0 (0)	1.40 (0.94)
Kulturskog	- -	1.05 (0.05)	- -	2.60 (1.60)
Eldre "naturskog"	2.07 (1.03)	2.40 (0.91)	0 (0)	0.33 (0.33)
Furumyrskog				
Røsslyng-furumyrskog	0 (0)	3.10 (1.82)	0.33 (0.33)	0.67 (0.33)
Bærlyng-furumyrskog	0.67 (0.33)	6.13 (3.47)	0 (0)	1.40 (0.40)

For klatremus var det stor bestandsøkning fra vår til høst (Tabell 4), med en stor andel unge individer på hogstflate i blåbærgranskog (B2/1), eldre blåbærgranskog (B2/4) og bærlyng-furumyrskog (G2) (Figur 4A). Det var signifikant større andel unge i forhold til eldre klatremus i eldre blåbærgranskog enn på hogstflate i denne vegetasjonstypen (enveis $T=4.96$, $df=4$, $P=0.008$), selv om de totale fangstindeksene for de to suksesjonsstadiene var nesten like store. Bærlyng-furumyrskog (G2) hadde tilsvarende andel unge klatremus som eldre blåbærgranskog (Figur 4A).



Figur 4. A: Fangstindekser i to vektclasser klatremus i alle tre suksesjonsstadiene i blåbærgranskog (B2) samt bærlyng-furumyrskog (G2) vår og høst. B: Fangstindekser i to vektclasser klatremus i alle suksesjonsstadiene i barblendingsskog (A3) samt røsslyng-furumyrskog (G1) vår og høst. (B2/3 og A3/3 er høstfangster)

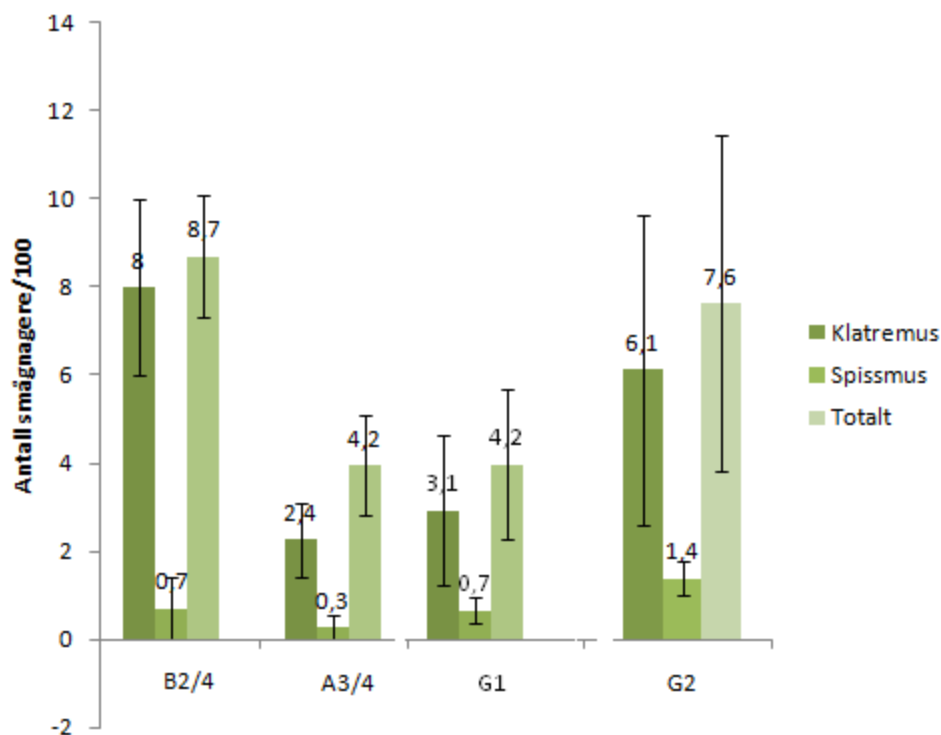
Det var større andel unge klatremus i eldre blåbærgranskog enn i kulturskog i samme skogtype (B2/3) (enveis $T=7.20$, $df=3$, $P=0.009$) og enn i hogstflate i barblandingsskog (A3/1) (enveis $T=6.12$, $df=4$, $P=0.002$). Det var nær signifikant større andel unge klatremus på hogstflate enn i kulturskogen i blåbærgranskog (enveis $T=1.87$, $df=3$, $P=0.101$).

Sistenevnte var det eneste habitatet hvor det var færre unge enn eldre klatremus om høsten (Figur 4A). I kulturskog i barblandingsskog (A3/3) var det kun unge individ om høsten. Eldre barblandingsskog (A3/4) hadde en stor andel yngre i forhold til eldre, men den totale bestanden på dette habitatet var nærmest uforandret fra vår til høst. Eldre barblandingsskog var også det eneste habitatet hvor det ble fanget unge individ om våren og hvor det var færre eldre individ om høsten enn om våren (Figur 4B).

For spissmus var bestandsøkningen størst på hogstflate i blåbærgranskog (Tabell 4). Det ble ikke testet for forskjell i ulike vektklasser for spissmus, men det var liten forskjell i vektene i de tre suksesjonene i blåbærgranskog, mens det i barblandingsskog og bærlyngskog var større variasjon i vektene. Fangstindeksene var ikke over 6 i gjennomsnitt på noen av suksesjonsstadiene verken i blåbærgranskog eller i barblandingsskog og heller ikke i noen av myrskogtypene. Men det var god rekruttering på alle habitattyper sett ut i fra at spissmus ble fanget på kun to typer om våren (Tabell 4).

3.3 Fordelingen av smågnagere på ulike vegetasjonstyper

Om høsten var det generelt flere klatremus, spissmus og smågnagere totalt i de rike vegetasjonstypene enn i de fattige. Spissmus hadde nokså lav fangstindeks i alle de fire habitattypene så forskjellen for denne arten er ikke så tydelig som for klatremus (Figur 5). Det var flere klatremus og smågnagere totalt i blåbærgranskog enn i barblandingsskog og røsslyng-furumyrskog (Tabell 5 og Figur 5). Det var signifikant flere spissmus på bærlyng-furumyrskog enn i eldre barblandingsskog (Tabell 5). Andre forskjeller ble ikke funnet.



Figur 5 Fangstindekser ($\pm$ SE) for klatremus, spissmus og smågnagere totalt på de fire vegetasjonstypene som ble undersøkt.

Tabell 5 Forskjeller (enveis t-test) i fangstindeks mellom rike (blåbærgranskog B2/4 og bærlyng-furumyrskog G2) og fattige vegetasjonstyper (barblandingsskog A3/4 og røsslyng-furumyrskog G1). P < 0.10 i uthevet skrift

Rik vs fattig	Totalt		Klatremus		Vanlig Spissmus	
	T	P	T	P	T	P
B2/4>A3/4	3.11	0.026	2.50	0.065	0.47	0.341
B2/4>G1	1.95	0.073	1.78	0.086	0.04	0.485
G2>A3/4	1.20	0.177	1.04	0.203	2.05	0.066
G2> G1	0.81	0.252	0.77	0.247	1.41	0.127

df=4

3.4 Fordelingen av smågnagere på ulike suksesjonsstadier

3.4.1 Rike vs fattige vegetasjonstyper

Det var større forekomst av både klatremus, spissmus og smågnagere totalt på hogstflater i blåbærgranskog enn på hogstflater i barblandingsskog. Det var flere smågnagere totalt og

klatremus i eldre blåbærgranskog enn i eldre barblandingsskog (Tabell 6). Andre forskjeller ble ikke funnet.

Tabell 6 Forskjell i (enveis t-test)fangstindeks mellom rike og fattige vegetasjonstyper i ulike suksesjonsstadier. P < 0.10 i uthevet skrift

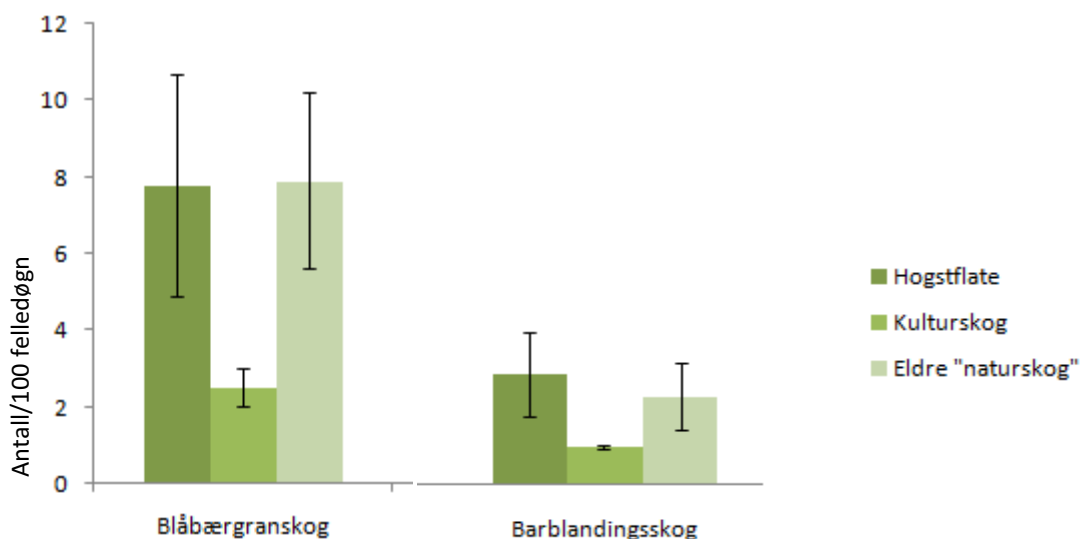
*One sample t –test ingen spissmus på B2/3.

Riks Vs fattig	Totalt		Klatremus		Vanlig spissmus	
	T	P	T	P	T	P
B2/1> A3/1 ₁	2.90	0.051	2.04	0.067	3.26	0.023
B2/3> A3/3 ₂	-0.63	0.680	2.72	0.112	1.63	0.176* ₃
B2/4> A3/4 ₁	3.11	0.026	2.50	0.065	0.47	0.341
G2> G1 ₁	0.81	0.252	0.77	0.247	1.41	0.127

df: 1= 4, 2= 2, 3= 3

3.4.2 Forekomst på ulike suksesjonsstadium **innen** vegetasjonstypene

Klatremus var jevnt fordelt mellom hogstflate og eldre naturskog i både blåbærgranskog og i barblandingsskog, med færre individer i kulturskog (Figur 6). Det var nær signifikant flere klatremus i eldre blåbærgranskog enn i kulturskogen (Tabell 7).



Figur 6. Fangstindeks ($\pm$ SE) for klatremus på ulike suksesjonsstadier i barblandingsskog (A3) og blåbærgranskog (B2).

Tabell 7. Forskjeller (toveis t-test) i fangstindeks mellom ulike suksesjonsstadium for klatremus, spissmus og smågnagere totalt. $P < 0.10$ i uthevet skrift *One sample t –test ingen spissmus på B2/3.

	Totalt		Klatremus		Spissmus	
	T	P	T	P	T	P
Hogstflate Vs eldre "naturskog"						
B2/1 > B2/4₁	2.24	0.154	-0.04	0.973	4.29	0.023
A3/1 > A3/4₁	0.78	0.492	0.46	0.680	1.06	0.399
Eldre "naturskog" Vs kulturskog						
B2/4 > B2/3₂	4.02	0.057	2.57	0.124	1.00	0.211 ₁ *
A3/4 > A3/3₂	-0.43	0.712	1.49	0.276	-1.39	0.398
Hogstflate Vs kulturskog						
B2/1 > B2/3₂	3.47	0.074	1.75	0.221	6.04	0.013₁*
A3/1 > A3/3₂	0.37	0.748	1.65	0.241	-0.65	0.635

df: 1=4, 2=3

Spissmus hadde signifikant større forekomst på hogstflate enn i eldre naturskog og i kulturskog i blåbærgranskog (Tabell 7).

Liten skogmus ble funnet kun på hogstflate i blåbærgranskog og røsslyng-furumyrskog (Tabell 3). Forekomsten av arten på disse var nær signifikant større enn 0 ($T = 1.86$, $df=2$, $P=0.102$). Markmus og stor skogmus ble kun registrert på hogstflate i blåbærgranskog (Tabell 3).

Alle suksesjonene i barblandingsskog hadde nokså lave fangstindekser av smågnagere totalt, klatremus og spissmus (Tabell 3). Det var ingen signifikant forskjeller i forekomst mellom suksesjonene i denne vegetasjonstypen for artene totalt eller hver for seg. Men det var nær signifikant flere klatremus på hogstflate enn og i eldre barblandingsskog enn i kulturskogen (Tabell 7).

Det var signifikant flere klatremus enn spissmus i alle suksesjonsstadier i blåbærgranskog unntatt hogstflate og i barblandingsskog unntatt kulturskog (Tabell 8).

Tabell 8 Habitattyper hvor det var signifikant flere klatremus enn spissmus. Enveis parvis t-test.

Vegetasjonstype	T	P
B2/3**	4.64	0.068
B2/4*	2.69	0.057
A3/1*	1.91	0.098
A3/4*	3.41	0.038

*df=2** df=1

3.5 Fordeling av smågnagere i forhold til vegetasjonen i feltsjiktet

3.5.1 Vegetasjonen i feltsjiktet i ulike habitat

Mens hogstflate i blåbærgranskog (B2/1) hadde stor dekning av gras og urter, var hogstflate i barblandingsskog lyngdominert med stor dekning av strø/impediment (Tabell 9). Hogstflate i blåbærgranskog hadde signifikant større dekning av gras enn de andre suksesjonene i både blåbærgranskog og i barblandingsskog (Tabell 10A).

Tabell 9. Gjennomsnittlig dekningsprosent ($\pm$ SE) av vegetasjonen på de ulike habitatene.

	Gras		Lyng *		Blåbær		Urter		Mose		Strø/ impediment		Lyng totalt	
B2/1	58,3	(6,0)	1,7	(1,6)	0,1	(0)	15,0	(5)	5,0	(0)	10,0	(5)	1,8	(1,6)
B2/3	5,0	(4,9)	5,0	(5)	7,5	(2,5)	0,1	(0)	55	(5)	25,0	(15)	12,5	(7,5)
B2/4	0,1	(0)	8,3	(1,7)	73,3	(3,3)	5,0	(0)	28,3	(20,9)	1,7	(1,6)	81,7	(1,7)
A3/1	1,7	(1,6)	50,0	(14)	5,0	(0)	5,0	(2,9)	16,7	(11,7)	20,0	(11,5)	55,0	(14,4)
A3/3	12,5	(7,5)	70,0	(10)	5,0	(0)	2,5	(2,4)	55,0	(5)	10,0	(5)	75,0	(10)
A3/4	1,7	(1,6)	43,3	(14)	18,3	(7,3)	1,7	(1,6)	11,7	(4,4)	16,7	(11,7)	61,7	(6,7)
G1	1,7	(1,6)	73,3	(14)	8,3	(3,3)	5,0	(2,9)	70,0	(15,3)	1,7	(1,6)	81,7	(10,9)
G2	0,1	(0)	33,3	(19)	43,4	(21,8)	3,4	(1,6)	40,0	(20)	1,7	(1,6)	76,7	(6,5)

* Blokkebær, røsslyng og tyttebær.

Tabell 10. A: Habitattyper der hogstflate i blåbærgranskog hadde større dekning av gras. B2/4 hadde ikke gras dekning. B: Habitattyper der eldre blåbærgranskog hadde større dekning av blåbær. (Toveis t-test)

A	df	T	P	B	df	T	P	
B2/1>B2/3	3	6.84	0.021	B2/4>A3/4	4	6.88	0.020	
B2/1>A3/1	4	9.09	0.012	B2/4>B2/3	3	15.80	0.004	
B2/1>A3/3	3	4.77	0.041	B2/4>G1	4	13.79	0.000	
B2/1>A3/4	4	9.09	0.012					

Eldre blåbærgranskog hadde større dekning av blåbær enn eldre barblandingsskog, kulturskog i blåbærgranskog og røsslyng-furmyrskog (Tabell 10B). Hogstflate i blåbærgranskog hadde ikke noen dekning av blåbær. Eldre barblandingsskog hadde større dekningsgrad av røsslyng, blokkebær og tyttebær samla enn hogstflate i blåbærgranskog (B2/1) (T= 3.03, df=4, P=0.094), kulturskog i blåbærgranskog (B2/3) (T=2.62, df=3, P=0.119) og eldre blåbærgranskog (B2/4) (T=2.55, df=4, P=0.126).

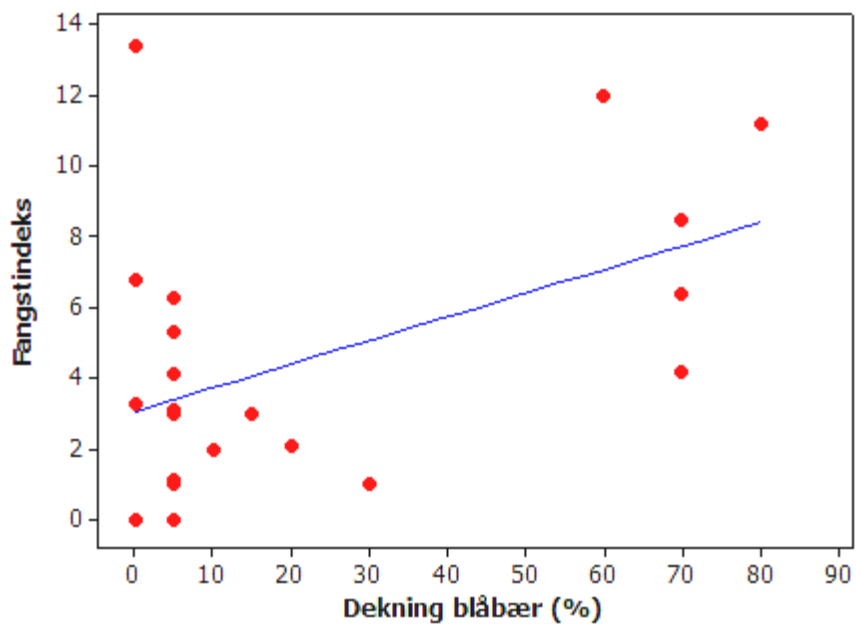
Kulturskog i barblandingsskog hadde større dekning av lyng enn kulturskog i blåbærgranskog, som var dominert av mose og strø/impediment (Tabell 9).

Det var bedre dekning av blåbær og mindre mose i bærlyng-furumyrskog enn i røsslyng-furumyrskog (Tabell 9).

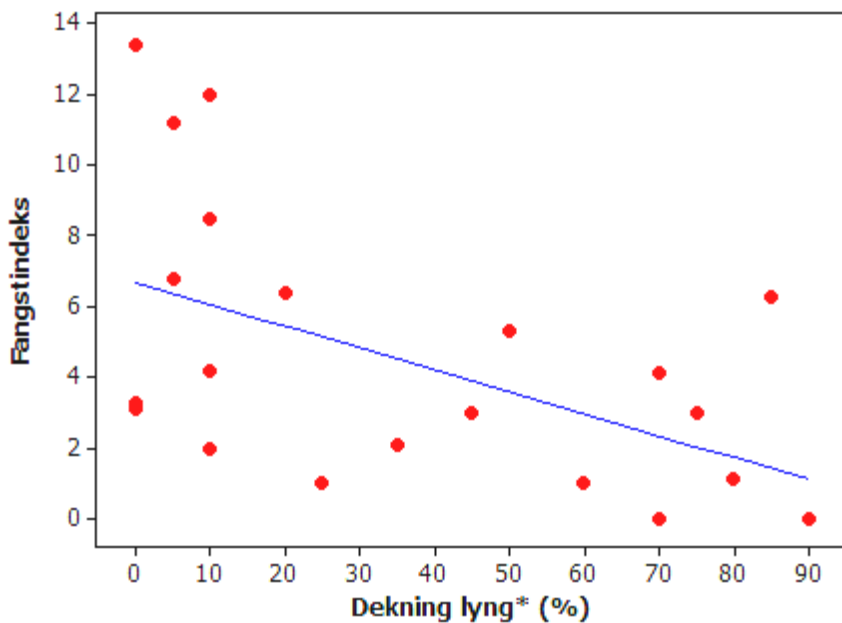
3.5.2 Fordeling av klatremus og spissmus

Klatremusfangstindeksen var negativt korrelert med dekningsprosent av lyng* ($Y = 6.69 - 0.0620X$, $F = 6.78$ $df=1$, $P = 0.017$) og positivt korrelert med dekning av blåbær ($Y = 3.06 + 0.0670X$, $F = 6.06$, $P = 0.023$) (Figur 7). Verken for gras, urter, mose, strø/impediment eller lyng totalt var det signifikante korrelasjoner.

A



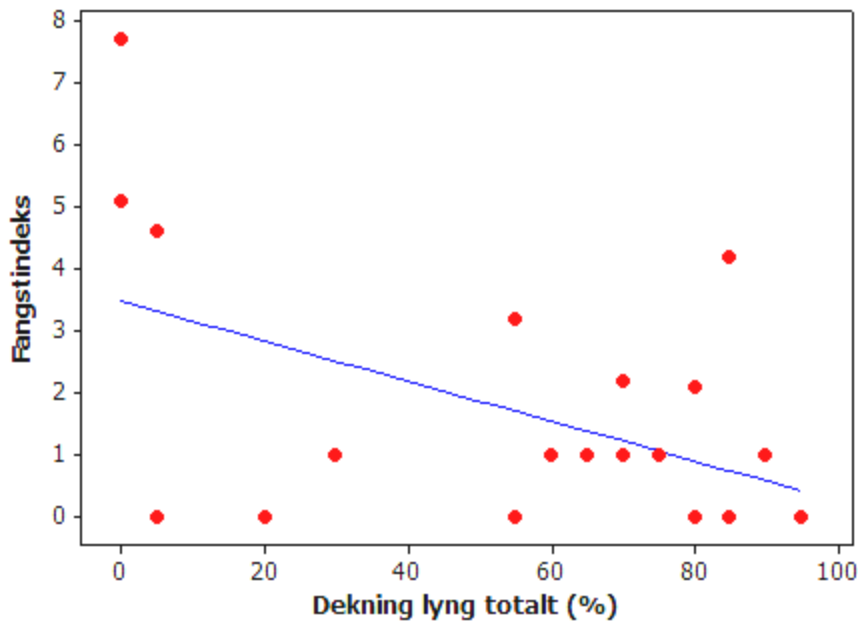
B



Figur 7. Sammenhengen mellom fangstindeks for klatremus og dekning av (A) blåbær og (B) lyng*; røsslyng, tyttebær og blokkebær.

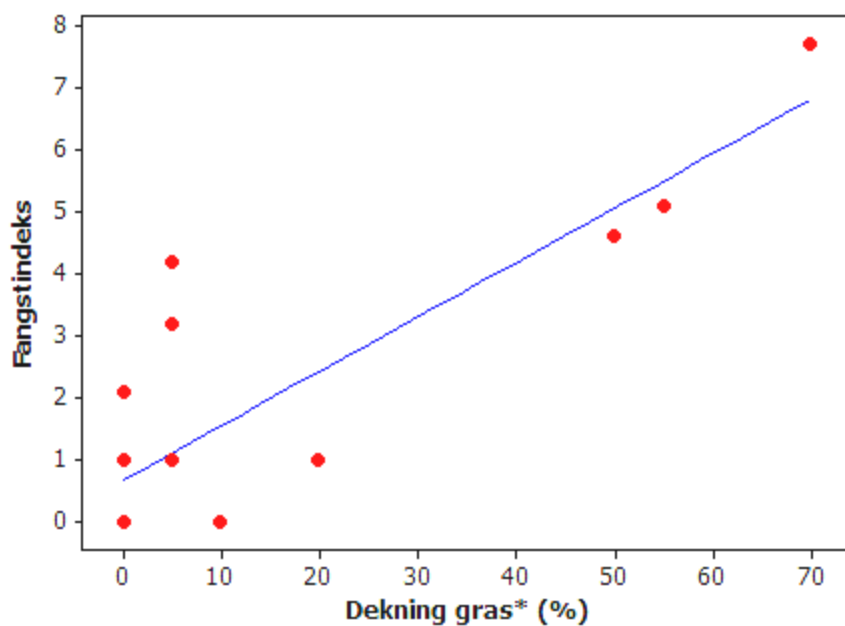
Det var negativ korrelasjon mellom antall spissmus og lyng totalt ($Y = 3.47 - 0.0322X$, $F = 6.45$, $df = 1$, $P = 0.019$) og mose ($Y = 2.67 - 0.0309X$, $df = 1$, $P = 0.042$) (Figur 8 A og D). For urter ($Y = 0.440 + 0.238X$, $F = 15.14$, $df = 1$, $P = 0.001$) og gras ($Y = 0.656 + 0.0879X$, $F = 35.26$, $df = 1$, $P = 0.000$) var korrelasjonen positiv (Figur 8 B og C). Det var ingen signifikant korrelasjoner mellom antall spissmus og lyng (røsslyng, tyttebær, blokkebær), blåbær og strø/impediment.

A

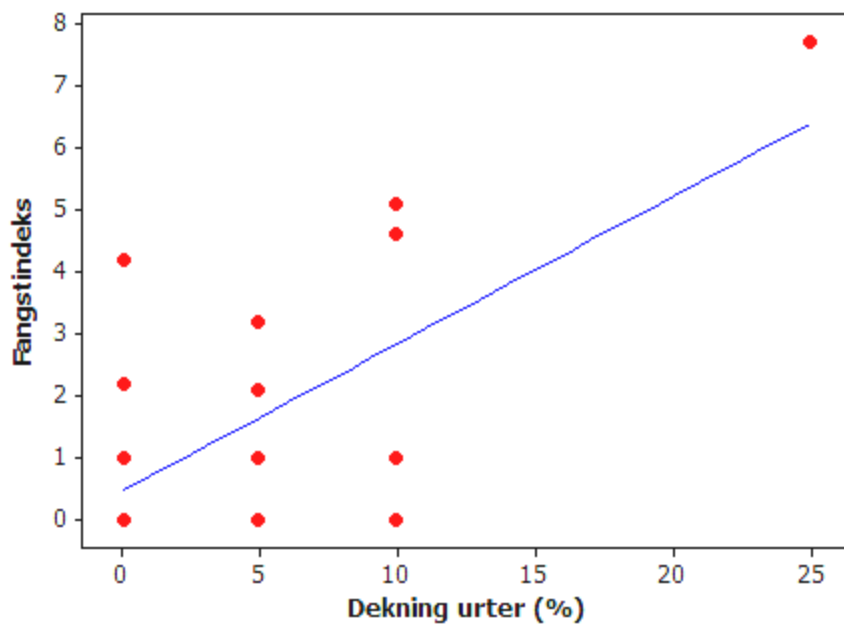


B

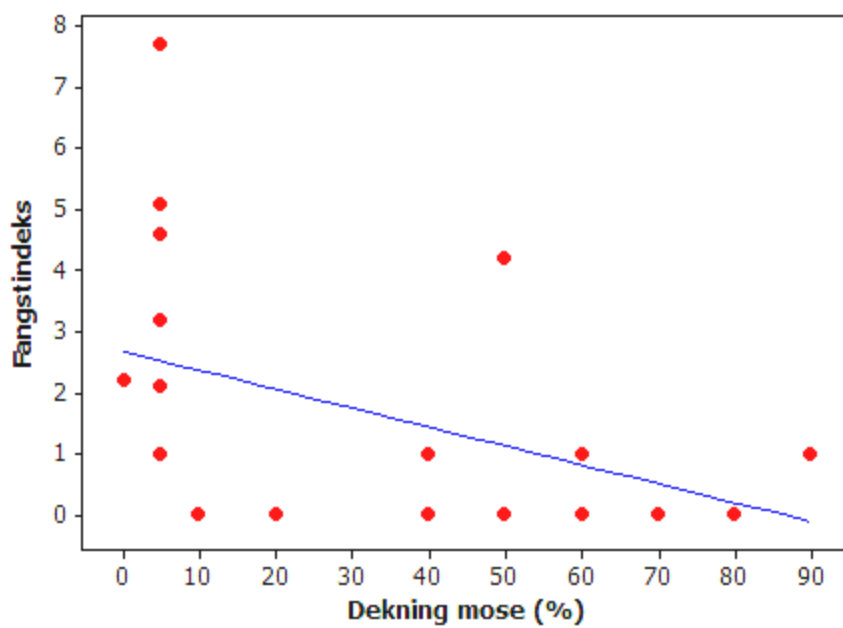
C



* Dekningsprosent for gras er ikke tatt med for G1 og G2 i regresjonene.



D



Figur 8. Sammenhengen mellom fangstindeks for vanlig spissmus og dekning av (A) lyng totalt, (B) gras, (C) urter og (D) mose.

For markmus var fangstindeksen svært lav, men det kunne se ut som om det var en positiv korrelasjon for gras og for urter. I de to feltene hvor markmus ble funnet, begge på hogstflater

i blåbærgranskog, var dekningsprosenten av gras henholdsvis 70 og 50 %. På de andre feltene uten markmus var dekningsprosenten i gjennomsnitt <20 %, med unntak av et felt der dekningsprosenten var 55 %.

Liten skogmus var det også fanget få individer av, men flere enn markmus. Liten skogmus ble også med unntak av et individ funnet på hogstflate i blåbærgranskog. Liten skogmus hadde størst forekomst der det var størst andel rørkvein og det så ut som den hadde en positiv korrelasjon med dekning av gras.

4. Diskusjon

4.1 Smågnagerfangst og bestandsstatus på Varaldskogen 2007.

Prøvematerialet fra Varaldskogen var begrenset med få replikater. Enkeltfelt med høy eller lav fangstindeks gjorde derfor stort utslag på resultatet for hver enkelt habitattype. Men resultatene sier likevel noe om en generell tendens i fordelingen av smågnagere.

Fangstindeksene økte som forventet for alle smågnagerartene fra vår til høst, som følge av reproduksjonsperioden som fant sted i mellomtiden (Clarke 1985; Steen m. fl 1996; Wang & Grimm 2007). Høy fangstindeks og stor reproduksjon i de optimale leveområdene for klatremus i eldre blåbærgranskog og hogstflate i blåbærgranskog indikerer at 2007 var et toppår i klatremusbestanden på Varaldskogen (Wegge & Storaas 1990; Mazurkiewicz 1991). Fangstindeksene for de andre artene ga ingen klare indikasjoner på at noen av dem hadde toppår i bestanden, selv om toppårene for klatremus kan sammenfalle med toppår for liten skogmus, stor skogmus og markmus (Gurnell 1985). Spissmus varierer i likhet med de andre smågnagerne i bestandstetthet, men arten har ikke så markerte bunnår og bestanden øker raskere etter nedgang hos spissmus enn de andre sykliske artene (Sonerud 1988; Zakharov 1991).

Spissmus og klatremus er habitatgeneralister (Gurnell 1985; Oleinichenko 2007) og forekom i et vidt spekter av leveområder, mens stor skogmus og markmus er habitatspesialister og ble funnet kun på hogstflate i blåbærgranskog. Liten skogmus er også en habitatgeneralist (Gurnell 1985), men ble funnet bare på hogstflate i blåbærgranskog og i røsslyng-furumyrskog. Fordelingen av artene på ulike habitattyper varierte med bestandstettheten; liknende tendenser i fordeling er funnet i flere andre studier f. eks Wolk & Wolk(1982), Gurnell (1985) og Wang & Grimm(2007).

4.2 Årsaken til klatremusas og spissmusas vide utbredelse

I toppår er det vanlig med en spredning fra de foretrukne habitatene til mindre foretrukne habitat (Ylönen m. fl. 2003); dette på grunn av konkurransen om ressursene ved store tettheter (Huitu m. fl. 2004) og territorial adferd blant klatremushunnene (Mazurkiewicz 1991). Optimale leveområder med jevnt feltsjikt fylles raskt opp i toppår ettersom reproduserende klatremushunner har ikke-overlappende territorier uansett bestandstetthet. Konsekvensen av

dette er at man får en emigrering til sub-optimale områder med mindre vegetasjonsdekke og mindre tilgjengelig føde (Mazurkiewicz 1991). Dette er antagelig hovedårsaken til at klatremus var utbredt på et så vidt spekter av habitat på Varaldskogen.

Spissmusa er avhengig av fuktige forhold for tilgang på insekter (Kirkland Jr. 1990), men fangstperioden på høsten var i likhet med resten av sommeren i Hedmark nokså tørr (MI 2007). Dette kan ha gjort at det var liten tilgang på insekter. Arten er opportunistisk og velger leveområde etter omstendighetene og sprer seg dersom matressursene er knappe på de prefererte leveområdene (gressmark og skog) (Gurnell 1985). At arten ble registrert på tørre områder med sparsomt vegetasjonsdekke slik som f.eks. hogstflate i barblandingsskog kan tyde på at arten hadde begrensa tilgang på ressurser og var nødt til å spre seg.

4.3 Effekt av dominans og konkurranse

Hogstflate i blåbærgranskog var den eneste habitattypen hvor det var flere arter med like næringsnisjer og dermed eneste habitattype hvor det var konkurranse og dominans.

På to av de tre hogstflatene i blåbærgranskog som ble undersøkt ble det funnet markmus. Klatremusbestanden var betydelig mindre på disse to feltene enn det hogstfeltet uten markmus (Vedlegg 1). Markmusas dominans over klatremusa (Gurnell 1985) kan ha vært årsak til dette. Utover på 1960 tallet var markmusbestanden økende og arten var den dominerende arten i toppår. Det ble på mange landbruksenger i denne tiden plantet bartrær. Grasrike enger er gode markmushabitat og man fikk stor skade på disse plantefeltene (Wegge, P. 1967). I likhet med landbruksenger vil det en stund etter hogst og planting i blåbærgranskog bli dannet et godt grasdekke på hogstflater slik som det var på Varaldskogen. Det er blitt predikert en oppgang i markmusbetstanden etter snauhogst på grunn av de gunstige leveområdene som oppstår (Ims 1991), men det så ikke ut til å være tilfellet i Varaldskogen. Markmusa vil kunne fortrenge klatremusa, fordi den kan nå opp i større tettheter etter som den ikke er territoriell og får flere avkom (Hansson 1982; Hansson 1983; Huitu m. fl. 2004). Årsaken til den lave fangstindeksen for markmus og lite tegn til dominans over klatremus kan være at de undersøkte områdene ikke var optimale for artene siden det i hovedsak var rørkvein og liten andel lavere grasarter, som er mer gunstig føde for markmus (Hansson 1971).

Apodemus artene er i følge Gurnell (1985) dominant over klatremus, men begge artene var tallrike på det samme hogstfeltet i blåbærgranskog (Vedlegg 1). Liten skogmus unngår gjerne

å være i samme område som markmus (Gurnell 1985) og var betydelig svakere representert i de feltene med markmus enn det uten.

I følge Myllymäki (1977b) konkurrerer markmus og klatremus om næring og habitat på plantefelt etter snauhogst. Og i følge Myllymäki (1977a) og Stenseth m.fl. (1977) lever klatremus og markmus på separate habitat i reproduksjonssesongen. Artene ble funnet på samme felt om høsten på Varaldskogen i 2007 som var et toppår i klatremusbestanden. Konkurransen om mat fra markmus kunne da ikke vært stor for klatremusa. Mulig årsak til dette kan være at klatremus har større andel av foretrukket føde om høsten enn markmus (Hansson 1971).

Klatremus og liten skogmus har nokså like næringsnisjer og romlig fordeling (Wolton & Flowerdew 1985), men overlappet i matnisjer på det laveste fra april til desember og konkurranse mellom disse artene er sjelden (Gurnell 1985). Dette tillater de to artene å være tallrike på samme område slik som på hogstflate i blåbærgranskog på Varaldskogen.

I følge Gurnell (1985) mulighet for at konkurranse mellom spissmus og liten skogmus finner sted selv om dette ikke er bevist, det ble funnet stor forekomst av begge artene på hogstflate i blåbærgranskog på Varaldskogen. Dette tyder på at det ikke var konkurranse mellom artene.

4.4 Snauhogst i rike og fattige vegetasjonstyper

Snauhogst kan ha både positive og negative effekter på ulike arter, avhengig om forandringene gjør at omgivelsene blir mer optimale eller ikke (Kirkland Jr. 1990). Det ble fanget mange klatremus og spissmus på hogstflate i blåbærgranskog i tillegg til tre andre arter, bl.a. markmus som er en gresspiser (Hansson 1971). Artsmangfoldet og bestandsstørrelsen indikerer at et stort antall smågnagere hadde gode leveforhold på grasrik hogstflate i blåbærgranskog. Hogstflatene i blåbærgranskog var noe eldre enn hogstflatene i barblandingsskog. Dette kan ha hatt betydning for utformingen av feltsjiktet og andelen gras og dermed fangstindeksene. Men det er antagelig andre faktorer som fuktighet og jordbunnsforhold som har størst betydning for utformingen av feltsjiktet. Områdene hvor det var barblandingsskog var ofte tørre og næringsfattige med lite grunnlag for å danne et godt grasdekke. På hogstflate i barblandingsskog ble kun klatremus og spissmus registrert og i et lite antall.

4.4.1 Effekt av snauhogst i blåbærgranskog

Etter snauhogst får man et åpent område med få eller ingen trær (Braastad 1994), og feltsjiktet blir etter hvert tett og artsrikt på grunn av sollys som når bakken og næringsstoffer fra hogstavfallet som bidrar til bedre vekstforhold for gress, lyng og urter (Kimmins & Timmons 2004; Lundmark 1988).

I blåbærgranskog domineres feltsjiktet av blåbær i eldre suksesjoner (Tabell 10), men en stund etter snauhogst blir feltsjiktet mer grasdominert ettersom blåbær trives best i halvskygge. Hogstflatene på Varaldskogen hadde stor andel rørkvein som gir godt skjul, dette er viktig for attraktive byttedyr som smågnagere (Hansson 1999). I tillegg var det lavere gress, bl.a. smyle under skjermen av rørkvein som i følge Hansson (1971) er en viktig næringskilde for mange av smågnagerne. Det er funnet i flere studier, bl.a. Jensen m. fl. (2003), at undervegetasjonens utforming er viktigere enn utformingen av den høyere vegetasjonen (m.a.o. busk- og tresjiktet) for smågnagernes bruk av områdene.

Spissmus hadde høyere forekomst på hogstflate i blåbærgranskog enn de andre suksesjonsstadiene i blåbærgranskog og hogstflate i barblandingsskog (Tabell 7). Spissmus var positivt korrelert med andel gras og urter (Figur 8). Etter snauhogst øker ofte tilgangen på insekter som er med på å bryte ned trevirke, samt at fuktighetsforholdene som oppstår kan være gunstige for *Sorex spp.* (Kirkland Jr. 1990). Fuktighetsforholdene på hogstflater i blåbærgranskog er ofte gode på grunn av at den høye feltvegetasjonen holder godt på fuktighet og reduserer fordamping fra jorda. I tillegg vil andelen vann som ikke er knytta opp til røtter øker etter hogst.

Klatremus hadde nesten lik stor forekomst på hogstflate i blåbærgranskog som i eldre blåbærgranskog (Figur 6) som er klatremusas optimale leveområde (Huitu m. fl 2003; Ims 1991; Myllymäki 1977b; Ylönen m. fl. 2003). Klatremus hadde ingen positiv korrelasjon med andel gras og urter, men med blåbær som er en viktig næringskilde (Hansson 1985) og har stor utbredelse i eldre blåbærgranskog (Tabell 9). Selv om hogstflate i blåbærgranskog har gode levestandarder for klatremus i form av både vegetabilsk føde og skjul (Hansson 1971; Hansson 1999) så skyldes antagelig den høye fangstindeksen at området fungerer som et sink habitat for overskudd i eldre skog (Hansson 1999). Klatremusa er ikke antatt å ha noen særlig effekt av omlegging til snauhogst på grunn av at den er en habitatgeneralist (Ims 1991), men den benyttet hogstflater i et toppår i bestanden på Varaldskogen. Myllymäki (1977b) fant i

likhet med dette studiet at klatremus var svært tallrik i plantefelt samtidig som den var den dominerende arten i eldre ”naturskog”.

Den høyeste forekomsten av klatremus ble registrert på den hogstflata i blåbærgranskog med størst andel strø/impediment (Vedlegg 1 og Tabell 9). Dette kan skyldes at det fantes hengelav på hogstavfallet (Hansson 1999), da hengelav er en viktig matkilde for klatremus om vinteren (Hansson 1985). Klatremus spiser også sopp og insekter, som det ofte er på trevirke som holder på å brytes ned, i tillegg til både gras og urter (Hansson 1971) som det var stor tilgang til på hogstflate i blåbærgranskog.

Markmus er en utpreget herbivor og lever i stor grad av grønt plantemateriale (Hansson 1971) og ble funnet bare på hogstflate i blåbærgranskog. Det er blitt predikert av bl.a. Ims (1991) at arten vil øke etter snauhogst i blåbærgranskog, når området blir grasdominert. Men bestanden av markmus var svært liten på grasdominert hogstflate (B2/1) på Varaldskogen, grunnen til dette kan være at grasrike hogstflater ikke er det mest optimale leveområdet. Både landbrukseng som ligger brakk og eng som er i bruk er følge Hansson (1999) og Ylönen m.fl.(2003) mer attraktive for markmus enn hogstflater. Det samme er antagelig også tilfelle i Varaldskogen (Wegge pers. med).

Det ble funnet relativt mange individer av liten skogmus på hogstflate i blåbærgranskog. Grunnen til dette er antagelig at liten skogmus foretrekker områder med godt feltsjikt (Marsh & Harris 2000). Arten vil antagelig i likhet med spissmus dra nytte av tilgang på insekter i død ved, da den ofte har en topp i konsumet av insekter om sommeren samtidig som den spiser en del urter (Hansson 1971). Liten skogmus ble funnet kun på to habitattyper; hogstflate i blåbærgranskog og røsslyng-furmyrskog. Arten er en habitatgeneralist og er i andre studier blitt funnet i alle skogtyper og ved landbruksområder (Marsh & Harris 2000). Det er antatt at økt populasjonstetthet i bestanden av liten skogmus i likhet med klatremus fører til spredning til mindre attraktive habitat (skog og eng med godt feltsjikt) på grunn av territorial adferd (Trojan 1965). Men ut fra de data jeg innehar er det lite som tyder på at arten hadde et toppår i bestanden i 2007.

Det ble fanget kun en stor skogmus og det var på hogstflate i blåbærgranskog. Dette feltet var det med minst vegetasjonsdekke av de tre hogstflatene i blåbærgranskog. Arten er en utpreget granivor og typisk skogsart (Marsh & Harris 2000) og var ikke forventet å bli registrert på

denne habitattypen. Det kan ha vært et individ som skulle returnere fra et annet habitat, var på vei til å slå seg ned på en ny plass (Wolton & Flowerdew 1985) eller at den normalt holdt til i skogområdet like ved hogstflaten og ble fanget ved en tilfeldighet.

4.4.2 Effekt av snauhogst i barblandingsskog

I barblandingsskog var liten forandring i total andel lyng etter snauhogst i forhold til eldre naturskog (Tabell 9), men andelen blåbær gikk ned og andel røsslyng gikk opp. Det var lav fangstindeks av både klatremus og spissmus på hogstflate i barblandingsskog (Tabell 3).

Områdene var nokså åpne med lav vegetasjon i forhold til hogstflate i blåbærgranskog.

Klatremus var negativt korrelert til andel røsslyng, blokkebær og tyttebær (Figur 7). Hansson (1997) fant også en negativ korrelasjon mellom andel klatremus og andel røsslyng i et bunnår i bestanden. At klatremusa velger bort disse områdene også i toppår tyder på at dette et viktig kriterium for valg av habitat.

Spissmus hadde også lav forekomst på hogstflate i barblandingsskog (Tabell 3) og var negativt korrelert med lyng totalt (Figur 8).

4.5 Kulturskog

Av de to kulturskogtypene (B2/3 og A3/3) var det flest smånagere totalt og både klatremus og spissmus ble fanget i kulturskog i barblandingsskog (A3/3). I kulturskog i blåbærgranskog ble kun klatremus fanget. Årsaken til en noe høyere fangstindeks i barblandingsskog kan være på grunn av at denne skogen er mer åpen enn kulturskog i blåbærgranskog og gir mer variert feltsjikt enn mosedekket som kjennetegner tett granskog (Fremstad 1997). I mitt materiale var grantrærne i kulturfeltene i blåbærgranskogen eldre enn furutrærne i kulturfeltene i barblandingsskog og hadde fått tid til å utvikle et tett kronetak. Lite lys nådde ned til bakken og feltsjiktet var mindre artsrikt. Kulturskogen i barblandingsskog var ikke veldig forskjellig fra den eldre naturskogen like ved, men hadde lavere fangstindeks.

Det var som forventet flere klatremus på de andre suksesjonsstadiene i både blåbærgranskog og barblandingsskog enn i kulturskog; liknede resultat er funnet av bl.a. (Hansson 1999).

Årsaken til dette antas å være fordi vegetasjonsdekket har stor innvirkning på habitatvalget for klatremus (Myllymäki 1977b). Kulturskogen i barblandingsskog hadde god dekning av torvmose. I kulturskog i blåbærgranskog ble ikke spissmus registrert. Vanlig spissmus var negativt korrelert med dekning av mose, noe som er overraskende ettersom de lager rede av

mose når de skal føde (Oleinichenko 2007). At reproduksjonssesongen var kommet over toppen som finner sted i juni/juli (Wang & Grimm 2007) kan være en av grunnene.

4.6 Eldre naturskog og furumyrskog

Eldre naturskog var nokså jevngamle i blåbærgranskog og barblandingsskog samt de to furumyrskogene var nokså jevngamle. Ved sammenligning og analyse av fangstindeksene gikk det frem at de to rike vegetasjonstypene blåbærgranskog og bærlyngfurumyrskog hadde større fangstindeks enn de fattige vegetasjonstypene barblandingsskog og røsslyngfurumyrskog.

Det var større andel både klatremus og spissmus i eldre blåbærgranskog enn i eldre barblandingsskog. Andelen blåbær var betydelig større i blåbærgranskog samt at det var fuktigere feltsjikt der.

Blåbær er en viktig næringskilde (Hansson 1985) og var antagelig grunnen til at det var flere klatremus og større rekruttering i eldre blåbærgranskog og bærlyngfurumyrskog enn områder med lite blåbær. Klatremus var negativt korrelert med røsslyng, blokkebær og tyttebær som det var stor andel av i den eldre barblandingsskogen.

Bærlyng-furumyrskog hadde stor andel blåbær og stor forekomst av klatremus. Forekomsten av spissmus var liten selv om fuktighetsforholdene skulle gitt god tilgang til insekter og gitt gunstige leveforhold for arten (Tabell 6).

Røsslyng-furumyrskog har stor dominans av røsslyng og mose og lite blåbær (Tabell 9). Her var fangstindeksen svært lav både for spissmus og klatremus.

4.7 Reproduksjon

Det var flere unge klatremus i eldre blåbærgranskog enn det var på hogstflater i samme vegetasjonstype. Klatremusa har oftest ynglebol under steiner og røtter (Frislid & Semb-Johansson 1972), disse stedene er oftest mer kamuflert i eldre "naturskog" enn på hogstflater. Hansson (1982) fant i et laboratorieforsøk at det var færre unge klatremus på åpne områder enn på områder med mer skjul (hogstavfall og kratt), mens voksne viste motsatt trend. Samme tendens var også funnet hos markmus. Grunnen til dette ble ikke diskutert i hans utredning. Dette samsvarer med resultatene fra Varaldskogen; hogstflate i blåbærgranskog var den vegetasjonstypen med flest klatremus, men hadde relativt få unge individer i forhold til eldre

blåbærgranskog. I Polen ble det derimot funnet lav andel yngre individer i skogholt. Man antok at det var på grunn av stor predasjonsrisiko av snømus (*Mustela nivalis*) og lav immigrasjon (Rajska-Juriel 1992). Dette kan bli tilfellet også på Varaldskogen dersom predasjonsfaren blir større i skogholtene og fragmenteringen av skogen øker.

I Sverige har perleugle (*Aegolius funereus*), klatremus, markmus og gråsidemus (*Chletrionomys rufocanus*) vært studert siden 1971 frem til 2003. Her ble det antydnet at tetthetsøkningen i smågnagerbestanden som tidligere fant sted om sommeren, nå utjevnes av økt vinterdødelighet (lite snø og tele i jorda gir liten mulighet for ly) (Hörnfeldt m. fl. 2005). Dette vil påvirke predatorene i form av færre tilgjengelige byttedyr. Betsandsnedgangen hos sykliske smågnagere fra 1980- tallet var mindre tydelig hos klatremus enn hos markmus og gråsidemus (Hörnfeldt 2004). Dette kan være en av årsakene til at klatremus var så sterkt representert i forhold til markmus i mitt materiale fra Varaldskogen.

5. Konklusjon

Bestandsskogbruket påvirker fordelingen av de ulike smågnagerne. Størst positiv effekt på total fangstindeks og artsmangfold hadde snauhogst i blåbærgranskog. Der var feltsjiktet dominert av gras og urter som ga mat og skjul for flere arter. Klatremus, som hadde et toppår i bestanden i 2007, hadde stor forekomst, men forholdsvis liten andel unge klatremus på hogstflater i blåbærgranskog. Størst rekruttering av klatremus var det på vegetasjonstypene med stor andel blåbær i feltsjiktet (eldre blåbærgranskog og bærlyngfurumyrskog). Hvilken effekt bestandsskogbruket har på de ulike artene ser ut til å avgjøres av feltsjiktets utforming som igjen varierer mellom vegetasjonstype og suksesjonsstadium.

6. Litteratur

- Aanderaa, R. (2001). Miljøregistreringer i skog (MIS). *Utmark*, 1.
- Aanderaa, R., Rolstad, J. & Søgne, S.M. (1996). *Biologisk mangfold i skog*, Norges skogeierforbund og Landbruksforlaget. 112 s.
- Abrahamsen, J., Jakobsen, N.K., Dahl, E., Kalliola, R., Wiborg, L. & Pålsson, L. (1977). Naturgeografisk regioninndeling av Norden. *Nordiska utredningar*, 34.
- Alibhai, S. K., Gipps, H.W. (1985). The population dynamics of bank voles. *Symposia of the Zoological Society of London*, 55: 277-313.
- Angelstam, P. (1979). The black grouse reproductive success and survival rate in peak and crash small rodent years in central Sweden. - A preliminary report. I: Lovel, T. (red.) *Woodland Grouse Symposium*, s. 101-111. Suffolk.
- Artsdatabanken. (2006). Norsk rødliste 2006. Trondheim, Artsdatabanken.
- Bowman, J., Forbes, G. & Dilworth, T. (2001). Landscape context and small mammal abundance in managed forest. *Forest ecology and management*, 140 (2-3): 249-255.
- Braastad, H. (1994). Hogstformer. *SKI resymé*. Biri, Skogbrukets kursinstitutt. 4 s.
- Braathe, P. (1980). Bakgrunnen for overgangen til bestandsskogbruket. *Tidsskrift for skogbruk* (88): 143-148.
- Christiansen, E. (1979). Skogbruk- og jordbruk, smånagere og rev. *Tidsskrift for skogbruk*, 87: 115-119.
- Clarke, J. R. (1985). The reproductive biology of the bank vole (*Clethrionomys glareolus*) and the wood mouse (*Apodemus sylvaticus*). *Symposia of the Zoological Society of London*, 55: 33-59.
- Essen, P.-A., Ehnström, B., Ericson, L. & Sjöberg, K. (1997). Boreal forests. *Ecological bulletins* 46: 16-47.
- Fremstad, E. (1997). *Vegetasjonstyper i Norge*. NINA Temahefte 12. 276 s.
- Frislid, R., Semb-Johansson, A. (1972). *Norges dyr*. Nøkkelpend, vol. 6. Oslo, J.W. Cappelens forlag.
- Gjerde, I. (2000). Miljøregistreringer i skog – fra internasjonale avtaler til lokale skogbruksplaner *Utmark*, 2.
- Gurnell, J. (1985). Woodland rodent communities. *Symposia of the Zoological Society of London*, 55: 377-411.
- Hansson, L. (1971). Small rodent food, feeding and population dynamics: A comparison between granivorous and herbivorous species in Scandinavia. *Oikos*, 22 (2): 183-198.

- Hansson, L. (1977). Food selection of the field vole *Microtus agretis*. *Oikos*, 29 (3): 511-524.
- Hansson, L. (1978). Small mammal abundance in relation to environmental variables in three Swedish forest phases. *Studia forestalia suecica*, 147: 1-40.
- Hansson, L. (1982). Experiments on habitat Selection in voles: Implications for the Inverse Distribution of Two Common European Species. *Oecologia*, 52: 246-252.
- Hansson, L. (1983). Competition between rodents in successional stages in taiga forests: *Microtus agreits* vs. *Clethrionomys glaerolus*. *Oikos*, 40: 258-266.
- Hansson, L. (1985). The food of bank voles, wood mice and yellow-necked mice. *Symposia of the Zoological Society of London* 55: 141-168.
- Hansson, L. (1988). Grazing impact by small rodents in a steep cyclicity gradient. *Oikos*, 51 (1): 31-42.
- Hansson, L. (1997). Population growth and habitat distribution in cyclic small rodents: to expand or to change? *Oecologia*, 112 (3): 345-350.
- Hansson, L. (1999). Intraspecific variation in dynamics: small rodents between food and predation in changing landscapes *Oikos*, 86 (1): 159-169.
- Hansson, L. (2002). Smågnagarskador og skogförstyrningar: ej längre av betydelse? *Fakta skog Sammanfattar aktuell forskning* Nr 15.
- Hesjedal, O. (1973). Vegetasjonskartlegging. *NLH thesis*: 118 s.
- Huitu, O., Norrdahl, K. & Korpimäki, E. (2003). Landscape effects on temporal and spatial properties of vole population fluctuations. *Population Ecology*, 135: 209-220.
- Huitu, O., Norrdahl, K. & Korpimäki, E. (2004). Competition, predation and interspecific synchrony in small mammal communities. *Ecography*, 27: 197-206.
- Hörnfeldt, B. (2004). Long term decline in numbers of cyclic voles in boreal Sweden: analysis and presentation of hypotheses. *Oikos*, 107 (2): 376-392.
- Hörnfeldt, B., Christensen, P., Sandström, P., & Ecke, F. (2006). Long term decline and local extinction of *Clethrionomys rufocanus* in boreal Sweden. *Landscape ecology*, 21 (7): 1135-1150.
- Hörnfeldt, B., Hipkiss, T. & Eklund, U. (2005). Fading out of vole and predator cycles? *Proceedings of the Royal Society B*, 272 (1576): 2045-2049.
- Ims, R. A. (1991). Smågnagere og bestandsskogbruket. Barskogens økologi *Fauna*, 44 (1): 62-69.
- Ims, R. A., Rolstad, J. & Wegge, P. (1993). Predicting space use responses to habitat fragmentation: can voles *Microtus oeconomus* serve as an experimental model system (EMS) for capercaillie grouse *tetrao urogallus* in boreal forest? *Biological conservation*, 63 (3): 261-268.

Jensen, S., Gray, S.J. & Hurst, J.L. (2003). How does habitat structure affect activity and space use among house mice? *Animal behavior*, 66 (part 2): 239-250.

KF. (2005). Varaldskogen, F. (red.), Kartforlaget.

Kielland-Lund, J. (1981). Die Waldgesellschaften SO-Norwegens. *Phytocoenologia*, 9: 53-250.

Kimmins, J. P., Timmons, M. (2004). Kap. 5 Biogeochemistry: Cycling of Nutrients in Ecosystems. I: *Forest ecology. A Foundation for Sustainable Forest Management and Environmental Ethics in Forestry*. Prentice Hall, New Jersey.

Kirkland Jr., G. L. (1990). Patterns of initial small mammal community change after clear cutting of temperate North American forests. *Oikos*, 59 (3): 313-320.

Kolstad, M., Bø, T. & Wegge, P. (1985). Orrfuglens (Tetrao tetrix L.) habitatøkologi om våren og sommeren i øst- Norge. *Meddelelser fra norsk viltforvaltning*, 3 (13): 45 inkl vedlegg.

Lambin, X., Ims, R.A., Steen, H. & Yoccoz, N.G. (1995). Correspondence Vole cycles *Tree*, 10 (5): 204.

Lier-Hansen, S., Stryke, S.E., Tronvik, H., Dåsnes, M., Bøhn, N., Bergsaker, E., Steel, C., Klungervik, F.A., Asakskogen, S., Åsen, G. & Pedersen, C. (2006). Levende skog standard for et bærekraftig norsk skogbruk. I: skog, L. (red.). *Revisjon av Levende skog*.

Lundmark, J.-E. (1988). Skogmarkens ekologi. *Ståndortsanpassad skogbruk Del 2- Tilämning.*: 64-67.

Marsh, A. C. W., Harris, S. (2000). Partitioning of woodland habitat resources by two sympatric species of *Apodemus*: lessons for the conservation of the yellow-necked mouse (*A.flavicollis*) in Britain. *Biological conservation*, 92 (3): 275-283.

Mazurkiewicz, M. (1991). Population dynamics and demography of the bank vole in different tree stands. *Acta Theriologica*, 36 (3-4): 207-227.

MI. (2007). *Observasjoner, klimastatistikk Hedmark 2007*, Meteorologisk institutt. Lokalisert på World Wide Web: <http://retro.met.no/observasjoner/hedmark/Rena-Haugedalen/2007/index.html?aar>.

Minitab. (2007). *Minitab 15*, Minitab Inc State College, PA.

Moen, A. (1998). *Nasjonalatlas for Norge. Vegetasjon.*, Statens kartverk, Hønefoss.

Myllymäki, A. (1977a). Demographic mechanisms in the fluctuating populations of field vole, *Microtus agretis*. *Oikos*, 29: 468-493.

Myllymäki, A. (1977b). Interactions between the field vole *Microtus agretis* and its microtine competitors in Central-Scandinavian populations. *Oikos*, 29 (3).

NGU. (2008). *Løsmasser*, Norges geologiske undersøkelser. Lokalisert på World Wide Web: <http://www.ngu.no/kart/losmasse/>.

- Norrdahl, K., Korpimäki, E. (2005). Survival through bottlenecks of vole cycles: refuge or chance events? *Evolutionary Ecology*, 19 (4): 339-361.
- Oleinichenko, V. Y. (2007). Behavior of the common shrew (*Sorex araneus*), masked shrew (*Sorex caecutiens*), and pygmy shrew (*Sorex minutus*) in familiar and unfamiliar territories. *Zoologicheskyy Zhurnal* 86 (10): 1259-1271.
- Pearce, J., Veiner, L. (2005). Small mammals as bioindicators of sustainable boreal forest management. *Forest ecology and management*, 208 (1-3): 153-175.
- Rajska-Jurriel, E. (1992). Demography of woodland rodents in fragmented habitat. *Acta Theriologica*, 37 (1-2): 73-90.
- Rolstad, J., Wegge, P. & Larsen, B.B. (1988). Spacing and habitat use of capericallie during summer. *Canadian Journal of Zoology*, 66: 670-679.
- SK. (2002). *Statens kartverk 1:50 000*.
- Smyth, M. (1963). *The effects of varying abundance on the population dynamics of rodents, with special reference to the bank vole*, University of Oxford.
- Sonerud, G. (1988). What causes extended lows in microtine cycles- Analysis of fluctuations in sympatric shrew and microtine populations in Fennoscandia. *Oecologia*, 76 (1): 37-42.
- Steen, H., Ims, R.A., Sonerud, G. (1996). Spatial and temporal patterns of small-rodent population dynamics at a regional scale. *Ecology*, 77 (8): 2365-2372.
- Stenseth, N. C., Hansson, L. & Myllymäki, A. (1977). Food selection of the field vole *Microtus agretis*. *Oikos*, 29: 511-524.
- Trojan, P. (1965). Intrapopulation relations and regulation of numbers in small forest rodents. *Polish Journal of Ecology*, 13: 143-168.
- Vennesland, B., Hobbelstad, K., Bolkesjø, T., Baardsen, S., Lileng, J. & Rolstad, J. (2006). Skogressursene i Norge. Muligheter og aktuelle strategier for økt avvirkning. *Viten fra skog og landskap*. Ås. 75-78 s.
- Vorontsov, N. N. (1962). The ways of food specialization and evolution of the alimentary system in Muroidea. *Symposium Theriologicum*: 360-377.
- Wang, M., Grimm, V. (2007). Home range dynamics and population regulation: An individual-based model of the common shrew *Sorex araneus*. *Ecological modeling*, 205 (3-4): 397-409.
- Wegge, P. (1967). Smågnagerskadene i skogbruket. *Norsk skogbruk*, 13 (5, 10): 155-156, 303-306.
- Wegge, P., Storaas, T. (1990). Nest loss in capericallie and black grouse in relation to small rodent cycle in southeast Norway. *Oecologia*, 82: 527-530.

Wolk, E., Wolk, K. (1982). Responses of small mammals to the forest management in the Bialowieza Primeval Forest. *Acta Theriologica*, 27: 45-59.

Wolton, R. J., Flowerdew, J.R. (1985). Spatial distribution and movements of wood mice, yellow-necked mice and bank voles *Symposia of the Zoological Society of London*, 55: 249-275.

Ylönen, H., Pech, R. & Davis, S. (2003). Heterogeneous landscapes and the role of refuge on the population dynamics of a specialist predator and its prey. *Evolutionary Ecology*, 17 (4): 349-369.

Zakharov, V. M., Pankaakoski, E., Shefftel, B.I, Peltonen, A. & Hanski, I (1991). Developmental stability and population- dynamics in the common shrew, *Sorex araneus* *American Naturalist*, 138 (4): 797-810.

ØK. (1982). *Biotopkart over Varaldskogen. Økonomisk kartverk DG 050-5-4 Larbekken og DG 050-5-3.*

Vedlegg

Vedlegg 1. Fangstindekser for hver art på hvert hogstfelt

Vedlegg 2. Total fangstindeks og effektive felledøgn vår og høst

Vedlegg 3. Oversiktskart med nummer på forsøksfeltene

Vedlegg 1. Fangstindekser for hver art på hvert forsøksfelt

Oversikt over fangstindeks for hver art i hvert felt og vegetasjonstype om høsten. Disse tallene er grunnlaget for gjennomsnittstall nevnt i oppgaven. - = ingen fangst

	Klatremus	Markmus	Vanlig spissmus	Liten skogmus	Stor skogmus
B2/1 felt 1	13,4	-	5,1	12,4	-
felt 9	3,3	2,2	7,7	2,2	-
felt 10	6,8	1,2	4,6	3,4	1,1
B2/3 felt C	2,0	-	-	-	-
felt D	3,1	-	-	-	-
B2/4 felt 6	11,2	-	-	-	-
felt 16	8,5	-	-	-	-
felt 17	4,2	-	2,1	-	-
A3/1 felt 4	3,0	-	-	-	-
felt 7	5,3	-	3,2	-	-
felt 15	1,0	-	1,0	-	-
A3/3 felt A	1,1	-	4,2	-	-
felt B	1,0	-	1,0	-	-
A3/4 felt 11	4,1	-	1,0	-	-
felt 13	1,0	-	-	-	-
felt 18	2,1	-	-	-	-
G1 felt 2	-	-	-	1,0	-
felt 3	6,3	-	1,0	-	-
felt 14	3,0	-	1,0	-	-
G2 felt 5	6,4	-	1,0	-	-
felt 8	12,0	-	2,2	-	-
felt 12	-	-	1,0	-	-

Vedlegg 2. Total fangstindeks og effektive felledøgn vår og høst.

Total fangstindeks og effektive felledøgn for hvert felt vår og høst.

Vår				Høst	
		Fangstindeks	Effektive felledøgn	Fangstindeks	Effektive felledøgn
B2/1	felt 1	4,2	95,5	30,9	97,0
	felt 9	0,0	93,5	15,5	90,0
	felt 10	1,1	92,0	17,1	87,5
B2/3	felt C	-	-	2,0	97,5
	felt D	-	-	3,1	96,5
B2/4	felt 6	1,0	99,5	11,2	89,5
	felt 16	2,0	98,0	8,5	94,0
	felt 17	1,0	99,0	6,3	95,0
A3/1	felt 4	0,0	102,0	3,1	97,0
	felt 7	0,0	91,5	8,5	94,5
	felt 15	1,0	97,5	2,1	96,5
A3/3	felt A	-	-	5,3	94,0
	felt B	-	-	2,0	97,5
A3/4	felt 11	3,1	97,0	5,2	96,0
	felt 13	3,1	98,0	1,0	98,0
	felt 18	0,0	99,5	2,1	97,0
G1	felt 2	0,0	99,5	1,0	99,0
	felt 3	0,0	99,5	7,3	95,5
	felt 14	1,0	98,5	4,2	94,0
G2	felt 5	1,0	96,5	7,5	93,5
	felt 8	1,0	94,5	14,3	91,0
	felt 12	0,0	96,0	1,0	99,0

Vedlegg 3 Oversiktskart med nummer på forsøksfeltene

Kartet viser lokalisering av de 22 forsøksfeltene. Numrene og bokstavene representerer feltnumrene som er nevnt i vedlegg 1 og 2.



Kartgrunnlag: Statens kartverk (2002)