



# Vedlevande skalbaggar 10–20 år efter brand i tallskog

En jämförelse mellan hållmark och produktiv  
mark

---

KajsaLisa Olsson

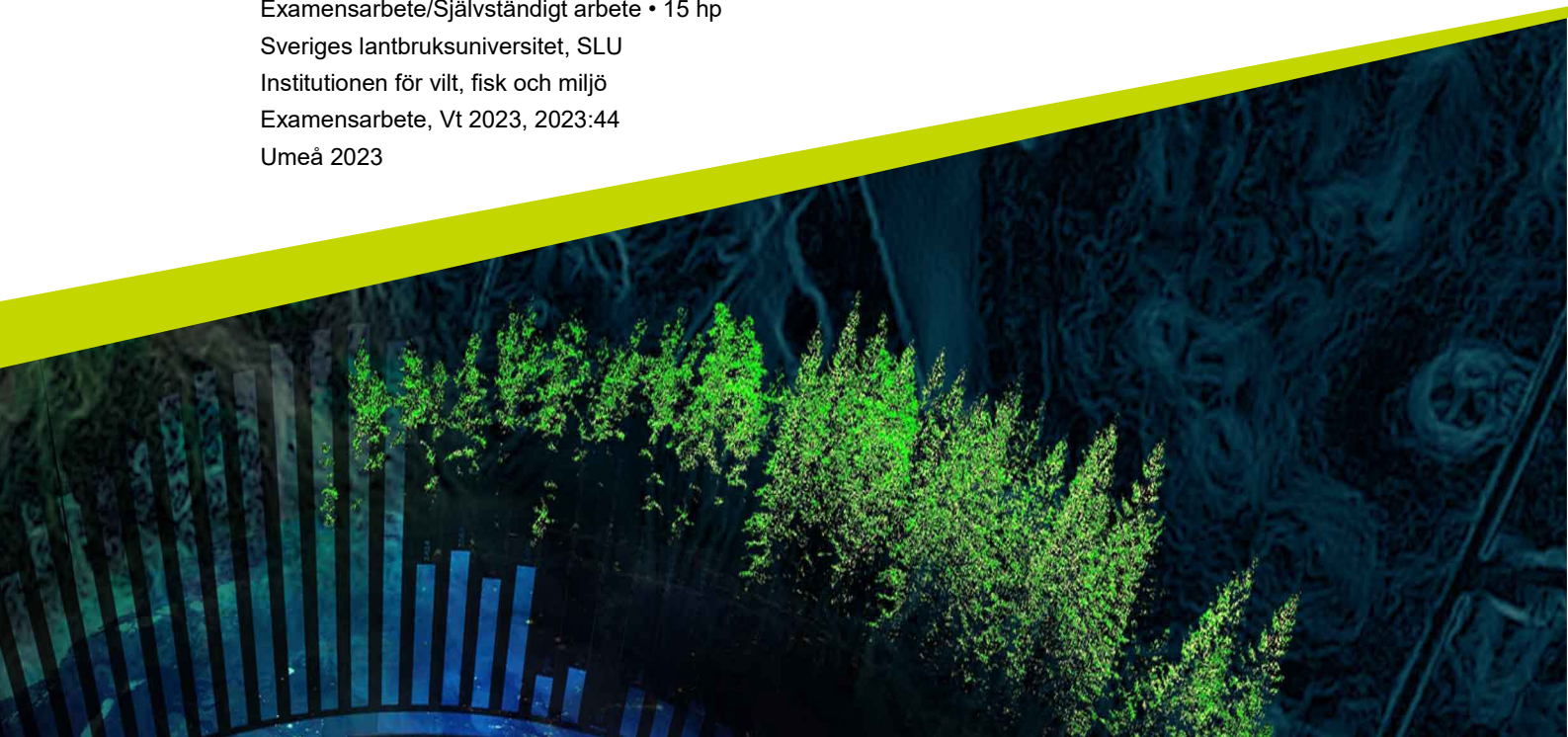
Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Institutionen för vilt, fisk och miljö

Examensarbete, Vt 2023, 2023:44

Umeå 2023



# Vedlevande skalbaggar 10–20 år efter brand i tallskog: En jämförelse mellan hållmark och produktiv mark

KajsaLisa Olsson

**Handledare:** Mats Dynesius, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för vilt, fisk och miljö

**Examinator:** Therese Löfroth, SLU, Institutionen för Vilt, fisk och miljö

**Omfattning:** 15 hp  
**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i biologi  
**Kurskod:** EX0996  
**Program/utbildning:** Fristående kurs  
**Kursansvarig inst.:** Institutionen för vilt, fisk och miljö  
**Utgivningsort:** Umeå  
**Utgivningsår:** 2023  
**Serietitel:** Examensarbete  
**Delnummer i serien:** 2023:44

**Nyckelord:** Tallimpediment, biologisk mångfald, vedlevande skalbaggar, naturvårdsbränning, *Pinus sylvestris*

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
Fakulteten för skogsvetenskap  
Institutionen för vilt, fisk och miljö

## Sammanfattning

Det finns en kunskapslucka gällande impedimentens betydelse för den biologiska mångfalden. Det svenska skogsbruket har reducerat mängden orörd skog i landskapet drastiskt vilket minskar mängden död ved. Impedimenten är skyddade från avverkning och har inte ansetts attraktiva ur ett produktionsperspektiv. I denna studie studerades vedlevande skalbaggar på hållmarkstallskog och i produktiv tallskog på fem olika brandfält som har brunnit mellan 2002-2011 för att se om artrikedomen och artsammansättningen skiljer sig efter störningen. För att samla in de vedlevande skalbaggar användes eklektorfällor på lågor för att endast fånga de arter som använder sig av veden och inte förbiflygande individer. Vardera brandfält bestod av både hållmark och produktiv mark och lika många fällor sattes ut på vardera skogstyp för att ge studien en parvis styrka. Studien visar inte någon större skillnad i artrikedomen av vedlevande skalbaggar i bränd hållmarkstallskog jämfört med produktiv tallskog. Det kumulativa artantalet var lika för hållmark och produktiv mark och ingen signifikant skillnad i artrikedomen eller individrikedom gavs för någon av skogstyperna. Ett signifikant högre antal arter per fälla gavs för produktiv skog på ett av områdena. Två av områdena hade tydligt fler arter per fälla i de produktiva skogarna medan tre av områdena visade ett varierande resultat. Den enda arten som visade en signifikant skillnad var *Gabrius splendidulus* som föredrog produktiv tallskog men flera arter och familjer visade en tydlig dominans av individer för antingen hållmark eller produktiv mark. Av de arter som visade en tydlig dominans på hållmark fanns det konstaterade preferenser för antingen senvuxen, solbelyst eller torr död ved. Antalet rödlistade arter och individer skiljde sig inte mellan hållmark och produktiv mark. Nedbrytningsgraden varierade mycket mellan områdena vilket kan ha påverkat artrikedomen och artsammansättningen eftersom det brandfält som var individ- och artrikast också hade högst diversitet i nedbrytningsgrad av den döda veden. Resultatet i studien visar att hållmarkstallskogar är viktig för biologisk mångfald av vedlevande skalbaggar.

*Nyckelord:* Impediment, vedlevande, skalbaggar, hållmark, naturvårdsbrand

## Abstract

The Swedish boreal forests have changed drastically in the last century. Intensive forestry with clear-cuttings and fire-prevention, cause a lack in dead wood diversity and volume. The current research on forests mainly focuses on productive forests and there is a knowledge gap regarding the importance of low-productive forest for biodiversity. Saproxylic beetles were studied on thin-soil-low productive pine forest and productive pine forest for five fires between 2002-2011 to see if the effect on species richness and community differed between the forest types. The study does not show any major difference in the species richness of saproxylic beetles between burned low productive pine forests and burned productive pine forests. There was no significant difference in species richness or amount of individuals between the forest types. Cumulative species numbers were similar for low-productive and high-productive forests. There was a significant higher number of species per emergence trap in the productive forests at one of the fires. Two of the five fires had a higher number of individuals and species per emergence trap on productive forest while the rest showed a variable result. The only species which had a significant trend was *Gabrius*

*splendidulus* which preferred the productive pine forests. Several of the species or families showed higher numbers for one of the forest types. The species which preferred stony-low productive forests all had a known record of preferring either sun exposed, dry or slow-grown dead wood. The number of red-listed species did not differ between productive and low productive forests. The degree of decomposition varied greatly between the area but had no obvious difference between low productive and productive forests. The difference of dead wood diversity and decomposition stage between the areas affected the species diversity and composition. This study shows that low productive pine forest is important for the biodiversity of saproxylic beetles.

*Keywords:* Low-productive, saproxylic, beetles, pine, fire

# Innehållsförteckning

<b>Tabellförteckning .....</b>	<b>6</b>
<b>Figurförteckning .....</b>	<b>7</b>
<b>1 Introduktion .....</b>	<b>8</b>
1.1 Bakgrund .....	8
1.1.1 Modernt skogsbruk och död ved .....	8
1.1.2 Brand och naturvårdsbränning .....	8
1.1.3 Impediment .....	9
1.1.4 Vedlevande skalbaggar och substrat .....	9
1.1.5 Tidigare studier .....	11
1.2 Syfte och frågeställningar .....	12
1.2.1 Syfte .....	12
1.2.2 Frågeställningar .....	12
<b>2 Metod och studieområden .....</b>	<b>14</b>
2.1 Förarbete .....	14
2.1.1 Områdena .....	16
2.2 Eklektorfallor .....	17
2.3 Statistiska analyser .....	18
<b>3 Resultat .....</b>	<b>20</b>
3.1 Artantal och sammansättning .....	20
3.2 Familjer och enskilda arter .....	23
3.2.1 Vanligt förekommande arter .....	23
3.2.2 Rödlistade arter .....	25
3.3 Nedbrytning .....	26
<b>4 Diskussion .....</b>	<b>27</b>
4.1 Artantal och sammansättning .....	27
4.2 Familjer och enskilda arter .....	28
4.3 Felkällor .....	30
4.4 Slutsats .....	31
<b>Referenser .....</b>	<b>32</b>
<b>Bilagor .....</b>	<b>35</b>

# Tabellförteckning

- Tabell 1. Data över lågor och eklektorfällor. a) Antalet lågor som inventerades och markerades ut med GPS-punkt hösten 2021 och antalet eklektorfällor för vardera av skogstyperna, skillnaden mellan dessa och område. b) Antalet lågor där eklektorfällor sattes ut våren 2022. c) Antalet lågor där hela och intakta eklektorfällor monterades ned. d) Antalet eklektorfällor/lågor vars data används i denna studie..... 15
- Tabell 2. Beskrivning över områdena. År som området brann, vilken typ av brand (nb= naturvårdsbränning, vb = vildbrand), höjd över havet och datum för montering av eklektorfällor i området samt nedmontering. Alla fällor sattes ut våren 2022 och togs in hösten 2022..... 16
- Tabell 3. II-faktors-ANOVA. Signifikansen testas för antalet arter och antalet individer som hittats per fälla. Arter/individer per fälla testades för faktorerna skogstyp, område samt för områdesspecifik-interaktion mellan faktorerna. a) ANOVA på alla vedlevande skalbaggar och Emmeans (post-hoc) på antalet arter/fälla. Ett negativt värde i Emmeans betyder ett högre antal arter per fälla på produktiv mark b) ANOVA för obligat vedlevande arter. .... 23
- Tabell 4. Studiens rödlistade artfynd. Antalet individer av de rödlistade arterna, rödlisningsklass, antal på impediment och produktiv tallskog, preferens på substrat, om de är brandgynnade och om de föredrar solexponering (Ehnström & Holmer 2017; Ehnström & Axellson 2002; Pettersson m.fl. 2007; Lundberg 1993; Ehnström & Axellson 2002; Ahnlund & Lindhe 1992; Artfakta 2023). .... 25

## Figurförteckning

Figur 1. De fem områdena som studien gjordes på: Berga, Västervik, Långtjärnsberget, Rävsnö och Grottberget. Alla områden innehåller både provytor från bränd hällmarkstallskog och bränd produktiv tallskog. SWEREFF99. ....	14
Figur 2. Modell av en eklektorfälla. ....	17
Figur 3. Boxplot på antalet arter/fälla. Boxarna representerar resultatet för 50% av alla fällor i skogstypen för sitt specifika område. Den svarta linjen är medianantalet arter från fällorna i för skogstyp och område. Den streckade linjen anger provets högsta respektive lägsta värde utöver de fällor vars artantal stack ut kraftigt från resterande data, dessa syns som separata prickar. a) Antalet arter/fälla. b) Antalet arter av obligat vedlevande arter/fälla. ....	20
Figur 4. Species accumulation curve (95% konfidensintervall) som visar det skattade kumulativa artantalet skalbaggsarter i förhållande till antalet fällor för all produktiv mark samt hällmark i studien. a) Kumulativ artkurva för obligat vedlevande arter. b) Kumulativ artkurva för alla hittade skalbaggsarter. c) Kumulativ artkurva för obligat vedlevande arter på Långtjärnsberget. d) Kumulativ artkurva för obligat vedlevande arter på Rävsnö. ....	22
Figur 5. a) Stapeldiagram över de sju arter med störst individförekomster samt fällförekomster. Antalet individer som hittats på respektive skogstyp av de sju vanligaste vedlevande skalbaggsarterna inom studien. b) Stapeldiagram över de individ och fäll-rikaste familjernas fördelning över skogstyp. I figuren inkluderas endast obligat vedlevande arter. ....	24
Figur 6. Fördelningen av nedbrytningsgrad på de olika lågorna för alla områden och skogstyper. Nedbrytningsgraden på lågorna i studien sträckte sig från 2–5. Där 2 är en hård låga och 5 en mycket nedbruten låga. P å y-axeln visas antalet lågor som procent av skogstypens totala antal från området. ....	26

# 1 Introduktion

## 1.1 Bakgrund

### 1.1.1 Modernt skogsbruk och död ved

Skogsbruket har under de senaste hundra åren förändrat det svenska skogslandskapet. Ett gammelskogsdominerat landskap förvandlades under 1900-talet till en landskap dominerat av produktionsskog. Den största förändringen skedde kring 1950-talet då skogsbruksmetoden kalhyggesbruk började användas (Östlund m.fl. 1997). Vid kalhyggesbruk lämnas lite till ingen död ved kvar och uttag av naturliga vindfällan eller fällan efter brand gör att mängden död ved har minskat kraftigt (Siitonen 2001). Mängden död ved i dagens skogslandskap påverkas också av att skogsbränder bekämpas effektivt (Zackrisson 1977). I en naturlig skogsbrandsdynamik beräknas i genomsnitt ungefär 1% av Sveriges skogar att brinna vilket är betydligt mer än vad som tillåts brinna idag (Wikars 1992). Mängden död ved i naturskogar är mycket större än den i brukade skogar, mer än tio gånger större, men dessa skogar är ovanliga i dagens skogslandskap (Siitonen 2001; Fridman & Walheim 2000; Similä m.fl. 2003). Sett till de större diameterklasserna av död ved har naturskog en 25-35 faldigt större volym än den avverkningsmogna brukade skogen. Volymen död ved i en naturlig skog påverkas av produktiviteten, nedbrytningshastighet och faktorer som påverkar dessa. Produktiva skogar skapar ny död ved snabbare än lågproduktiva skogar (skogsimpediment). Men död ved i produktiv skog tenderar att ha en högre nedbrytningshastighet än den på skogsimpediment (Zackrisson 1977; Gessler 1998).

### 1.1.2 Brand och naturvårdsbränning

De naturliga skogsbränderna är en del av ekosystemet. Torrare tallskogar på sandmark eller av ristyp är de skogar som naturligt har haft de tätaste brandintervallen med 50-60 år mellan bränderna (Zackrisson 1977; Gessler 1998; Wikars 1992). Brändernas karaktär påverkar mängden död ved och successionen efteråt. I en mildare markbrand, som var vanlig i de boreala skogarna, är



trädmortaliteten inte är lika stor som i en högintensiv brand. Om branden är intensiv och de flesta träd dör kommer volymen död ved vara stor direkt efter branden. Senare när lågorna brutits ned, men innan det nya beståndet blivit så gammalt att det skapar ny död ved, kommer mängden död ved däremot vara mycket liten. Denna dynamik skapar en ojämn tillgång av mängden död ved (Heikkala m.fl. 2016; Stokland m.fl. 2012; Siitonen 2001; Wikars 1992). En åtgärd för att skapa död ved är naturvårdsbränning. Skillnaden mellan naturvårdsbränder och naturliga bränder är relativt små. Men naturliga bränder tenderar att ha en större markpåverkan. Markpåverkan av branden kombinerat med områdets vegetationstyp gör att träden står olika länge efter brand, detta beror på skador i kringliggande humuslager, trädets bark eller rötter (Heikkala m.fl. 2016). Naturvårdsbränningar görs ofta i samband med slutavverkning eller skogsbruk vilket påverkar resultatet av insatsen (Wikars 2004). Även ett mindre uttag av träd innan brand kan vara missgynnsamt då detta försämrar kontinuiteten av död ved eftersom fler träd dör direkt efter branden jämfört vid en brand där skogen inte avverkas alls (Heikkala m.fl. 2016).

### 1.1.3 Impediment

Definitionen av ett impediment är en mark som producerar en virkesmängd under  $1 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{år}$ , men det kan även vara en mark utan skog som är lågproduktiv. Två av de vanligaste skogsimpedimenten är trädbeväxta myrmarker eller trädbeväxta hållmarker (Skogsstyrelsen 1998). De trädbevuxna myrmarkerna är tallmossar, talkkärr och grankärr där mossarna delas upp i skvattram, ris eller tuvull-typ (Skogsstyrelsen 1998). I denna studie kommer endast impedimenttypen hållmarkstallskog beröras. Det vanligaste trädslaget på hållmarksimpediment är tall (*Pinus sylvestris*). Hållmarksimpedimenten kan delas in i lav-typ eller lingonris-typ (Skogsstyrelsen 1998). Eftersom impedimenten är näringsfattiga har dessa en sparsam beväxning (Skogsstyrelsen 1998). Impedimentmarker är sedan slutet på 1900-talet skyddade mot avverkning och skogsbruk enligt Skogsvårdslagen men enstaka träd får avverkas om ingreppen inte påverkar miljön avsevärt (SFS 1974:429, 13a§). Historiskt har skogsbruket på impediment varit sparsamt (Gessler 1998). Eftersom impedimenten till stor del består av senvuxna träd och till större del opåverkade av skogsbruk blir åldrarna på träden ofta väldigt höga innan de dör, detta kombinerat med en långsammare nedbrytning i den torra miljön gör att den döda veden ligger kvar länge (Gessler 1998; Stokland m.fl. 2012).

### 1.1.4 Vedlevande skalbaggar och substrat

#### 1.1.3.1 Vedlevande skalbaggar

Vedlevande skalbaggar är skalbaggar som under något stadie av sin livscykel använder sig av död eller försvagad ved (Stokland m. fl 2012; Ehnström & Axelsson 2002). I Sverige finns kring 1000 vedlevande skalbaggsarter.

Skalbaggarna är därmed en av de artrikaste vedlevande insektsordningarna (Siitonen 2001; Dahlberg & Stokland 2004; Stokland m. fl. 2012). Av dessa är 419 rödlistade, 29 klassas som nationellt utdöda (RE), 19 finns det kunskapsbrist (DD), 173 är nära hotade (NT) och 201 är antingen sårbara (VU), starkt hotade (EN) eller akut hotade (CR) (SLU Artdatabanken 2020). Många vedlevande skalbaggsarter kan använda sig av andra substrat än död ved. Obligat vedlevande skalbaggar är arter som måste använda sig av död ved för att fullfölja sin livscykel och utan den döda veden utrotas. De obligat vedlevande skalbaggarna använder veden som föda, för fortplantning, bobygge eller skydd. De fakultativt vedlevande skalbaggarna är ofta fungivora eller karnivora och kan då använda sig direkt av svampar eller jaga i andra miljöer (Stokland m. fl. 2012). De huvudsakliga faktorerna som bestämmer vedlevande arters diversitet är diversiteten av död ved. Med diversitet av död ved menas trädart och nedbrytning, men för många arter även diameter på lågan och andra miljöfaktorer som solinstrålning och fukt (Siitonen 2001; Dahlberg & Stokland 2004; Ehnström & Axelsson 2002; Stokland m.fl. 2012; Hämäläinen m. fl. 2018; Similä m. fl. 2003). I ett senare nedbrytningsstadium har vedsvamparterna en stor påverkan på artsammansättningen (Ehnström & Axelsson 2002). Om diversiteten av vedlevande arter ska vara bestående krävs en kontinuitet av död ved annars kommer populationer dö ut i takt med att lågorna bryts ned (Siitonen 2001; Skogsstyrelsen 1998). Flera av de rödlistade arterna har specifika krav på död ved och använder den endast under ett av successionsstadierna (Jonsell m.fl. 1998). Tall är det barrträdslag som hyser flest specialister som kräver specifika förhållanden (Stokland m.fl. 2012; Jonsell m.fl. 1998; Dahlberg & Stokland 2004). De solbelysta hållmarksimpedimenten skapar en bra förutsättning för senvuxen torr tallved (Skogsstyrelsen 1998). Tallen lägger mer energi i ett tidigt livsstadium på strukturella och kemiska skydd till skillnad från mer snabbväxande träd, den är till exempel väldigt kådrik (Ehnström & Holmer 2017; Ehnström & Axelsson 2002). Dessa egenskaper gör att tallen ofta dör stående och förblir så ett bra tag (Siitonen 2001). Tallens olika egenskaper leder till att de vedlevande arter som använder sig av tall ofta är specialiserade. De arter som använder sig av gammal hård och torr död ved tenderar även att ha ett långt larvstadium (Ehnström & Axelsson 2002). En familj som är beroende av senvuxen och solbelyst tallved är de storvuxna praktbaggarna (buprestris) (Ehnström & Holmer 2017; Ehnström & Axelsson 2002). För 20–30 år sedan var kläckhål av buprestris i stubbar i samband med avverkning ett vanligt fenomen. I dagens skogsbruk beskuggas hyggena för snabbt för praktbaggarna (Ehnström & Holmer 2017). Solexponering är en viktig faktor för artsammansättningen av vedlevande arter. Av de 542 rödlistade vedlevande skalbaggsarterna i (Jonsell m.fl. 2018) uppskattades 30–40% inte ha en preferens för solbelysningen, 25% föredrog öppna habitat och 10% skuggiga habitat. De arter som föredrog skuggigare miljöer föredrog också senare nedbrytningsstadium medan de som föredrog solbelysning föredrog de tidigare nedbrytningsstadierna. Arter som föredrar mer nedbruten ved har en preferens för kraftigare lågor då

nedbrytningen tar längre tid. En kraftigare låga är ofta mer skyddad mot växlande väderförhållanden, då den exempelvis behåller fukten lättare. Studier visar att preferensen för större lågor ofta är kopplat till ålder då dessa vanligen korrelerar. En äldre låga har tjockare bark, är mer senvuxen och har mer kärnved (Ehnström & Axelsson 2002; Stokland m.fl. 2012). Eftersom denna studie berör brandfält som är 10-20 år gamla kommer successionsstadiet för lågorna i områdena att variera beroende på hur många av träden som dog i branden och hur länge de stod efter den (Siitonen 2001; Skogsstyrelsen 1998).

### *1.1.3.3 Brandgynnade skalbaggar*

Det finns insekter som är brandgynnade. De brandgynnade arterna dyker upp precis efter brand, inom de första fem åren (Wikars 1992; Jonsell m.fl. 1998; Heikkala m.fl. 2016; Heikkala m.fl. 2017). De första skalbaggsarterna att attackera ett döende träd är ofta de som livnär sig på kambievävnaden och barklevande skalbaggar inom familjen Äkta vivlar (Curculionidae) eller Långhorningar (Cerambycidae) (Siitonen 2001; Ehnström & Holmer 2017; Stokland m.fl. 2012; Ehnström & Axelsson 2002). Det andra successionsstadiet efter brand sker efter 5-25 år (Siitonen 2001). Denna period präglas ofta av riktigt med solbelysta lågor, men beroende på marken som har brunnit och mängden träd som har dött av branden (Siitonen 2001). Under denna period blir lågan tillgänglig för de arter som utvecklas längre in i den döda veden (Ehnström & Holmer 2017). Under de första två successionsstadierna efter brand är båda produktiv mark och hållmark relativt öppna och solbelysta tack vare branden, men den produktiva ytan börjar beskuggas av ett yngre lövbestånd. Det tredje successionsstadiet efter brand sker flera decennier efter störningen och domineras av mycket nedbrutna lågor, och på produktiv mark ofta av en hög beväxning av lövträd med tillhörande arter (Siitonen 2001). Alla arter som föredrar solexponerad död ved drar förmodligen fördel av bränder och det finns många rödlistade vedlevande arter som är konstaterat starkt kopplade till brand (Jonsell m.fl. 1998; Heikkala m.fl. 2017). I (Siitonen 2001) konstateras att de flesta vedlevande familjer gynnas direkt efter brand. Ingrepp, som avverkning, i skogen innan brand ger olika effekt för olika vedlevande arter. Den enda gynnade funktionella skalbaggsgruppen efter brand i ett avverkat skogsområde visade sig i Heikkala (2016) vara prederande skalbaggar. De prederande skalbaggarerna ökade i artrikedomen direkt efter störningen, men efter ett par år har ökningen försvunnit. Hade skogen däremot fått stå orörd innan branden tyder studien på att alla funktionella grupper gynnas.

### 1.1.5 Tidigare studier

Den artinriktade forskningen har mestadels fokuserat på produktiva skogsytter eftersom dessa hyser mest död ved och mikrohabitat om de får vara obrukade. Produktiva skogar är även av högre intresse för skogsbruket vilket också bidrar till

mer forskning om skogstypen. Impedimenten skulle kunna vara likvärdigt gynnsamma att använda för artinriktad naturvård, då de är mindre påverkade av skogsbruk, träden på impedimenten är solbelysta och senvuxna vilket ger en långsam nedbrytning av den döda veden (Hämäläinen m.fl. 2018; Skogsstyrelsen 1998; Similä m. fl. 2003). Den enda studien på artrikedom i hög- och lågproduktiva skogar gällande vedlevande skalbaggar är Hämäläinen m.fl. (2018). I studien undersöks lågproduktiv hållmarkstallskog, myrtallskog, produktiv brukad tallskog och naturtallskogens betydelse för vedlevande skalbaggar. Resultatet var att naturtallskogarna hade högst artrikedom men de lågproduktiva hållmarkstallskogarna hade i norra Sverige en högre artrikedom jämfört med de brukade tallskogarna. Antalet rödlistade arter var högre i de produktiva tallskogarna. Studien argumenterade för att det inte finns en speciel skalbaggsfauna som föredrar impedimentskog utan att impedimenten hade en mindre grupp av samma artsammansättning som finns i de produktiva tallskogarna.

## 1.2 Syfte och frågeställningar

### 1.2.1 Syfte

Det finns en stor kunskapslucka i betydelsen av de trädbevuxna impedimenten för artrikedom och biologisk mångfald. En ökning av diversiteten och mängden död ved på hållmarkstallskog skulle kunna gynna vedlevande arter som påverkas negativt av dagens intensiva skogsbruk. Frågan är om en åtgärd som naturvårdsbränning ger olika effekt på den biologiska mångfalden av vedlevande arter i det produktiva tallskogslandskapet jämfört med hållmarkstallskogarna. I studien kommer den biologiska mångfalden studeras i form av vedlevande skalbaggar för att se om de gynnas olika av brand i hållmarkstallskog jämfört med brand i produktiv tallskog. Syftet med studien är att se om naturvårdsbränning på hållmarkstallskog kan göra att de blir ett värdefullt komplement till naturligt förekommande habitat för vedlevande arter, vars livsmiljöer hotas av modernt skogsbruk.

### 1.2.2 Frågeställningar

- Skiljer sig artantal eller individantal av vedlevande skalbaggar mellan bränd hållmarkstallskog och bränd produktiv tallskog?

- Skiljer sig artantal eller individantal av obligat vedlevande skalbaggar mellan bränd hållmarkstallskog och bränd produktiv tallskog?

- Finns det vedlevande arter vars förekomst skiljer sig mellan bränd hållmarkstallskog och bränd produktiv tallskog, vilka egenskaper och preferenser har i så fall dessa?

- Hur ser fördelningen av nedbrytningsgrad för lågorna i studien ut, hur påverkar den resultatet?

## 2 Metod och studieområden

### 2.1 Förarbete

Totalt studerades flera provytor på fem olika områden, som består av ett brandfält vardera, i Sveriges boreala skogar (figur 1). Varje område innehåller provytor med brandfält på både produktiv tallskog och hållmarkstallskog. Områdena ligger inom Västerbotten och Västernorrlands län.



Figur 1. De fem områdena som studien gjordes på: Berga, Västervik, Långtjärnsberget, Råvsön och Grottberget. Alla områden innehåller både provytor från bränd hållmarkstallskog och bränd produktiv tallskog. SWEREFF99.

De fem områdena innehöll produktiv tallskog och impedimenttallskog som utsattes för brand under åren 2002, 2003, 2006, 2009 och 2011. För att hitta lämpliga ytor som hade brunnit kontaktades vintern 2019–2020 skogsbolag och myndigheter som gav GIS-underlag och tips om naturvårdsbränningar och vildbränder. Därifrån valdes intressanta skogsområden ut som före branden hade en tillräckligt hög ålder samt bestod av produktivtallskog och hållmarkstallskog inom samma. Områdena kontrollerades i fält då mer noggranna avgränsningar och flygbildskartor sammanställdes. Hösten 2021 gjordes en inventering av provplatserna med hjälp av flygbildskartorna. Utifrån en centrumpunkt registrerades 473 lågor med en GPS-punkt var (tabell 1). Lågor som avvek i form av kraftig nedbrytning, andra skador

eller att den var omgiven av vatten valdes bort. Lågorna inventerades utefter en cirkelrörelse med avseende på avstånd från centrumpunkterna. Övergångzoner mellan impediment och produktiv skog valdes bort för att ge en så stor skillnad mellan naturtyperna som möjligt.

Tabell 1. Data över lågor och eklektorfällor. a) Antalet lågor som inventerades och markerades ut med GPS-punkt hösten 2021 och antalet eklektorfällor för vardera av skogstyperna, skillnaden mellan dessa och område. b) Antalet lågor där eklektorfällor sattes ut våren 2022. c) Antalet lågor där hela och intakta eklektorfällor monterades ned. d) Antalet eklektorfällor/lågor vars data används i denna studie.

a) Potentiella lågor				
	Hällmarkstallskog	Produktiv tallskog	Summa	Skillnad
Rävsön	58	45	103	13
Berga	36	24	60	12
Grottberget	48	40	88	8
Västervik	54	44	98	10
Långtjärnsberget	69	55	124	14
Summa:	265	208	473	57
b) Antal utsatta eklektorfällor				
	Hällmarkstallskog	Produktiv tallskog	Summa	
Rävsön	43	43	86	
Berga	19	19	38	
Grottberget	39	41	80	
Västervik	27	27	54	
Långtjärnsberget	38	38	76	
Summa:	166	167	333	
c) Antal hämtade hela fällor				
Rävsön	39	41	80	
Berga	19	19	38	
Grottberget	39	41	80	
Västervik	25	26	51	
Långtjärnsberget	37	39	76	
Summa:	159	166	325	
d) Använda fällor i studien				
Rävsön	39	39	78	
Berga	19	19	38	
Grottberget	39	39	78	
Västervik	25	25	50	
Långtjärnsberget	37	37	74	
Summa:	159	159	318	

Under denna första inventering togs även data på diameter (i brösthöjd), längd på lågan, nedbrytningsgrad, om det var en rotvälta eller stambrott samt grad av markkontakt. Nedbrytningsgraden uppskattades som ett medelvärde av hela lågans nedbrytning. Vedens nedbrytning kan beskrivas i olika skalor, i denna studie

används en skala från Olsson & Jonsson (2010). Nedbrytningen definieras i fem stadier, där klass 1 är en nyfallen låga med all bark på. Vid klass 2 har mindre än hälften av barken försvunnit och lågan är fortfarande hård. I klass 3 så har mer än hälften av barken försvunnit och veden är hård och vid klass 4 däremot börjar veden mjukna och barken är helt borta. Klass 5 definieras av mjuk ved, där delar av veden har lossnat, lavar och mossor kan vara närvarande. I sista nedbrytningsstadiet, klass 6, har lågan kollapsat och är mestadels täckt av lavar och mossor.

### 2.1.1 Områdena

De produktiva ytorna hade tydligt med inslag av ung lövskog medan impedimenten till större del bestod av hållmark eller tunnare markvegetation. De olika områdena hade olika mängd potentiella lågor utspridd över olika stora ytor (tabell 1). Lågor med bark kvar bortsågs ifrån samt de med kraftig nedbrytning, då ingen av dessa låg-typer var lämpliga för användandet av eklektorfällor. Detta resulterade i en varierande mängd lågor där fällor sattes upp för varje område. Fällorna började sättas upp i den skogstyp som hade den minsta mängden potentiella lågor för att vartdera området skulle ha samma antal fällor på de produktiva tallskogarna som hållmarkstallskogarna. Alla produktiva ytor förutom Grottberget hade tydliga tecken på skogsbruk. Det fanns tecken på skogsbruk både före och efter brand. Rävsnön och Grottberget är de lokaler som ligger närmast kusten och omgavs mest av hållmarkstallskog (figur 1) och har därför mildare vintrar än de andra lokalerna. Grottberget är även studiens sydligaste brandfält medan Långtjärnsberget är det nordligaste. Studien inkluderar både vildbränder och naturvårdsbränder som skett mellan 2002–2011 (tabell 2).

*Tabell 2. Beskrivning över områdena. År som området brann, vilken typ av brand (nb= naturvårdsbränning, vb = vildbrand), höjd över havet och datum för montering av eklektorfällor i området samt nedmontering. Alla fällor sattes ut våren 2022 och togs in hösten 2022.*

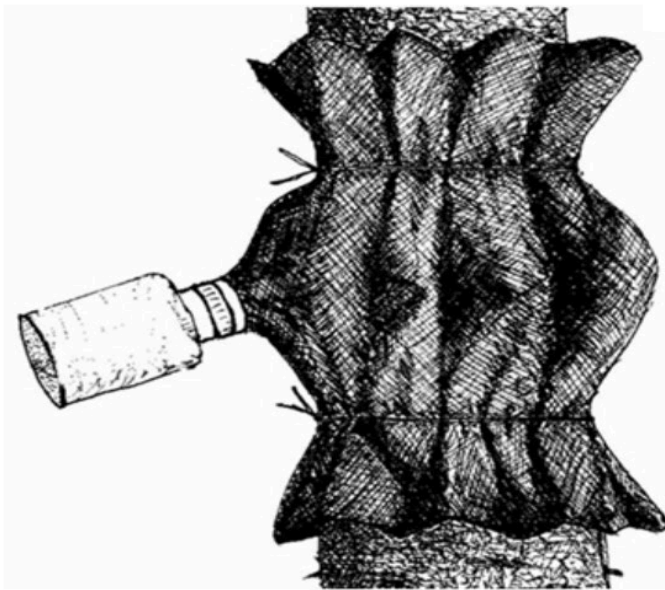
	År	Typ	Hektar	m.ö.h	Dat. utsatt	Dat. hämtad
Berga	2002	nb	28	160	28 Maj	15 Sept.
Västervik	2003	vb	19	100	30 Maj	16 Sept.
Långtjärnsberget	2009	nb	37	225–325	25 Maj	27 Sept.
Rävsnön	2011	vb	50	70–125	6 Maj	21 Sept.
Grottberget	2006	vb	7	70–130	25 April	20 Sept.

Grottberget och Rävsnön sticker ut med att vara de sydligaste områdena men som även är omgivna av orörda hållmarksområden medan de andra områdena består av hållmarksfläckar i ett mer produktivt brukat landskap. Skogarna som användes i studien ägda av Holmen, SCA, Fortifikationsverket och privata ägare. Området kring Berga har naturvårdsbränts flera gånger efter branden 2002. Långtjärnsbergets naturvårdsbränning var på 37 hektar men i angränsande naturreservat brändes 40 hektar och på närliggande hygge 48 hektar.



## 2.2 Eklektorfällor

Våren 2022 sattes eklektorfällor ut för att samla in en representativ andel av de vedlevande insekterna som under vår-sommarperioden lämnade veden. Eklektorfällorna stänger inne en del av den döda veden på en låga och det enda ljuset som syns innanför fällan är det från provburken vilket gör att de vedlevande insekterna som kläcks eller levt i den omgivna vedbiten kommer att röra sig mot provburken där den sedan fastnar i glykolen (figur 2). Detta är ett effektivt sätt att endast fånga de vedlevande insekterna från en önskad plats jämfört med fönsterfällor då förbiflygande insekter är vanligt och data kan då bli mindre representativt för det undersökta området.



*Figur 2. Modell av en eklektorfälla.*

Antalet eklektorfällor som monterades skulle vara samma för båda skogstyperna inom ett brandfält. Av de 333 fällor som monterades skiljde antalet mellan skogstyperna, men eftersom vi räknade med bortfall av ett par fällor på grund av slitage från väder eller andra faktorer kunde detta åtgärdas i ett senare stadie (tabell 1). Inom varje område försöktes också lågornas diametrar paras mellan skogstyperna för att kunna bortse från olika diametrar som en påverkande faktor i resultatet. Av de fällor som monterades plockades 325 stycken ner intakta (tabell 1). Sju fällor togs bort för att jämna ut antalet fällor mellan skogstyperna inom områdena. De fällor som ekluderades gjordes så med tanke på diametrarna av lågorna de satt på. Totalt användes 318 eklektorfällor för datan i studien (tabell 1). Eklektorfällan bestod av mörkfärgad presenning varav ett hål har skurits ut där ett skruvlock med avsågad topp sattes fast. I denna skruvades en provburk fast när fällan var monterad. Presenningen tätades runt det avsågade locket noggrant med

ståltråd så att inga hål uppstod då ljusinsläpp utöver det från provburken bör elimineras för bästa resultat. För att få en slät yta på lågan användes såg och kniv om det behövdes för att ta bort grenar eller ojämnheter som kunde orsaka ljusinsläpp eller luckor från sidorna som minimerar chansen att skalbaggar hamnar i provburken. Två remsor skumplast häftades fast på lågan med ett avstånd på 35 cm från varandra för att öka tätheten när snöret sedan spändes över fällan. Fällan placerades så nära basen av lågan som möjligt för att maximera volymen död ved och att fånga fler skalbaggar. För att skapa luftutrymme och ökat ljusinsläpp från provburken inne i fällan borrades sex hål i lågan innanför skumplastremorna där ståltråd sedan sattes fast. I borrhål på toppen av lågan placerades ståltråd som tidigare monterats direkt i locket i öppningen på fällan. Fällan dras sedan runt lågan och häftas ihop luftigt över ståltrådarna. Den spändes sedan åt i över mitten på skumplasten med varsitt snöre på vardera sida. Provburken fylldes med utspädd glykol och ett par diskmedeldroppar (för att bryta ytspänningen) och monterades i fällans skruvlock. Hösten 2022 monterades eklektorfällorna ner. Flaskorna skruvades loss och en förtryckt pappersetikett lades i flaskan med fällidentitet. Efter det monterades fällan ned. Skalbaggar sorterades ut från flaskorna, räknades och placerades i ett nytt provrör med fällidentitet. Rören skickades sedan till Hans-Erik Wanntorp för bestämning av taxa. Skalbaggsindividerna bestämdes till familj, släkte och i de flesta fall art nivå. De familjer och släkten som var svårbestämbara nycklades till släkte som användes gemensamt som en art i studien. De skalbaggsindivider som bestod av fragment och bara nycklades till släkte användes också som en egen art i studien om det inte förekom tydligt vilken art det gällde.

## 2.3 Statistiska analyser

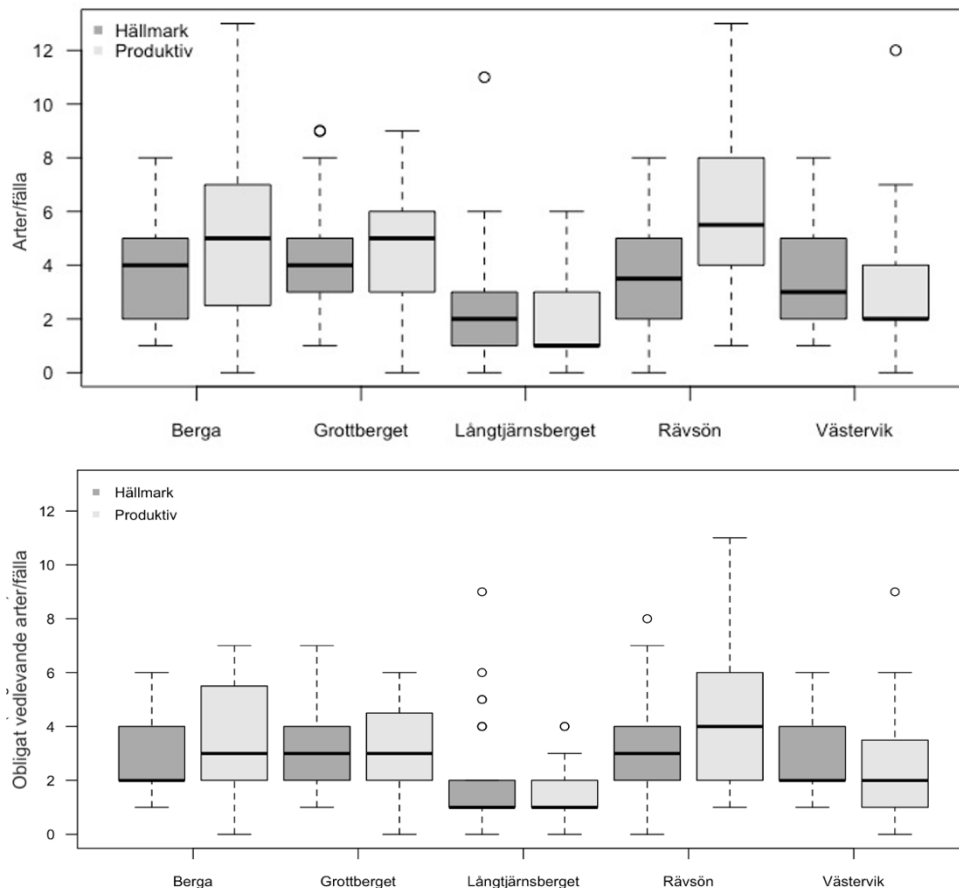
Efter artbestämningen dokumenterades skalbaggsarternas familj, grad av vedberoende, rödlistningsklass från den senaste rödlistan, om arten var konstaterad på tall samt kopplades ihop med nedbrytningsgrad och nummer på fälla (SLU Artdatabanken 2020; Artfakta 2023). De arter med oklar artbestämning eller fragment från släkten som var vanligt förekommande användes inte i analyserna (bilaga 2). Alla statistiska analyser och figurer gjordes i RStudio. De paket i RStudio som användes var Vegan, Emmeans, Car och ggplot. För att se det kumulativa artantalet och hur artantalet ökade för antalet utsatta fällor mellan hållmark och produktiv mark gjordes en Species accumulation curve med funktionen Specaccum i paketet Vegan. En kumulativ artkurva visar skillnaden i diversitet mellan olika dataset, i detta fall mellan hållmark och produktiv mark. Kurvan visar också hur gynnsamt vidare datainsamling skulle vara (Deng m.fl. 2015). Med paketet Car gjordes en typ-II ANOVA (analysis-of-variance) med skogstyp (produktiv tallskog och hållmarkstallskog) och område (Grottberget, Rävsn, Långtjärnsberget, Berga, Västervik) som faktorer för antalet individer samt

antalet arter. För att ta hänsyn till att områdena hade olika många lågor gjordes ANOVA på antalet individer/arter per fälla. Under båda analyserna gjordes roten ur på data för att skapa en jämnare normalfördelning. ANOVA visar om det finns en signifikant skillnad i artantal eller individantal mellan hållmark och produktiv mark. Den ger även resultat på om det finns en signifikant interaktionseffekt för något av områdena individuellt om det inte visas för skogstyperna som helhet. Samma ANOVA gjordes för obligat vedlevande arter för att se om detta resultat skiljde sig. Flerfaktors-ANOVA gjordes även individuellt för de sju vanligaste arterna i studien. Efter att ha tittat på data visade denna sig spretna väldigt mycket för arterna vilket löstes med att logaritmera. Som post-hoc test användes paketet Emmeans (Estimated marginal means) som visar var signifikansen finns mellan dataseten om dessa skiljer sig. I Emmeans ges även värden på kontraster mellan provytorna som i detta fall är områdena, detta värde kallas ett estimate. För att visa datan över antalet arter per fälla gjordes en boxplot i paketet ggplot. Boxplotten visar inom vilket intervall antalet arter/fälla har fångats, var större delen av fållorna ligger i artantal, medianen, skillnader mellan hållmark och produktiv mark och skillnader mellan områdena. Boxplotten visar även de fållor med data som stack ut jämfört med resterande data. För de vanligaste arterna, familjerna och nedbrytningen gjordes Barcharts i ggplot. Sammanfattande statistik gjordes endast på de rödlistade arterna eftersom dessa individer var för få för att göra en signifikant analys på. Fördelningen av nedbrytningsgrad på hållmark respektive produktiv mark inom områdena gjordes med en Barchart i ggplot. Eftersom de olika områdena hade olika mycket lågor gjordes diagrammen i procent för att lättare kunna jämföra fördelningen och se samband för alla områden.

## 3 Resultat

### 3.1 Artantal och sammansättning

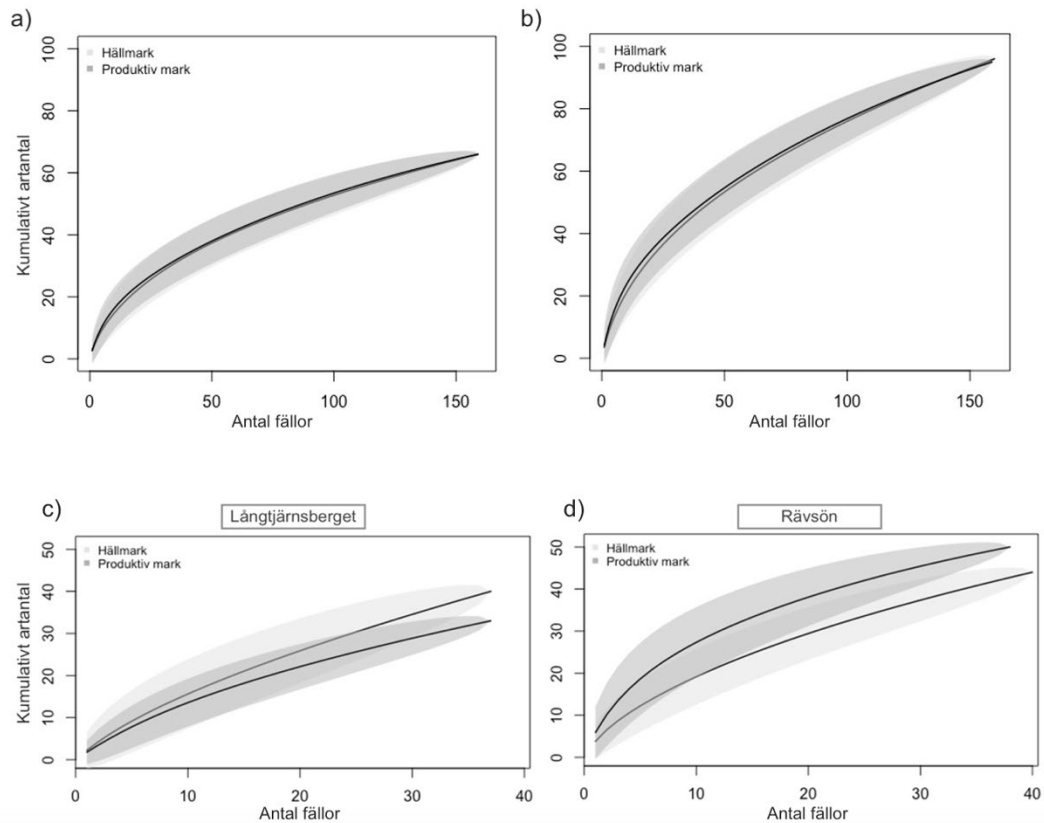
Totalt fångades och artbestämdes 2343 skalbaggsindivider varav 1717 var konstaterat obligat vedlevande (bilaga 2). Det totala artantalet var 135 varav 91 var obligat vedlevande. Utav de 135 arterna var 41% gemensamma för båda hållmark och produktiv mark. 30% av arterna hittades endast på hållmark och 29% av arterna hittades bara på produktiv mark. Flera av dessa fynd var enstaka individer och endast 8% av arterna var unika för hållmark och hade fler än ett fynd samt 10% av arterna för produktiv mark. I de produktiva skogarna fångades sammanlagt 1232 individer där 79% var obligat vedlevande arter och på hållmark fångades 1111 individer varav 68% var obligat vedlevande arter.



Figur 3. Boxplot på antalet arter/fälla. Boxarna representerar resultatet för 50% av alla fällor i skogstypen för sitt specifika område. Den svarta linjen är medianantalet arter från fällorna i för skogstyp och område. Den streckade linjen anger provets högsta respektive lägsta värde utöver de fällor vars artantal stack ut kraftig från resterande data, dessa syns som separata prickar. a) Antalet arter/fälla. b) Antalet arter av obligat vedlevande arter/fälla.

Rävsön, Grottberget och Berga hade ett högre artantal per fälla på produktiv mark jämfört med sin parade hållmark (figur 3). Beroende på om alla arter studerades eller endast de obligat vedlevande skiljde sig resultatet. Skillnaden i median, spridningsintervall samt fördelning var större då alla arter studerades och jämnare för de obligat vedlevande arterna. Rävsön var det område som var mest artrikt. Medianantalet arter per fälla var högst i Rävsöns produktiva tallskog. Generellt var antalet arter per fälla och medianen av denna lägre på impedimentytorna, förutom på Långtjärnsberget och Västervik i (figur 3a) och Långtjärnsberget samt Grottberget i (figur 3b). Långtjärnsberget sticker ut i figuren med sin låga spridning och median men enstaka artrika prov höjer den totala artrikedomen för området. Långtjärnsberget är det enda området som fler antal arter per fälla på hållmark i båda figurerna. De områden som tydligt visar ett högre antal arter per fälla för produktiv mark är Berga och Rävsön. Dessa områden har på sin produktiva mark en högre och bredare spridning inom vilket antalet arter per fälla hittades samt en högre median. Grottberget och Västervik skiljer sig i resultat beroende på om alla arter studeras eller endast de obligat vedlevande. Västervik hade från början fler arter per fälla på hållmark som visar sig både i en bredare spridning och en högre median (figur 3a). När endast obligat vedlevande arter studerades hade hållmark och produktiv mark samma spridning men hållmarken hade en lägre median (figur 3b). Grottberget hade ursprungligen ett relativt tydlig högre antal arter per fälla på produktiv mark som inte var lika tydlig för obligat vedlevande arter.

Det totala artantalet mellan produktiv mark och hållmark skiljde sig knappt (figur 4a; figur 4b). På hållmark hittades totalt 96 arter och på produktiv mark 95 arter (figur 4b). Antalet obligat vedlevande arter som hittades på produktiv mark var 66 och på hållmark 66 (figur 4a). Efter studiens 159 fällor är kurvorna fortsatt lutande vilket visar att fler fällor skulle resultera i fler arter och att många av arterna inte hittats inom det antal fällor som använts. Eftersom det kumulativa artantalet för hållmark och produktiv mark är så lika är det svårt att dra några slutsatser om skillnaden i artrikedom. Däremot är kurvan för hållmark brantare vid fälla 159 i (figur 4b). Detta kan tyda på att vidare datainsamling hade resulterat i fler obligat vedlevande arter på hållmark. Långtjärnsbergets var trots sitt låga individantal artrikt och stack därför ut jämfört med resterande områden. Det kumulativa artantalet av obligat vedlevande skalbaggar på Långtjärnsberget växer snabbare med ett ökat antal fällor för hållmark än för produktiv mark (figur 4c). Det kumulativa artantalet för Långtjärnsbergets produktiva mark har vid fälla 37 stabiliserats mer och färre nya arter kan förväntas hittas på skogstypen jämfört med på hållmark. För Rävsöns kumulativa kurva syns en mer stabil skillnad mellan skogstyperna, som båda har stabiliserats lika mycket vid fälla 39 (figur 4d).



Figur 4. Species accumulation curve (95% konfidensintervall) som visar det skattade kumulativa artantalet skalbaggsarter i förhållande till antalet fällor för all produktiv mark samt hällmark i studien. a) Kumulativ artkurva för obligat vedlevande arter. b) Kumulativ artkurva för alla hittade skalbaggsarter. c) Kumulativ artkurva för obligat vedlevande arter på Långtjärnsberget. d) Kumulativ artkurva för obligat vedlevande arter på Rävsn.

Ingen generell skillnad mellan hällmark och produktiv mark kunde påvisas i antalet individer per fälla (ANOVA; tabell 3a). Inget av områdena hade heller individuellt en signifikant skillnad i individer per fälla mellan produktiv mark och hällmark. Värdet var signifikant mellan de olika områdena, men denna signifikans studerades inte eftersom det inte var frågeställningen. En skillnad mellan hällmark och produktiv mark kunde påvisas för specifika områden då interaktionsvärdet blev signifikant. Post-hoc testet visade att antalet arter per fälla var högre på Rävsn produktiva mark jämfört med dess hällmark. Inget av de andra områdena hade en signifikant skillnad i arter per fälla mellan skogstyperna. Rävsn estimate var det största värdet. Det område som skiljde sig mest från Rävsn var Västervik. Detta kan tolkas som att Västerviks antal arter per fälla mellan de olika skogstyperna skiljer sig mest bland områdena jämfört med hur denna interaktion ser ut på Rävsn. Även Långtjärnsberget hade ett positivt estimate-värde vilket tyder på fler arter per fälla på hällmark. Dessa värden tillsammans med figur 3 visar att Västervik och Långtjärnsbergets resultat väger emot ett generellt högre antal arter per fälla på

produktiv mark. För obligat vedlevande skalbaggar gavs inga signifikanta värden utöver det för områdena (ANOVA; tabell 3b).

Tabell 3. II-faktors-ANOVA. Signifikansen testas för antalet arter och antalet individer som hittats per fälla. Arter/individer per fälla testades för faktorerna skogstyp, område samt för områdesspecifik-interaktion mellan faktorerna. a) ANOVA på alla vedlevande skalbaggar och Emmeans (post-hoc) på antalet arter/fälla. Ett negativt värde i Emmeans betyder ett högre antal arter per fälla på produktiv mark b) ANOVA för obligat vedlevande arter.

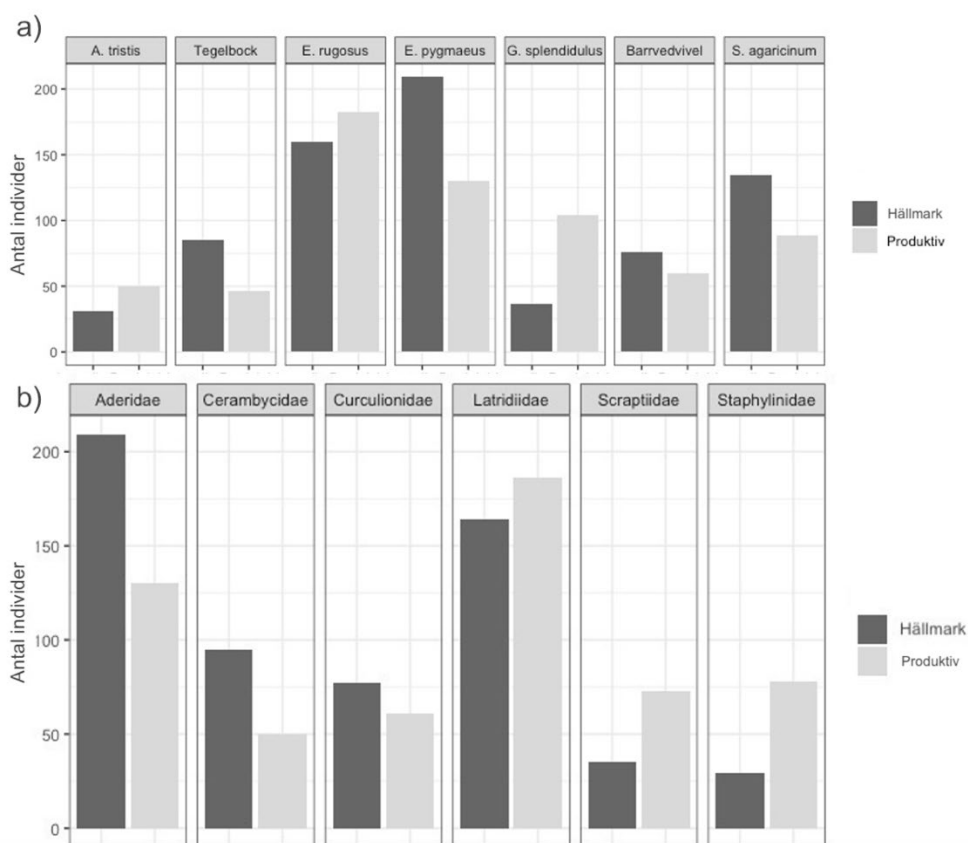
a) Alla artfynd					
Individer	df	F	P		
Skogstyp	1	0,5321	0,46630		
Område	4	20,3647	6,715e-15*		
Skogstyp: Område	4	2,2297	0,06575		
Arter					
Skogstyp	1	2,4981	0,11501		
Område	4	21,6469	9.381e-16*		
Skogstyp: Område	4	2,7675	0,02759*		
Emmeans arter (Hällmark-Produktiv mark)	P	estimate	SE	df	t-ratio
Berga	0,4098	-0,173	0,210	308	-0,825
Grottberget	0,4915	-0,101	0,146	308	-0,689
Långtjärnsberget	0,5542	0,089	0,150	308	0,592
Rävsön	0,0010	-0,486	0,146	308	-3,320
Västervik	0,3090	0,186	0,183	308	1,019
b) Obligat vedlevande arter					
Individer	df	F	P		
Skogstyp	1	0,1511	0,6978		
Område	4	15,4980	1,636e-11*		
Skogstyp: Område	4	1,1140	0,3500		
Arter					
Skogstyp	1	1,6580	0,1989		
Område	4	15,3410	2.103e-11*		
Skogstyp: Område	4	1,3569	0,2490		

## 3.2 Familjer och enskilda arter

### 3.2.1 Vanligt förekommande arter

De sju arterna med högst individ och fällförekomster inom studien var *Ampedus tristis* (Epålettsvartrock), *Anastrangalia sanguinolenta* (Tegelbock), *Enicmus rugosus*, *Euglenes pygmaeus*, *Gabrius splendidulus*, *Rhyncolus sculpturatus* (barrvedvivel) samt *Scaphisoma agaricinum* (bilaga 3). Både *Enicmus rugosus*

och *Rhyncholus sculpturatus* var relativt likvärdigt fördelade i antal individer på produktiv mark och hållmark (figur 5). *Anastrangalia sanguinolenta*, *Euglenes pygmaeus* och *Scaphisoma agaricum* visade en trend i fler förekomster på hållmark. *Gabrius splendidulus* var den art som tydligast visade sig föredra produktiv mark. *Ampedus tristis* har även en dominans v individer på produktiv mark, men eftersom det totala individantalet är relativt lågt blir denna trend mer osäker. Den enda skillnaden som var signifikant var skillnaden i individantal per fälla för *Gabrius splendidulus* som hade ett högre totalt individantal på produktiv mark (ANOVA; bilaga 5; figur 5).



Figur 5. a) Stapeldiagram över de sju arter med störst individförekomster samt fällförekomster. Antalet individer som hittats på respektive skogstyp av de sju vanligaste vedlevande skalbaggsarterna inom studien. b) Stapeldiagram över de individ och fäll-rikaste familjernas fördelning över skogstyp. I figuren inkluderas endast obligat vedlevande arter.

Av de sju individ och fäll-rikaste arterna är alla förutom *Gabrius splendidulus* och *Scaphisoma agaricum* obligat vedlevande. De individrikaste familjerna med flest fällförekomster i studien var Aderidae, Cerambycidae, Curculionidae (Äkta vivlar), Latridiidae (Mögelbaggar), Scaptiidae (Ristbaggar) och Staphylinidae (bilaga 4). Fördelningen i individförekomst på produktiv mark och hållmark liknar fördelningen för de sju vanligaste arterna (figur 5). Detta kan förklaras med att familjerna ofta dominerades av en art som hade rikligt med förekomster.



Individfördelningen mellan skogstyperna skiljde sig inte för obligat vedlevande arter utan minskade bara antalet individer för Staphylinidae och Scaptiidae. Aderidae bestod endast av arten *Euglenes pygmaeus*. Cerambycidae bestod dominerande av *Anastrangalia sanguinolenta* som stod för 90% av individerna från de sex arter som fångades inom familjen. Cuculionidae bestod till 99% av arten *Rhyncolus sculpturatus*. Från familjen Latridiidae fångades sex olika arter där *Enicmus rugosus* stod för 97% av alla individer. Spridningen av individer mellan de sju arterna från Scaptiidae var större där den dominerande arten *Anaspis marginicollis* representerade 68% av förekomsterna. Alla av artfynden inom Scaptiidae var av släktet *Anaspis*. Fynden inom familjen Staphylinidae var spridda mellan de 16 arter som fångats. Den dominerande arten *Dropephylla linearis* stod för 32% av individantalet. Förekomstmönstret hos de familjer som inte dominerades av en art kan avvika från det mönster för enskilda arter. Ingen av familjerna som innehöll flera arter hade ett signifikant högre individantal per fälla för skogstyp (bilaga 5). Även familjer med lägre antal individfångster visade skillnader i förekomst mellan produktiv mark och hållmark, men för att kunna göra en statistisk analys och dra slutsatser användes endast de familjer med ett högt individantal som fångats i många fällor.

### 3.2.2 Rödlistade arter

Antalet rödlistade arter var ungefär lika i de produktiva tallskogarna och hållmarkstallskogarna (tabell 4). För att göra en statistisk analys hade fler individer behövt fångas. Den vanligast förekommande rödlistade arten var *Stagetus borealis* (Timmerticknagare) med totalt 32 individer.

Tabell 4. Studiens rödlistade artfynd. Antalet individer av de rödlistade arterna, rödlisningsklass, antal på impediment och produktiv tallskog, preferens på substrat, om de är brandgynnade och om de föredrar solexponering (Ehnström & Holmer 2017; Ehnström & Axellson 2002; Pettersson m.fl. 2007; Lundberg 1993; Ehnström & Axelsson 2002; Ahnlund & Lindhe 1992; Artfakta 2023).

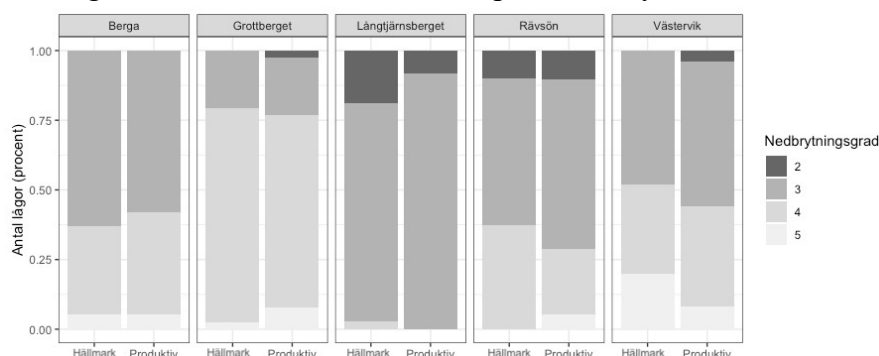
Art	Häll.	Prod.	Tot.	RL	Trädslag	Brand	Sol
<i>S. borealis</i>	16	16	32	NT	Senvuxen grov tall	-	x
<i>E. minor</i>	0	2	2	NT	Vårtbjörk (barr)	-	-
<i>M. fulvicollis</i>	0	1	1	NT	Främst asp	-	Hygge
<i>P. fuscus</i>	1	0	1	NT	Gran (tall, björk, asp)	x	x
<i>D. fasciatum</i>	0	1	1	NT	Barr och löv	-	-
<i>P. ruficollis</i>	4	0	4	EN	Löv och gran	x	x
<i>B. thoracicus</i>	0	1	1	VU	Senvuxen gran (tall, löv)	-	x
<i>D. moestra</i>	1	0	1	VU	Tall	x	x
<b>Totalt:</b>	<b>22</b>	<b>21</b>	<b>43</b>				

Av de rödlistade arterna som fångades och artbestämdes kunde tre konstateras direkt brandgynnade (tabell 4) (Ehnström & Holmer 2017). *Phryganophilus ruficollis* påträffas i brända stockar och vill ha mycelrik ved av löv eller barr

(Ehnström & Holmer 2017; Ehnström & Axelsson 2002; Pettersson m.fl. 2007; Lundberg 1993). *Dicerca moestra* hittas främst längs östkusten och lever i kådrik tallved, gärna klenare lågor på hållmarkstallskog (Ehnström & Holmer 2017). Arten har även påträffats inåt landet sporadiskt på solexponerade hållmarker (Ehnström & Axelsson 2002). Arten har hittats i samband med brandljud (Ehnström & Holmer 2017; Ehnström & Axelsson 2002). *Pediacus fuscus* påträffas ofta i samband med brandskadade träd som är solexponerade, dock föredrar den gran men påträffas även i tall (Artfakta a.). *Stagetus borealis* har behov av senvuxen tall och en preferens för hög solbelysning (Ehnström & Holmer 2017; Ehnström & Axelsson 2002). *Mycetophagus fulvicollis* hittas främst på löv, men verkar gynnas av hygge vilket kan bero på solbelysningen (Ahnlund & Lindhe 1992). *Bius thoracicus* är främst påträffad i senvuxen och solbelyst gran, men det finns tidigare dokumenterade förekomster i tall (Artfakta b.). *Eblisia minor* hade väldigt lite information att hitta och *Danosoma fasciatum* ännu mindre (Artfakta c.; Artfakta d.).

### 3.3 Nedbrytningsgrad

Sammansättningen av nedbrytningsgrad på de olika lågorna skiljde sig mellan de olika områdena men inte lika tydligt mellan skogstyperna (figur 6). Generellt var det en liten mängd lågor som hade en låg samt hög nedbrytningsgrad. Långtjärnsberget var det område med flest hårda lågor men även Rävsn hade en del lågor av nedbrytningsklass 2. Lågornas nedbrytning skiljde sig mycket mellan områdena men inom områdena syntes ingen tydlig skillnad mellan nedbrytningsgrad på hållmark och produktiv mark. Grotbergets, Rävsn och Västerviks produktiva mark hade en högre diversitet av nedbrytningsgrad med fler nedbrytningsklasser än hållmark. Västervik hade fler lågor av nedbrytningsgrad 5 på hållmark samt fler lågor av nedbrytningsgrad 2 på produktiv mark. De ytor som har högst diversitet av död ved är alla produktiva ytor.



Figur 6. Fördelningen av nedbrytningsgrad på de olika lågorna för alla områden och skogstyper. Nedbrytningsgraden på lågorna i studien sträckte sig från 2–5. Där 2 är en hård låga och 5 en mycket nedbruten låga. P å y-axeln visas antalet lågor som procent av skogstypens totala antal från området.

## 4 Diskussion

### 4.1 Artantal och sammansättning

Skillnaden i antal individer av vedlevande skalbaggar och antalet arter mellan bränd produktiv mark och bränd hållmark var liten (bilaga 2; figur 4a; figur 4b). Antalet arter som fångades i studien hade fortsatt öka stadigt om fler fållor satts ut (figur 4). Kurvorna för produktiv mark och hållmark följer varandra och ingen skillnad syns. Det kumulativa artantalet för alla arter verkar vid fålla 159 gå om den för produktiv mark vilket kan tyda på en skillnad mellan skogstyperna om vidare data hade samlats in. På Långtjärnsberget ökade det kumulativa antalet obligat vedlevande arter per fålla snabbare på hållmark än på produktiv mark (figur 4 c). Skillnaden i det totala artantalet på hållmark respektive produktiv mark hade förmodligen skiljt sig ännu mer om fler fållor satts ut med tanke på skillnaden i den kumulativa ökningen. Rävsons kurvor för kumulativt artantal per fålla ökade likvärdigt för båda skogstyperna. Trots Långtjärnsbergets låga individantal och låga median för antalet arter per fålla hade området totalt ett högt artantal. Detta kan bero på att de lågor som använts var av varierad sort så olika arter hittades ofta över ett lågt individantal medan Rävson hade en högre täthet av individer och fler förekomster av samma art i flera fållor. I Hämäläinen m. fl. (2018) syns de produktiva naturskogarna ha en tydlig större artrikedom av vedlevande skalbaggar men att skillnad mellan produktiv tallskog och hållmarkstallskog är mindre i norra Sverige.

Rävson och Berga visade ett tydligt högre antal arter per fålla på produktiv mark, medan Långtjärnsbergets hållmark hade ett högre antal arter per fålla. Grottberget och Västervik varierade beroende på om alla arter eller bara obligat vedlevande arter studerades (figur 3). Detta talar emot att det är generellt fler arter i hållmark eller produktiv mark. Varken hållmark eller produktiv mark hade en signifikant högre antal individer per fålla eller arter per fålla (tabell 3). Långtjärnsberget skiljde sig från de andra områdena i studien i sin låga median för antal arter per fålla. Anledningen till att Långtjärnsberget nästintill kunde konkurrera i artrikedom av obligat vedlevande arter med Rävson beror på att området hade ett par fållor med mycket högre artrikedom (figur 3). Rävson som område hade ett signifikant högre antal arter per fålla på produktiv mark (tabell 3a) och var klart det individ och artrikaste området. Detta stärker resultatet i Hämäläinen m.fl. (2018), att de obrukade produktiva tallskogarna hyser fler arter än hållmarkstallskogarna. Trots att Berga visar en trend för fler arter per fålla på produktiv mark var resultatet inte signifikant. Eftersom fyra av fem områden inte gav ett signifikant resultat och tre

av områdena inte visade en tydlig trend för produktiv mark tyder denna studie på att skillnaden i artrikedom mellan hållmark och produktiv mark är låg.

Artsammansättningen i Hämäläinen m. fl. (2018) skiljde sig från min studie vilket beror på att min studie fokuserar på hållmark och produktiv mark som har brunnit medan Hämäläinen m. fl. (2018) berör myr, hållmark, brukad och produktiv naturtallskog som inte har brunnit. Artrikedomen i min studie gynnas av den rikliga mängden död ved och diversiteten av denna som skapas efter brand, men min studie har även en avsaknad av de mest nedbrutna lågorna eftersom dessa konsumerades av branden. Nedbrytningsgraden i figur 6 beror på skogstyp, brandintensitet och flera andra faktorer som orsakar en skillnad i hur många samt hur fort lågorna faller efter brand. Eftersom hållmarkstallarnas rötter är mer exponerade kan dessa ta mer skada och leda till att träden faller snabbare efter brand (Heikkala 2016). Om träden ramlar snabbare på hållmark kommer nedbrytningen börja tidigare där, men samtidigt går nedbrytningen fortare i fuktiga miljöer som en produktiv mark när trädet väl har fallit. Men det syntes ingen tydlig skillnad i nedbrytning mellan de produktiv mark och hållmark i figur 6 men nedbrytningen skiljde sig mycket mellan de olika områdena. Det område med störst diversitet av nedbrytningsgrad var Rävsnön som även hade störst art och individrikedom. Hämäläinen m.fl. (2018) visar att artrikedomen korrelerar med mängden tillgängligt substrat och dess diversitet. Detta samband visas även i Similä m.fl. (2003); Dahlberg & Stokland (2004); Siitonen (2001); Ehnström & Axelsson (2002); Stokland m.fl. (2012) där diversiteten av död ved påstås vara den drivande faktorn för diversiteten av vedlevande skalbaggar. Att låta hållmarkstallskogen brinna som den naturligt har gjort skapar en högre volym och diversitet av död ved så att denna naturtyp kan bli en mer likvärdig konkurrent till de orörda produktiva tallskogarna gällande artrikedom. Att skogarna i Hämäläinen m.fl. (2018) inte hade brunnit kan vara en orsak till att de visade en större skillnad mellan hållmarkstallskog och produktiv tallskog eftersom hållmark utan brand producerar mindre död ved än de produktiva ytorna. Det hade varit intressant att mer grundligt studera volymen och diversiteten av död ved som finns tillgängligt efter brand på hållmarkstallskog och produktiv tallskog samt hur successionen ser ut eftersom dessa faktorer är basfaktorer för den vedlevande skalbaggsfaunan.

## 4.2 Familjer och enskilda arter

Av de sju vanligaste arterna hade tre tydlig högre individantal på hållmark (*Anastrangalia sanguinolenta*, *Euglenes pygmaeus*, *Schaphisoma agaricinum*) och en (*Gabrius splendidulus*) hade en tydlig dominans av antal individer på produktiv mark (figur 5a; bilaga 2). Av de vanligast förekommande arterna så är *Anastrangalia sanguinolenta*, *Rhyncolus sculpturatus* konstaterat gynnade av

solbelyst torr död ved. *Anastrangalia sanguinolenta* trivs på vindfällan av solbelysta torra barrträd i större delen av Sverige och deras familj (Cerambycidae) har konstaterats ha en längre utvecklingstid i ett mindre solexponerat habitat (Ehnström & Holmer 2017; Ehnström & Axelsson 2002). Dessa egenskaper kan förklara den högre individrikedomen av dessa arter på hållmark. *Euglenes pygmaeus* hade också ett högre individantal på hållmark. Informationen som gick att hitta för *E. pygmaeus* var begränsad och i artfakta f. konstateras *E. pygmaeus* påträffas oftast i brunrötad lövved vilket inte alls stämmer med fynden i denna studie. Från mejl-växling med Lars-Ove Wikars gavs information att *E. pygmaeus* hittas ofta på brandfält vilket kan indikera att den gynnas av öppnare habitat. *Scaphisoma agaricum* är en generalist och av den information som hittades fann jag inget som förklarar dominansen av individer på hållmark som syntes i studien (Ukbeetles a.). *Gabrius splendidulus* trivs på alla former av trädslag och varierande förhållanden och som hittas med stor geografisk spridning och i flera olika substrat (Artfakta e.; Ukbeetles b.). *G. splendidulus* tros ha en preferens för slutna skog likt många av arterna i familjen Staphylinidae (kortvingar) (Per comm. Lars-Ove Wikars; Torbjörn Ramqvist). *G. splendidulus* väger ur en naturvårdssynpunkt inte så tungt eftersom arten konstateras leva i de flesta habitat och miljöer med en stor geografisk spridning (Artfakta e.; Ukbeetles b., per-comm: Lars-Ove Wikars; Torbjörn Ramqvist). Med det sagt kan det finnas andra arter ur familjen Staphylinidae eller skugg- och fuktgynnade arter som är hotade vilka gynnas mer av brand på produktiv mark. Staphylinidae är en stor familj av rovdjurskalbaggar och svampätare med en stor variation i habitat. Staphylinidae verkar ha en preferens för fuktiga miljöer (Ukbeetles b.; per-comm: Lars-Ove Wikars, Torbjörn Ramqvist). Detta kan förklara *G. splendidulus* signifikant högre antal individer per fälla för produktiv mark (figur 5a; bilaga 5a).

I Hämläinen m.fl. (2018) har de produktiva obrukade tallskogarna en högre artrikedom av rödlistade arter. I denna studie var antalet rödlistade arter likvärdigt representerade på hållmark och produktiv mark (tabell 4). Av de rödlistade arterna som fångades fanns de tre som är konstaterat brandgynnade alla på hållmark. För två av de rödlistade arterna som hittades på produktiv mark (*Eblisia minor* och *Danosoma fasciatum*) fanns det ingen information om specifika substrat, naturtyper eller annan fakta som kunde indikera på en preferens för hållmark eller produktiv mark. Hämläinen m.fl. (2018) visar ett resultat som tyder på att de lågproduktiva skogarna inte hyser en specialiserad skalbaggs-fauna, som exempelvis arter som föredrar högre solbelysning. Min studie tyder på att hållmark hyser en specialiserad insektsfauna då 40 arter (11 arter med fler än en individförekomst) av de 135 arterna hittades endast för hållmark. Flera studier (Skogsstyrelsen 1998; Jonsell m.fl. 1998; Gessler 1998) visar att färre arter föredrar skuggiga förhållanden vilket gör impedimenten viktiga. I Ehnström & Axelsson (2002) samt Ehnström & Holmer (2017) nämns solbelyst, senvuxen och kådrik tallved vara ett viktigt substrat och

habitat för specialiserade arter och arter med ett långt larvstadie. Av de tre fynd av buprestidae som gjordes var alla på hållmark. Detta indikerar ytterligare på att det finns en specialiserad skalbaggsfauna som föredrar hållmark tack vare solbelysningen, senvuxenheten och den torra veden. Däremot kan den negativa effekten för solgynnade-arter på produktiv mark dröja då både hållmark och produktiv mark är öppna och solbelysta orsakat av branden. Även 10-20 år efter brand då löv har börjat växa upp är detta nya bestånd begränsat och solbelysningen kan fortsatt vara hög. Däremot borde de solgynnade arterna borde gynnas under en längre period av branden på hållmarken eftersom dessa förblir solbelysta. I ett senare successionsstadie bör skillnaden mellan hållmark och produktiv mark skilja sig mer.

### 4.3 Felkällor

Något som kan diskuteras är att studien innefattar både naturvårdsbränder och vildbränder. Enligt Wikars (2004) är skillnaden mellan naturvårdsbränder och naturliga bränder i effekt är nästintill obefintlig. Däremot var skillnaden i denna studie tydligare då vildbränderna var mycket intensivare än naturvårdsbränderna. Träd mortaliteten var högre vilket på kort sikt gynnar artrikedomen men på lång sikt kan missgynna artrikedomen om alla träd dör samtidigt i stället för att ge en jämn tillgång under successionen. Det syntes ingen skillnad för de naturvårdsbrända områdena eller de områdena med vildbränder då Rävsn (vildbrand) och Berga (naturvårdsbrand) hörde till de områdena med högst antal arter per fälla (figur 3). Brändernas karaktär samt storlek skiljde mellan områdena, vilket påverkar mängden död ved och fördelning över olika stora ytor. Skogarna i denna studie var inte obrukade utan hade varierande inslag av skogsbruk i områdena. Skogsbruk innan brand kommer att påverka den döda veden som produceras och finns tillgänglig efter brand vilket påverkar de vedlevande skalbaggsarnas förutsättningar. Hade helt orörda produktiva naturskogar använts hade det kunnat resultera i en större skillnad av artrikedomen mellan hållmark och produktiv mark. Omgivningen runt om brandfälten påverkar även artsammansättningen och rikedom som hittas i den döda veden. Grottberget och Rävsn omges av stora områden med orörd solbelyst hållmark. Både Grottberget och Rävsn hörde till de områden som hade högst artantal per fälla (figur 3). Men valet att använda brandfält som innehöll både produktiv mark och hållmark ger studien en parvis styrka och skillnader mellan bränder påverkar inte interaktionen mellan hållmark och produktiv mark inom området. Vidare analys av skillnad i artsammansättning mellan produktiv mark och hållmark hade varit givande för studien. Figur 3 visar exempelvis antal arter per fälla vilket kan vara ett högt tal men av samma arter vid varje prov. Medan ett lägre antal arter per fälla men olika arter varje gång kan anses mer rikt. Där hade en specifik analys av artsammansättning kunnat påvisa tydligare skillnader mellan

hällmark och produktiv mark. De branta kurvorna vid fälla 159 i figur 4a & figur 4b, 37 i figur 4c och 39 i figur 4d indikerar en osäkerhet i hur antalet arter av skalbaggar som hittats skulle se ut om fler fällor använts. Tills kurvorna har flackat ut helt kan slutsatser kring hur artantalet mellan naturtyperna skiljer sig vara osäkra eftersom det antal som hittats endast är en del av det existerande artantalet. Detta indikerar att skillnaden i artantal mellan hällmark och produktiv mark på Långtjärnsberget kan vara betydligt större än det som syns i studien eftersom hällmarkskurvan var betydligt brantare än den produktiva kurvan för området (figur 4c).

## 4.4 Slutsats

Individ och artantalet av vedlevande skalbaggar i studien skiljde sig inte signifikant mellan bränd produktiv tallskog och bränd hällmarkstallskog förutom för området Rävsn där antalet arter per fälla var signifikant högre på den produktiva skogen. Studien visade att individförekomsten för flera arter skiljer mellan produktiv mark och hällmark men att endast en art i studien visade en signifikant skillnad och den var för produktiv mark. Av de arter som visade ett tydlig högre antal individer på hällmark fanns det konstaterade preferenser för antingen senvuxen, solbelyst eller torr död ved. Av de arter som visade en tydlig trend för produktiv mark var arterna generalister, prefererade lövved, gran eller skuggigare miljöer. Nedbrytningsgraden på lågorna som användes för insektsfällor visade ingen tydlig trend mellan hällmark och produktiv mark 10–20 år efter brand. Däremot skiljer sig nedbrytningsgraden mycket mellan områdena vilket verkar ha påverkat artrikedomen och artsammansättningen eftersom Långtjärnsberget med minst nedbrutna lågor också hade minst arter per fälla medan Rävsn som var det individ- och artrikaste området också hade högst diversitet i nedbrytningsgrad av den döda veden (figur 3; figur 4c; figur 6). Det hittades fler individer på produktiv bränd tallskog men det totala artantalet på hällmark och produktiv mark skiljde knappt (bilaga 2; figur 4). Av de skillnader som påträffats mellan hällmark och produktiv mark är de signifikanta skillnaderna båda för produktiv mark. Men den brända hällmarkstallskogen kan vara viktig för många arter och även specialiserade sådana som behöver, senvuxen, kådrik, torr eller solbelyst död ved. Med tanke på att de produktiva skogarna brukas och har brukats väldigt intensivt kan det sänka kvalitén på åtgärder som naturvårdsbränning i syfte att öka den biologiska mångfalden av vedlevande skalbaggar. Denna studie visar att hällmarkstallskogarna har en viktig roll för att bevara och gynna den biologiska mångfalden. Med det sagt kan död ved- skapande åtgärder som bränder på hällmarkstallskogarna inte ersätta de produktiva skogarnas roll för vedlevande arter utan endast gynna de arter som har en preferens för hällmarkstallskog, generalister eller tillfälligt hjälpa arter vars normala habitat har påverkats för hårt av skogsbruket.

# Referenser

- Ahnlund, H. & Lindhe, A. (1992). Hotade vedinsekter i barrskogslandskapet - några synpunkter utifrån studier av sörmländska brandfält, hållmarker och hyggen. *Entomologisk tidskrift* 113 (a): 13–23.
- Artfakta. (2023). <https://artfakta.se/artbestamning> (Hämtad: 2023-05-11)
- Artfakta a. *Pediacus fuscus*. <https://artfakta.se/artbestamning/taxon/pediacus-fuscus-105480> (Hämtad: 2023-04-12).
- Artfakta b. *Bius Thoracicus*. <https://artfakta.se/naturvard/taxon/bius-thoracicus-100483> (Hämtad: 2023-04-12).
- Artfakta c. *Eblisia Minor*. <https://artfakta.se/artbestamning/taxon/eblisia-minor-101596> (Hämtad: 2023-04-12).
- Artfakta d. *Danosoma fasciatum*.  
<https://artfakta.se/artbestamning/taxon/danosoma-fasciatum-100799> (Hämtad: 2023-04-12).
- Artfakta e. *Gabrius Splendidulus*.  
<https://artfakta.se/naturvard/taxon/Gabrius%20splendidulus-104045> (Hämtad: 2023-04-12).
- Artfakta f. *Euglenes pygmaeus*. <https://artfakta.se/naturvard/taxon/euglenes-pygmaeus-105805> (2023-05-03).
- Dahlberg, A. & Stokland, J.N. (2004). *Vedlevande arters krav på substrat*. Rapport 7:2004. Skogsstyrelsen.  
<http://shop.skogsstyrelsen.se/shop/9098/art85/4646085-51e2f5-1733.pdf>
- Deng, C.; Dalet, T.; Smith, D.A. (2015). Applications of species accumulation curves in larger-scale biological data analysis. *Quant biol.* 3(3): 135-144
- Ehnström, B. & Axelsson, R. (2002). *Insektsgnag i bark och ved*. Artdatabanken, SLU, Uppsala.
- Ehnström, B. & Holmer, M. (2017). *Tall- en tallrik biologisk mångfald*. Uppl. 2. Uppsala: Centrum för biologisk mångfald.
- Fridman, J. & Walheim, M. (2000). Amount, structure and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. *Forest ecology and management* 131(1-3):23-36

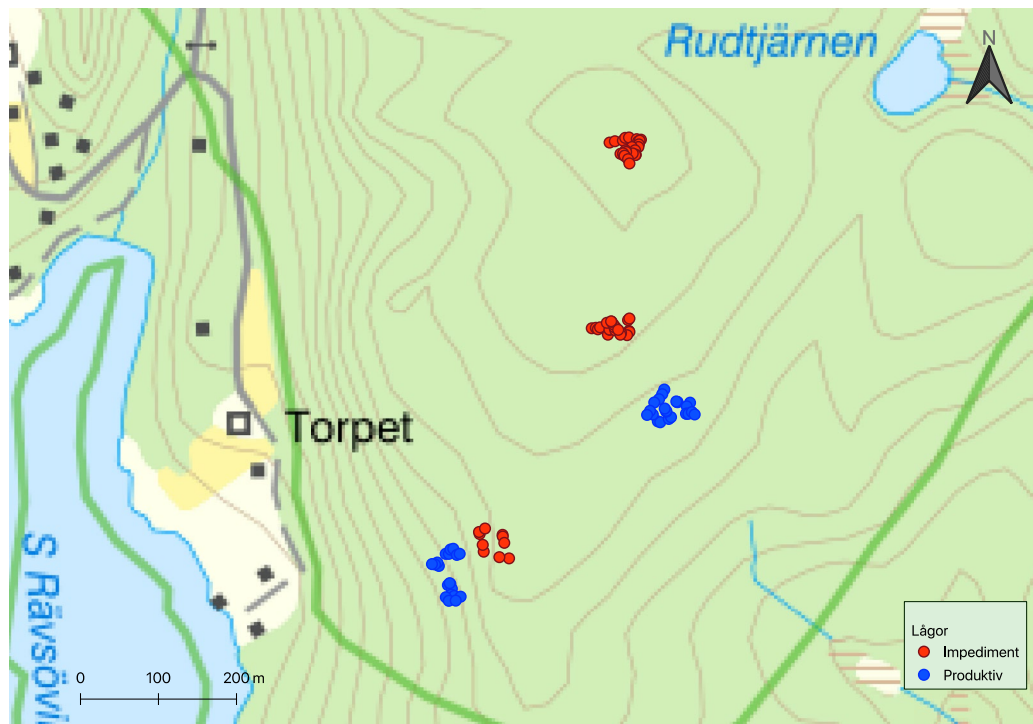


- Gessler, C. (1998). Impedimentens potentiella betydelse för biologisk mångfald: En studie av myr- och bergimpediment i ett skogslandskap i Västerbotten. (Arbetsrapport 45). Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik/Jägmästarlinjen.  
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-s-1687>
- Heikkala, O. (2016). Emulation of natural disturbances and the maintenance of biodiversity in managed boreal forests: the effects of prescribed fire and retention forestry on insect assemblages. *Dissertationes Forestales* 222: 1-46
- Heikkala, O. (2017). Prescribed burning is an effective and quick method to conserve rare pyrophilous forest-dwelling flat bugs. *Insect conservation and diversity* 10(1), 32-41
- Hämäläinen, A.; Strengbom, J.; Ranius, T. (2018). Conservation value of low-productivity forests measured as the amount and diversity of dead wood and saproxylic beetles. *Ecological applications* 28(4):1011-1019
- Jonsell, M.; Weslien, J.; Ehnström, B. (1998). Substrate requirements of red-listed saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodiversity and conservation* 7(6): 749-764
- Lundberg, S. (1993). Brunbaggen *Phryganophilus ruficollis* (F.) (Coleoptera, Melandryidae) i norra Fennoskandien - biotopval och utvecklingsbiologi. *Entomologisk Tidskrift* 114(1-2):13-18.
- Olsson, J. & Jonsson, B.G. (2010). Restoration fire and wood-inhabiting fungi in a Swedish *Pinus sylvestris* forest. *Forest ecology and management* 259(10):1971-1980
- Pettersson, R.B.; Stenbacka, F.; Hjältén, J.; Hilszczanski, J. (2007). Återfynd av rödhalsad brunbagge (*Phryganophilus ruficollis* Fabr.) och Huggerts plattbräckstekel (*Chartobracon huggerti* C. van Achterberg). *Entomologisk Tidskrift* 128(3): 101-105.
- SFS 1974:429 *Skogsvårdslag*
- Siitonen, J. (2001). Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. *Ecological Bulletins*. 49: 11-41.
- Similä, M.; Kouki, J.; Martikainen, P. (2003). Saproxylic beetles in managed and seminatural Scots pine forests: Quality of dead wood matters. *Forest Ecology and Management* 174(1): 365-381
- Skogsstyrelsen (1998). *De trädbevuxna impedimentens betydelse som livsmiljöer för växt och djurarter*. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag.  
<https://cdn.abicart.com/shop/9098/art54/4645954-fec49a-1537.pdf> (Hämtad 2022-05-13).

- SLU Artdatabanken (2020). Rödlistade arter i Sverige 2020. SLU, Uppsala. <https://www.artdatabanken.se/globalassets/ew/subw/artd/2.-var-verksamhet/publikationer/31.-rodlista-2020/rodlista-2020.pdf> (Hämtad 2023-05-26).
- Stokland, J.N.; Siitonen, J.; Jonsson, B.G. (2012). *Biodiversity in Dead Wood*. New York: Cambridge University Press.
- Ukbeetles a. *Scaphisoma agaricinum*. <https://www.ukbeetles.co.uk/scaphisoma-agaricinum> (Hämtad 2023-05-03).
- Ukbeetles b. Staphylinidae. <https://www.ukbeetles.co.uk/staphylinidae> (Hämtad 2023-05-03).
- Wikars, L.O. (1992). Skogsbränder och insekter. *Entomologiska tidskriften* 113(4): 1-11
- Wikars, L.O. (2004). Brandberoende insekter – respons på tio års naturvårdsbränningar. *Fauna & flora* 99(2): 28-34
- Zackrisson, O. (1977). Influence of forest fires on the north Swedish Boreal Forest. *Oikos* 29(1): 22–32
- Östlund, L.; Zackrisson, O.; Axelsson, AL. (1997). The history and transformation of a Scandinavian boreal forest landscape since the 19<sup>th</sup> century. *Canadian journal of forest research* 27(8): 1198-1206.

# Bilagor

*Bilaga 1. Översiktskarta över området Rävsn som visar de olika provytorna av hållmark och produktiv mark.*



Bilaga 2. Arter som hittades i studien, om de är vedlevande, fördelning på hällmark och produktiv mark. Grad av vedlevande O=obligat vedlevande, F=fakultativt vedlevande. Längst ner finns även de individer som endast nycklades till släkte eller familj.

Art	Vedlevande	Impediment	Produktiv	Summa
<i>Abdera affinis</i>	O	1		1
<i>Acidota crenata</i>	F		1	1
<i>Agathidium confusum</i>	F	1		1
<i>Agathidium seminulum</i>	F	1	1	2
<i>Altica chamaenerii</i>			1	1
<i>Ampedus balteatus</i>	O	3		3
<i>Ampedus tristis</i>	O	31	50	81
<i>Anaspis arctica</i>	O	1	1	2
<i>Anaspis bohémica</i>	O	4	5	9
<i>Anaspis frontalis</i>	O	4		4
<i>Anaspis marginicollis</i>	O	21	63	84
<i>Anaspis thoracica</i>	O	5	5	10
<i>Anastrangalia reyi</i>	O	2	1	3
<i>Anastrangalia sanguinolenta</i>	O	85	46	131
<i>Anisotoma axillaris</i>	O	2	4	6
<i>Anisotoma castanea</i>	O	2	2	4
<i>Anisotoma glabra</i>	O	14	4	18
<i>Anthophagus omalinus</i>	F		1	1
<i>Arhopalus rusticus</i>	O	4		4
<i>Aspidiphorus orbiculatus</i>	F	3	5	8
<i>Athous subfuscus</i>	F		1	1
<i>Atomaria bella</i>	O	1	2	3
<i>Atomaria peltata</i>		1	1	2
<i>Atomaria subangulata</i>	O	13	39	52
<i>Atomaria umbrina</i>	O	2	2	4
<i>Atrecus longiceps</i>	O		2	2
<i>Bibloporus bicolor</i>	O	12	4	16
<i>Bitoma crenata</i>	O	1		1
<i>Bius thoracicus</i>	O		1	1
<i>Bolitochara pulchra</i>	F		2	2
<i>Brachyderes incanus</i>	F	3		3
<i>Buprestis rustica</i>	O	2		2
<i>Cerylon ferrugineum</i>	O		2	2
<i>Cerylon histeroides</i>	O	25	39	64
<i>Cis bidentatus</i>	O	1	4	5
<i>Cis boleti</i>	O	1		1
<i>Cis castaneus</i>	O		1	1
<i>Cis comptus</i>	O		2	2
<i>Cis festivus</i>	O	2	2	4
<i>Cis jacquemarti</i>	O		2	2
<i>Cis micans</i>	O		2	2

<i>Contacyphon padi</i>			1	1
<i>Corticaria elongata</i>	F	1	4	5
<i>Corticaria longicollis</i>	F	1	2	3
<i>Corticaria orbicollis</i>	O	3	3	6
<i>Corticaria rubripes</i>	F	1		1
<i>Cortinicara gibbosa</i>	F	8	12	20
<i>Cryptophagus populi</i>	O		1	1
<i>Crypturgus subcribrosus</i>	O		1	1
<i>Dacne bipustulata</i>	O	4	1	5
<i>Dadobia immersa</i>	O	1		1
<i>Danosoma fasciatum</i>	O		1	1
<i>Dasytes niger</i>	O	14	13	27
<i>Dendrophagus crenatus</i>	O	1	2	3
<i>Denticollis linearis</i>	O	1		1
<i>Dicerca moesta</i>	O	1		1
<i>Dienerella vincenti</i>	F	1		1
<i>Dorcatoma dresdensis</i>	O	1	1	2
<i>Dropephylla linearis</i>	O	5	34	39
<i>Eblisia minor</i>	O		3	3
<i>Enicmus rugosus</i>	O	160	180	340
<i>Enicmus testaceus</i>	O		1	1
<i>Epuraea silacea</i>	O	1		1
<i>Euconnus claviger</i>	F	3		3
<i>Euglenes pygmaeus</i>	O	209	130	339
<i>Euplectus karstenii</i>	F	14	24	38
<i>Euplectus mutator</i>	O		1	1
<i>Euplectus piceus</i>	F	12	10	22
<i>Euplectus punctatus</i>	O	1	12	13
<i>Eutheia linearis</i>	F		1	1
<i>Gabrius splendidulus</i>	F	36	104	140
<i>Globicornis emarginata</i>	O	1		1
<i>Gnathacmaeops pratensis</i>	O	1		1
<i>Hadreule elongatula</i>	O	7	28	35
<i>Hadrobregmus pertinax</i>	O	21	19	40
<i>Hallomenus binotatus</i>	O	15	17	32
<i>Holobus apicatus</i>	F	2	4	6
<i>Homalota plana</i>	O	1		1
<i>Ischnoglossa prolixa</i>	O		1	1
<i>Latridius hirtus</i>	O	1	2	3
<i>Latridius minutus</i>	F	1		1
<i>Lepturobosca virens</i>	O	2	3	5
<i>Leptusa fumida</i>	O		1	1
<i>Leptusa pulchella</i>	O	3	3	6
<i>Lesteva longoelytrata</i>	F		1	1

---

<i>Lygistopterus sanguineus</i>	O	2	2	4
<i>Malthodes fuscus</i>	O		1	1
<i>Malthodes pumilus</i>	O		4	4
<i>Melanotus castanipes</i>	O		1	1
<i>Microscydmus minimus</i>	O	3	15	18
<i>Mycetophagus fulvicollis</i>	O		1	1
<i>Neuraphes coronatus</i>	O	1		1
<i>Orthocis alni</i>	O	1		1
<i>Orthoperus atomus</i>		1		1
<i>Otiorhynchus ovatus</i>	F	1		1
<i>Paraphotistus impressus</i>	F	1		1
<i>Pediacus fuscus</i>	O	1		1
<i>Peltis ferruginea</i>	O	1	1	2
<i>Pheletes aeneoniger</i>		1		1
<i>Phloeocharis subtilissima</i>	O	1	4	5
<i>Phloeonomus punctipennis</i>	O		1	1
<i>Phryganophilus ruficollis</i>	O	4		4
<i>Pityogenes chalcographus</i>	O	1		1
<i>Pogonocherus fasciculatus</i>	O	1		1
<i>Proteinus laevigatus</i>	F		1	1
<i>Pselaphus heisei</i>		1		1
<i>Pteryngium crenatum</i>	O		7	7
<i>Pteryx suturalis</i>	F		2	2
<i>Ptiliolum caledonicum</i>	O	7	9	16
<i>Ptinella limbata</i>			1	1
<i>Ptinus subpillosus</i>	O	2		2
<i>Quedius mesomelinus</i>	F	4		4
<i>Rhizophagus fenestralis</i>	O	1		1
<i>Rhyncolus sculpturatus</i>	O	76	60	136
<i>Scaphisoma agaricinum</i>		135	80	215
<i>Scydmorephes minutus</i>	O	1		1
<i>Scymnus fennicus</i>	F	2		2
<i>Selatosomus aeneus</i>	F	3		3
<i>Sepedophilus littoreus</i>	F	1		1
<i>Sepedophilus marshami</i>		1	2	3
<i>Sepedophilus testaceus</i>	F		3	3
<i>Silvanoprus fagi</i>	O		1	1
<i>Sphindus dubius</i>	O	10	9	19
<i>Stagetus borealis</i>	O	16	12	28
<i>Stenichnus bicolor</i>		7	26	33
<i>Stenichnus subseriatus</i>	F		4	4
<i>Strophosoma capitatum</i>	F		1	1
<i>Tachinus laticollis</i>	F		1	1
<i>Tachyporus</i>		1		1

<i>Tachyta nana</i>	O		2	2
<i>Tetratoma ancora</i>	O	1		1
<i>Trixagus carinifrons</i>			1	1
<i>Trixagus dermestoides</i>		3	6	9
<i>Tyrus mucronatus</i>	F	24	39	63
<i>Wanachia triguttata</i>	O	19	2	21
Antal arter: 135	Summa:	1111	1232	2343
Obligata arter: 92	Summa:	842	875	1717
Oklar artbestämning				
<i>Anaspis bara fragment</i>	O	2	2	4
<i>Anaspis sp</i>	O	7	3	10
<i>Atheta bara fragment</i>	F		1	1
<i>Atheta sp</i>	F	2		2
<i>Bibloporus sp</i>	O	4	12	16
<i>Corticaria sp</i>	O	1		1
<i>Corticicara bara fragment</i>	F		2	2
<i>Dasytes bara fragment</i>	O		1	1
<i>Enicmus bara fragment</i>	O		1	1
<i>Epuraea sp</i>	O		1	1
<i>Euglenes bara fragment</i>	O	1	4	5
<i>Euplectus bara fragment</i>			2	2
<i>Euplectus sp</i>	F	2	3	5
<i>Gabrius bara fragment</i>	F	1		1
<i>Gyrophæna sp</i>	F		2	2
<i>Hadreule bara fragment</i>	O		3	3
<i>Hallomenus bara fragment</i>	O		4	4
<i>Malthodes sp</i>	O	1	2	3
<i>Ptiliid bara fragment</i>	F		1	1
<i>Stenichus collaris/subseriatus</i>	F	1		1
Oklara artbestämningar: 20	Summa:	22	44	66

Bilaga 3. De sju vanligaste arternas fördelning över skogstyp och område både i individantal och antal fällförekomster.

	Individer			Fällor		
	Imp.	Prod.	Summa	Imp.	Prod.	Summa
<i>Ampedus tristis</i>						
Berga	5	17	22	2	7	9
Grottberget	19	6	25	12	6	18
Långtjärnsberget	2	10	12	2	7	9
Rävsön	1	12	13	1	7	8
Västervik	4	5	9	4	4	8
Totalt	31	50	81	21	31	52
<i>Tegelbock</i>						
Berga	6	5	11	5	4	9
Grottberget	24	3	27	11	3	14
Långtjärnsberget	1	3	4	1	2	3
Rävsön	47	31	78	24	14	38
Västervik	6	4	10	5	3	8
Totalt	84	46	130	46	26	72
<i>E. rugosus</i>						
Berga	5	12	17	5	6	11
Grottberget	62	64	126	29	29	58
Långtjärnsberget	27	5	32	14	5	19
Rävsön	51	77	128	24	27	51
Västervik	12	24	36	6	9	15
Totalt	157	182	339	78	76	154
<i>E. pygmaeus</i>						
Berga	18	25	43	3	6	9
Grottberget	20	7	27	8	5	13
Långtjärnsberget	11		11	6		6
Rävsön	105	49	154	21	12	33
Västervik	50	49	99	6	9	15
Totalt	204	130	334	44	32	76
<i>G. splendidulus</i>						
Berga		4	4		4	4
Grottberget	25	54	79	16	21	37
Långtjärnsberget		1	1		1	1
Rävsön	9	45	54	8	24	32
Västervik	1		1	1		1
Totalt	35	104	139	25	50	75
<i>Barrvedvivel</i>						
Berga	48	36	84	13	10	23
Grottberget	23	15	38	10	8	18
Långtjärnsberget		1	1		1	1
Rävsön	1	3	4	1	3	4
Västervik	1	5	6	1	2	3



	Totalt	73	60	133	25	24	49
<i>S. agaricinum</i>							
	Berga	24	29	53	9	9	18
	Grottberget	3	13	16	3	5	8
	Långtjärnsberget	3	1	4	2	1	3
	Rävsön	39	34	73	9	5	14
	Västervik	65	12	77	11	8	19
	Totalt	134	89	223	34	28	62

Bilaga 4. Familjer fördelat på område samt produktivtallskog och hållmarkstallskog gällande både individantal av obligat vedlevande arter och fjällförekomst.

Familj	Antal individer			Antal fällor		
	Impediment	Produktiv	Totalt	Impediment	Produktiv	Totalt
<i>Aderidae</i>	209	130	339	45	32	77
<i>Buprestidae</i>	3		3	2		2
<i>Cantharidae</i>		5	5		5	5
<i>Carabidae</i>		2	2		2	2
<i>Cerambycidae</i>	95	50	145	55	29	84
<i>Cerylonidae</i>	25	41	66	19	31	50
<i>Ciidae</i>	12	41	53	9	13	22
<i>Coccinellidae</i>	2		2	2		2
<i>Cryptophagidae</i>	16	51	67	12	26	38
<i>Cucujidae</i>	1		1	1		1
<i>Curculionidae</i>	77	61	138	27	25	52
<i>Dasytidae</i>	14	13	28	9	10	19
<i>Dermestidae</i>	1		1	1		1
<i>Elateridae</i>	35	52	87	25	33	58
<i>Erotylidae</i>	4	1	5	3	1	4
<i>Histeridae</i>		3	3		2	2
<i>Latridiidae</i>	164	186	350	83	81	164
<i>Leiodidae</i>	18	10	28	11	5	16
<i>Lycidae</i>	2	2	4	1	1	2
<i>Melandryidae</i>	24	2	26	8	2	10
<i>Monotomidae</i>	1		1	1		1
<i>Mycetophagidae</i>		1	1		1	1
<i>Nitidulidae</i>	1	1	2	1	1	2
<i>Ptiliidae</i>	9	9	18	8	8	16
<i>Ptinidae</i>	38	32	70	19	23	42
<i>Scraptiidae</i>	35	73	108	24	38	62
<i>Silvanidae</i>	1	3	4	1	3	4
<i>Sphindidae</i>	10	9	19	7	8	15
<i>Staphylinidae</i>	29	78	107	25	59	84
<i>Tenebrionidae</i>		1	1		1	1
<i>Tetratomidae</i>	16	17	33	7	4	11
<i>Trogossitidae</i>	1	1	2	1	1	2
<i>Zopheridae</i>	1		1	1		1

Bilaga 5. ANOVA typ II på de vanligaste arterna. De sju vanligast förekommande vedlevande skalbaggsarternas individantal i förhållande till skogstyp. Antal arter/fälla jämfördes med faktorerna skogstyp och område.

a) Arter		df	F	P
<i>Ampedus tristis</i>	Skogstyp	1	0,0821	0,7758
	Område	4	1,9413	0,1213
	Skogstyp: Område	4	1,0821	0,3776
Tegelbock	Skogstyp	1	0,2184	0,6419
	Område	4	1,189	0,3244
	Skogstyp: Område	4	0,6244	0,6468
<i>E. rugosus</i>	Skogstyp	1	0,1789	0,673
	Område	4	0,9194	0,4545
	Skogstyp: Område	4	1,1041	0,357
<i>E. pygmaeus</i>	Skogstyp	1	2,6506	0,1082
	Område	4	2,8534	0,03023
	Skogstyp: Område	3	1,2311	0,30531
<i>G. splendidulus</i>	Skogstyp	1	7,0284	0,01003
	Område	1	1,3575	0,24816
	Skogstyp: Område	1	0,0556	0,81429
Barrvedvivel	Skogstyp	1	0,1939	0,662
	Område	4	2,0385	0,1068
	Skogstyp: Område	3	0,1537	0,9267
<i>S. agaricinum</i>	Skogstyp	1	0,0153	0,90208
	Område	4	2,2542	0,07548
	Skogstyp: Område	4	1,2827	0,28849
b) Familjer				
Cerambycidae	Skogstyp	1	0,3838	0,5374
	Område	4	1,3774	0,2499
	Skogstyp: Område	4	0,3509	0,8426
Scraptiidae	Skogstyp	1	0,1394	0,7104
	Område	4	1,9206	0,1208
	Skogstyp: Område	4	0,7224	0,5806
Staphylinidae	Skogstyp	1	0,1325	0,7169
	Område	4	0,4819	0,07489
	Skogstyp: Område	4	0,1737	0,9512