

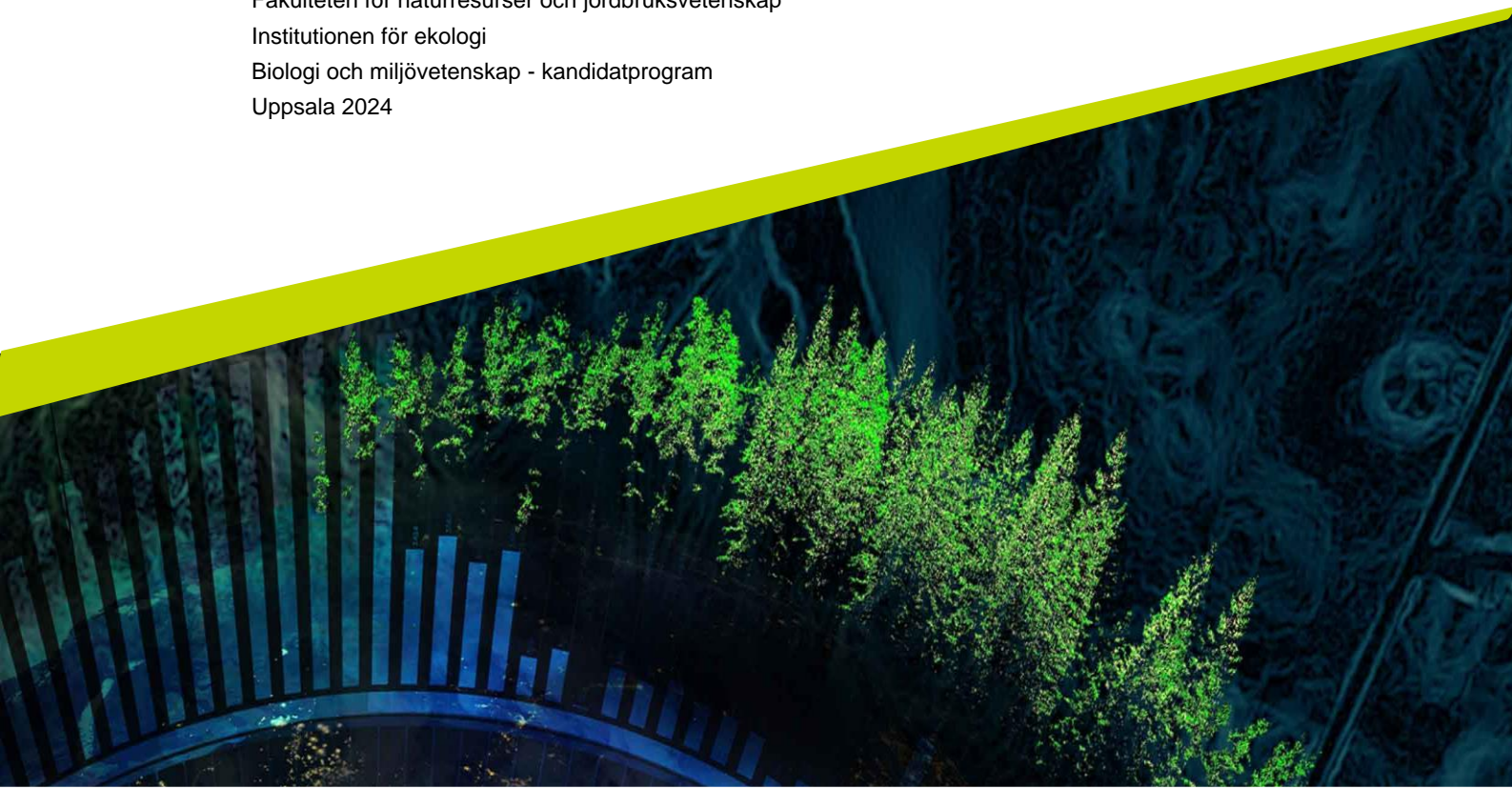


Gynnas insekter av hyggesbränning?

- En litteraturstudie om effekten av hyggesbränning och obrända hyggen på insekter
-

Johanna Bergstedt

Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för ekologi
Biologi och miljövetenskap - kandidatprogram
Uppsala 2024



Gynnas insekter av hyggesbränning?

– En litteraturstudie om effekten av hyggesbränningar och obrända hyggen på insekter

Johanna Bergstedt

Handledare: Aino Hämäläinen, SLU, Institutionen för ekologi

Examinator: Thomas Ranius, SLU, Institutionen för ekologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi

Kurskod: EX0894

Program/utbildning: Biologi och miljövetenskap- kandidatprogram

Kursansvarig inst.: Institutionen för vatten och miljö

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2024

Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Nyckelord: hyggesbränning, insekter, Fennoskandia, pyrofila, skalbaggar, saproxyla

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för ekologi

Sammanfattning

Med brandbekämpning brinner skogen numera allt mindre, vilket har lett till en minskad biodiversitet där insekter är en av de artgrupper som drabbats. För att gynna pyrofila insekter har eld som naturvårdsåtgärd börjat användas mer i bland annat form av hyggesbränning på den produktiva skogen. Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka hur bra hyggesbränning är som naturvårdshöjande åtgärd (ökad biodiversitet) inom skogsbruket genom att titta på artrikedom och abundans av insekter samt dess skillnad mellan brända och ej brända hyggen. Dessutom undersöktes även om mängden hänsynsträd som behålls vid avverkning påverkar resultatet av artrikedom och abundans.

Web of Science och Scopus användes som datakällor där 12 stycken artiklar som denna litteraturstudie är baserad på hittades. Resultatet visade att generellt genererade hyggesbränning en högre abundans och artrikedom av insekter. Effekten av hyggesbränning var kortlivad, där artrikedom och abundans efter några år återgick till ungefär samma nivåer som för enbart avverkade hyggen. Den här utvecklingen observerades för olika funktionella grupper, däribland de pyrofila. Pyrofila insekter är konkurrenssvaga vilket med successionens gång efter en brand gör det svårt för arterna att hävda sig och flera blir utkonkurrerade. För många sällsynta och saproxyla gäller detsamma, andra mer konkurrensstarka arter utkonkurrera dem när deras habitat växer tillbaka och minskar effekten av brand.

Resultatet visade även att större mängd hänsynsträd kvarlämnade än 0 m³/ha genererade en högre artrikedom. När fler träd lämnas bränns det olika vilket genererar träd i olika nivåer av nedbrytning vilket ger många olika typer av habitat och substrat som gynnar en stor artrikedom. Hos myror sågs ingen signifikant skillnad mellan brända och obrända hyggen, så hyggesbränning gynnar inte nödvändigtvis alla insekter. Andra studier har även visat på att andra taxonomiska grupper påverkas negativt. Hos skalbaggar däremot var effekterna positiva vilket tyder på att hyggesbränning kan vara en bra ersättning för de naturliga skogsbränderna i syftet att bevara pyrofila arter för att gynna en biologisk mångfald.

Nyckelord: hyggesbränning, insekter, Fennoskandia, pyrofila, skalbaggar, saproxyla

Abstract

With fire suppression, forests now burn less, which has led to a reduction in biodiversity, with insects being one of the species groups affected. To favor pyrophilic insects, fire as a nature conservation measure has begun to be used more, for example in the form of prescribed burning in productive forests. The purpose of this literature review is to investigate how good prescribed burning is as a nature conservation measure (i.e. to increase biodiversity) in forestry by synthesizing studies comparing species richness and abundance of insects between burned and unburned logged areas. In addition, it was investigated whether the amount of trees retained at logging changes the effects that burning has on species richness and abundance.

Web of Science and Scopus were used as data sources where 12 articles were found, which this literature review is based on. The results showed that in general, prescribed burning generated a higher abundance and species richness of insects. The effect of prescribed burning was short-lived, where species richness and abundance reverted to roughly the same levels as the unburned sites after a few years. This was observed in different functional groups, among them pyrophilics. Pyrophilous insects are not competitive, and as succession proceeds after a fire, it makes it difficult for species to survive and many become outcompeted. The same it goes for many rare and saproxylic species, with other more competitive species outcompeting them as their habitat grows back and the impact of fire is reduced.

The results also showed that leaving more trees than 0 m³/ha generated higher species richness. When more trees are left, they are burned differently, generating different types of habitat and substrates which increase species richness. In ants, there was no significant difference between the burned and unburned logged areas, so not all insects necessarily benefit from prescribed burning. Other studies have shown that other taxonomic groups are negatively affected. For beetles, on the other hand, the effects were positive, suggesting that prescribed burning may be a good substitute for forest fires in maintaining pyrophilous species to favor biodiversity.

Keywords: prescribed burning, insects, Fennoscandia, pyrophilic, beetles, saproxylic

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	5
Figurförteckning.....	6
1. Inledning	7
1.1 Bakgrund.....	7
1.1.1 Hyggesbränning historiskt	8
1.1.2 Hyggesbränning idag	8
1.1.3 Pyrofila och saproxyliska insekter	9
1.2 Syfte och frågeställning	10
2. Metod	11
3. Resultat.....	12
4. Diskussion.....	17
4.1 Hyggesbrännings påverkan på artrikedom och abundans.....	17
4.2 Påverkan av volym lämnade hänsynsträd.....	19
4.3 Gynnas alla insekter?	20
4.4 Slutsats	21
5. Referenser	22
Tack 25	
Bilaga 1.....	26
Bilaga 2.....	28

Figurförteckning

- Figur 1: Visar antalet artiklar som hittade en högre abundans (blå) och artrikedom (grön) på olika typer av hyggen (brända och obrända hyggen, eller ingen signifikant skillnad) första studerade året efter bränning. Totalt 10 artiklar studerade abundans och 9 artiklar artrikedom.13
- Figur 2: Visar sammanställning av resultatet för första året efter hyggesbränning för antalet artiklar som såg störst artrikedom i hyggesbrända eller ej brända hyggen eller om ingen signifikant skillnad sågs för de olika volymerna av lämnade hänsynsträd. Fler artiklar studerade 0 m³/ha av hänsynsträd än resterande vilket förklarar skillnaden i antal artiklar.13
- Figur 3: Visar sammanställning av resultatet för första året efter hyggesbränning för antalet artiklar som såg störst abundans i hyggesbrända eller ej brända hyggen eller om ingen signifikant skillnad sågs för de olika volymerna av lämnade hänsynsträd. Fler artiklar studerade 0 m³/ha än resterande trädmängd vilket förklarar skillnaden i antal artiklar14
- Figur 4: Visar fördelningen av vart artrikedomen var störst (hyggesbränt eller ej bränt hygge) eller om ingen signifikant skillnad sågs av de studier som jämförde olika art- och funktionella grupper.16

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Biodiversiteten i den svenska boreala skogen minskar, där habitatförlust till följd av de senaste 150 årens intensiva skogsbruk har varit och är en av de drivande faktorerna (Fredriksson et al. 2020). Före dagens intensiva skogsbruk var brand den stora störningen i skogen (Victorsson et al. 2015). Men dagens skogsbruk, där träden är mer jämgamla och det finns mindre död ved, har lett till att skogen är mindre benägen att börja brinna (Hörnsten et al. 1995). Detta tillsammans med den brandbekämpning som startade under slutet av 1800-talet i Skandinavien har gjort att brandens påverkan på skogen sjunkit sedan dess (Hörnsten et al. 1995; Östlund et al. 1997). I Skandinavien anses brandbekämpningen ha haft en hög effektivitet och bidragit till en minskning på 90% i andel skog som brinner årligen (Wallenius 2011). Denna minskning har fått negativa effekter på den biologiska mångfalden och ekosystemsfunktioner i skogen (Granström 2001).

Skogsbränder är den viktigaste störningen i boreala skogar (Esseen et al. 1997). De har en viktig roll i ekosystemen där de påverkar på flera olika sätt både arter, processer och strukturer. De skapar många olika naturtyper och lokala klimat under de unika selektionstryck som de utgör som inte bara gynnar pyrofila (brandälskande) arter utan även andra indirekt med ändrade markförhållanden som exempelvis med ett tunnare humustäcke, ökat inslag av lövskog och framförallt genom att skapa mer död ved (Wikars & Niklasson 2006). Död ved utgör habitat för tusentals arter i skogen (Sandström et al. 2019). Att skogsbränderna minskar är problematiskt ur ett naturvårdsperspektiv då det drabbar många hotade och andra arter som minskat eller försvunnit eftersom deras livsmiljöer skapas av brand och numera inte finns i samma utsträckning (Wikars & Niklasson 2006). Nya skogsbruksmetoder för att öka dessa habitat har därför rekommenderats, där eld och avverkning används för att efterlikna de naturliga skogsbränderna (Pitkänen et al. 2008).

1.1.1 Hyggesbränning historiskt

Hyggesbränning är en markberedningsmetod med syfte att gynna för nästa generation av skog. I hyggesbränning används eld för att kontrollerat bränna resterna från avverkningen och markvegetationen vilket ger en minskad konkurrens för trädplantorna att växa upp. Det kan dessutom användas som en naturvårdsåtgärd (Skogskunskap 2023). Efter brand så sker en succession där skogen så småningom återhämtar sig (Wikars 1992).

Mänsklig bränning av skogsmark är inget nytt påkommet, redan på 1830-talet omnämns bränningens betydelse som en markberedande åtgärd i Sverige för ny skog. Föregångaren till hyggesbränning är Svedjebruk, att bränna avverkat hygge till mån för odling. Under 1950-talet ökade hyggesbränningen kraftigt i Sverige och tidigt 60-tal var bränningen vissa år på 40 000 ha. Senare på 60-talet visade nya forskningsresultat att den positiva effekten för förnygringen av skogen avtog redan efter några år. Detta tillsammans med utvecklingen av nya markberedande "maskiner" gjorde att antalet hyggesbränningar sjönk. På 1970-talet hyggesbrändes bara 5 000 ha årligen i Sverige (Hörnsten et al. 1995).

1.1.2 Hyggesbränning idag

Idag används hyggesbränning av kalhyggen snarare som en naturvårdsåtgärd än en markberedande åtgärd (Victorsson et al. 2015). I Sverige brinner numera årligen mellan 0,001% och 0,02% av produktionsskogen naturligt, vilket motsvarar ungefär 300–5000 ha (Hjälten et al. 2010; Fredriksson et al. 2020). Detta kan ställas mot den 1% av skogen som skulle brinna naturligt utan brandbekämpning, vilket motsvarar 200 000 ha (Wikars 1992; Hjälten et al. 2010). Liknande utveckling har skett i andra länder i Fennoskandia; t ex i Finland har brandbekämpningen lett till att endast 500–600 ha brinner årligen naturligt (Vanha-majamaa et al. 2007).

I Sverige har oron för att arter gynnade av brand ska minska eller försvinna lett till hårdare krav kring avverkningen hos certifierade skogsbruk (Hjälten et al. 2010). Enligt certifieringssystemen FSC och PEFC ska stora certifierade skogsägare (äger minst 5 000 ha) bränna 5% av den slutavverkade arealen löpande under en fem års period (Wikars 2006; FSC 2020). År 2022 var 14,8 miljoner ha certifierade med antingen FSC eller PEFC i Sverige, vilket är ca 67% av hela Sveriges produktiva skogsmark som inte är formellt skyddad (Skogsstyrelsen u.å). Ur ett naturvårdsperspektiv är det ingen större skillnad mellan de två certifieringarna (Niklasson & Nilsson 2005). Målet inom det certifierade skogsbruket är att det årligen ska brännas 4 000–5 000 ha. Trots detta bränns det i verkligheten bara 2 000–3 000 ha årligen, och då majoriteten kalavverkat (Wikars 2006). I Sverige finns det 23,5 miljoner ha produktiv skogsmark (SLU 2023). I Finland är den siffran på ca 20 miljoner ha (Rådström & Thorsén 2006).

I den svenska skogen är mängden död ved liten vilket hotar den biologiska mångfalden (Dahlberg & Stokland 2004). Sedan mitten på 1990-talet i Sverige, Norge och Finland har det därför lämnats träd kvar på hyggen vid kalavverkning, så kallade hänsynsträd, för att gynna biodiversiteten. Vitsen är bland annat att fungera som en stabil punkt för arter under förnyringen, att öka åldersvariationen hos bestånden och gynna arter som är kopplade till död ved (Gustafsson et al. 2010), däribland hotade arter (Hyvärinen et al. 2006). Efter naturliga skogsbränder är mängden döende ved stor, vilket möjliggör för att husera större populationer av saproxylika (beroende av död ved) och pyrofila arter under en längre tid (Hjältén et al. 2010). Brända avverkade hyggen genererar ofta individfattigare populationer på grund av att det finns mindre substrat, död ved, för insekterna att utnyttja. När en större del av beståndet finns kvar som hänsynsträd blir branden mer varierad och träd dör allt eftersom, vilket kommer att generera nydöd ved successivt (Wikars 2006; Sandström et al. 2019). Även brandens intensitet påverkar hur mycket träd som dör vilket påverkar hyggets struktur (Granström 2001).

1.1.3 Pyrofila och saproxylika insekter

Det är framförallt de pyrofila och saproxylika grupperna som gynnas mest av brand. Det finns många saproxylika arter som är beroende utav död ved. I Sverige finns det mellan 6 000 - 7 000 saproxylika arter varav 3 000 är insekter och 2 500 är svamparter (Dahlberg & Stokland 2004). Död ved kan bildas på många sätt i skogen, brand är ett av dem. De första successionsstegen som följer efter en brand i skogen är viktig för många av de saproxylika arterna just beroende på den döda ved som bildas (Hyvärinen et al. 2005) både ståendes och liggandes (Pitkänen et al. 2008).

Några som verkligen gynnas av branden är de pyrofila arterna. I Sverige är ett 40-tal insekter och ett 50-tal svampar pyrofila och därav strikt beroende av brand. Dessutom finns det ytterligare 100-tals insekter och svampar som gynnas av brand, även om de inte är beroende av det (Nilsson 2005). Det finns även några få kärlväxter, lavar och mossor som är pyrofila (Johannesson & Dahlberg 2001). Skogsbränder lockar till sig pyrofila insekter med framförallt rök men också med hetta och lukt som insekterna hittar med hjälp av sina välutvecklade sinnesorgan (Wikars 1992). Pyrofila arter har generellt också en väldigt god spridningsförmåga, en förklaring till att de finns kvar än idag med mer glesa bränder i både tid och plats än innan (Wikars 1992). Många strikt pyrofila arter är helt beroende av bränder och reproducerar sig enbart de första åren efter en brand och i vissa fall bara en generation per plats (Wikars 1992). Att det finns en brandkontinuitet är därför av stor vikt (Nilsson 2005). De arter som är gynnade av brand gynnas av ökad födotillgång och minskad konkurrens då de själva är konkurrenssvaga (Nilsson 2005). Många av de pyrofila arterna är sällsynta och klassade som rödlistade

(Nilsson 2005). Av de brandberoende insekterna är 20 stycken arter på rödlistan (Johannesson & Dahlberg 2001).

1.2 Syfte och frågeställning

Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka hur bra hyggesbränning egentligen är som naturvårdshöjande åtgärd inom skogsbruket. Kan hyggesbränning vara en metod för att öka biodiversiteten hos insekter i skogen? Antalet insekter som gynnas utav död ved eller är beroende utav död ved är stort, vilket gör det intressant att titta på ur ett bevarande perspektiv.

Följande två frågeställningar har tagits fram för att besvara syftet:

- Påverkar hyggesbränning artrikedom och abundans hos insekter jämfört med obrända hyggen?
- Påverkar mängden kvarlämnade hänsynsträd vid hyggesbränning insekternas artrikedom och abundans? Genererar det olika effekter?

2. Metod

För att besvara frågeställningarna skulle artiklar hittas som jämförde hyggesbränning med obrända hyggen och hade genomförts i Fennoskandia (Sverige, Finland, eller Norge). Fennoskandia bestämdes till den geografiska avgränsningen för att kunna begränsa variationen av olika skogsbruksmetoder som annars skulle kunna påverka resultatet, exempelvis med studier från Nordamerika. Finland, Norge och Sverige har samma skogsbruksmetoder och teknik (Rådström & Thorsén 2006) där trakthyggesbruk dominerar, metoden med kalavverkning och gallring (Lundqvist et al. 2014).

Till denna litteraturstudie har både sökmotorn Web of Science och Scopus använts till att hitta data. I sökmotorn Web of Science (all databases) användes sökfältet topic, som söker i "title, abstract och indexing", med följande sökfraser med AND emellan:

- "prescribed burning" OR "prescribed fire" OR (restoration AND fire)
- biodiversity OR "species richness" OR "species diversity" OR beetles OR fungi
- Forest
- scandinavia OR fennoscandia OR sweden OR norway OR finland

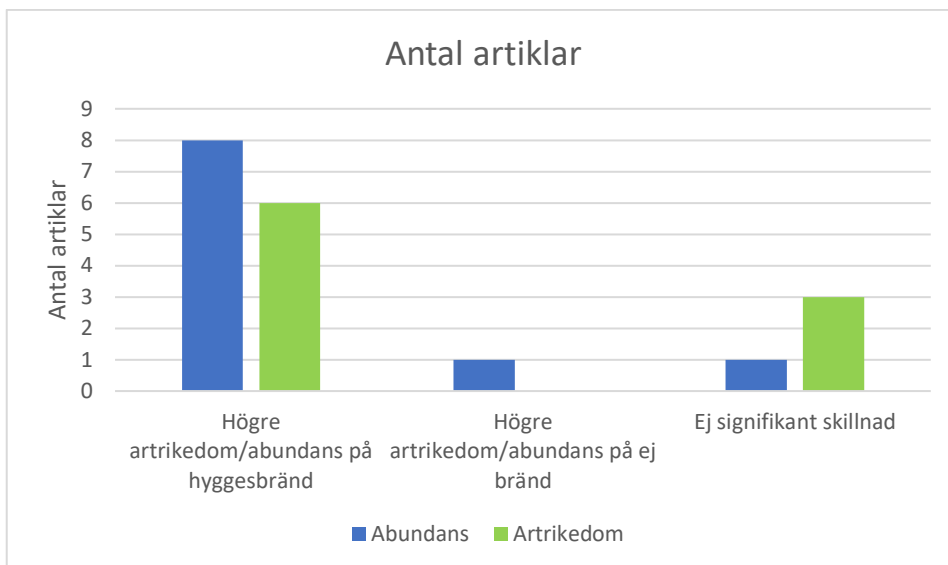
Detta resulterade den 22 mars 2024 i 201 träffar. Samma sökfraser användes i sökmotorn Scopus med sökfält "article title, abstract, keywords" och resulterade den 22 mars 2024 i 76 antal träffar. Bland träffarna i Scopus var det fem träffar som var nya och inte hittades bland träffarna från Web of Science. Det totala antalet träffar var således 206.

För dessa 206 träffar lästes titeln där irrelevanta sållades bort, kvar blev 116 träffar. För dessa 116 lästes abstract där irrelevanta återigen sållades bort, kvar blev 38 stycken artiklar. Artiklarna sorterades in i grupper utefter de artgrupper de undersökte. Anledningen till att inte bara artiklar om insekter var kvar vid det här stadiet var att ursprungsidén var att titta på fler artgrupper, något som blev alldeles för stort för detta arbete. Fokuset för denna litteraturstudie lades därför på de 15 artiklar som behandlar insekter. Dessa artiklar lästes i sin helhet för att sammanställa data till studien för att besvara frågeställningarna samt att få en starkare uppfattning om hur väl studierna sammanstrålar.

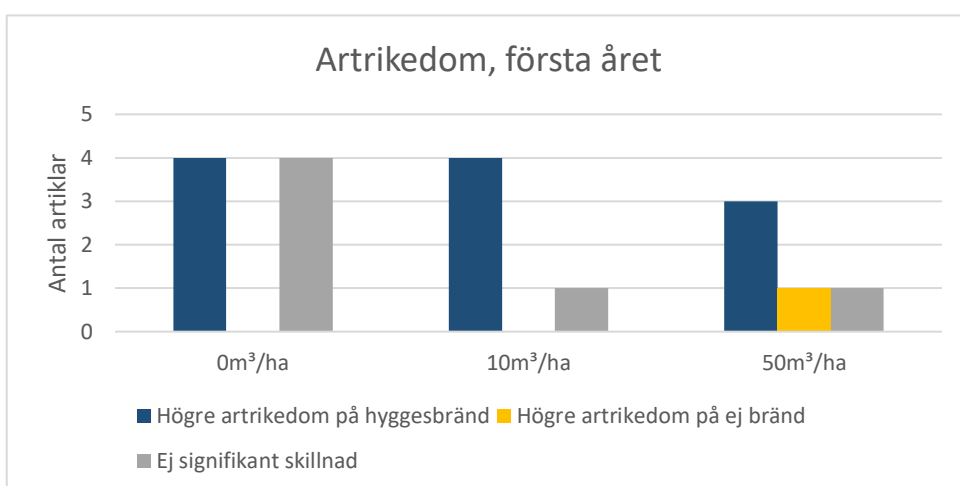
3. Resultat

Av de 15 artiklarna kvalificerades tre av dessa inte in i kriterierna som ställts upp och togs därför bort ur dataunderlaget. Kvar blev 12 artiklar som resultatet bygger på. Dessa 12 artiklar var alla publicerade mellan år 2005 och 2017, se bilaga 1 och 2. Metoder har förståeligt skiljt sig lite studierna emellan men grundmetoden har varit densamma; att skog har avverkats och därefter har en del av hyggen utsatts för bränning, och en obränd del fungerat som kontroll att jämföra med. Bränningen har utförts följande eller nästföljande sommar efter avverkning under vintern och inventering påbörjades direkt efter bränning och varierade i längd. Trädbestånden har dominerats av 100–150-årig tall och några av gran. Åtta av dessa studier är gjorda i Finland medans resterande fyra är från Sverige. En artikel studerade myror (ordning steklar), en tittade på barkskinnbaggar (ordning halvvingar) och resterande nio artiklar undersökte ordningen skalbaggar (*Coleoptera*). Sammanställningen av artiklarna visar att de flesta av dem undersökte effekten av hyggesbränning vid olika mängder träd kvarlämnade på hygget, så kallade hänsynsträd. Vanligast var att titta på 0 m³/ha, 10 m³/ha och 50 m³/ha träd lämnade på hygget. Av de 12 artiklarna som lästes undersökte fyra av dem enbart effekten av hyggesbränning vid kalavverkning av hyggen, alltså hänsynsträdsnivå 0 m³/ha, vilket bör påpekas då det är en förklaring till varför figur 2 och figur 3 skiljer sig åt i antalet artiklar mellan de olika hänsynsnivåerna.

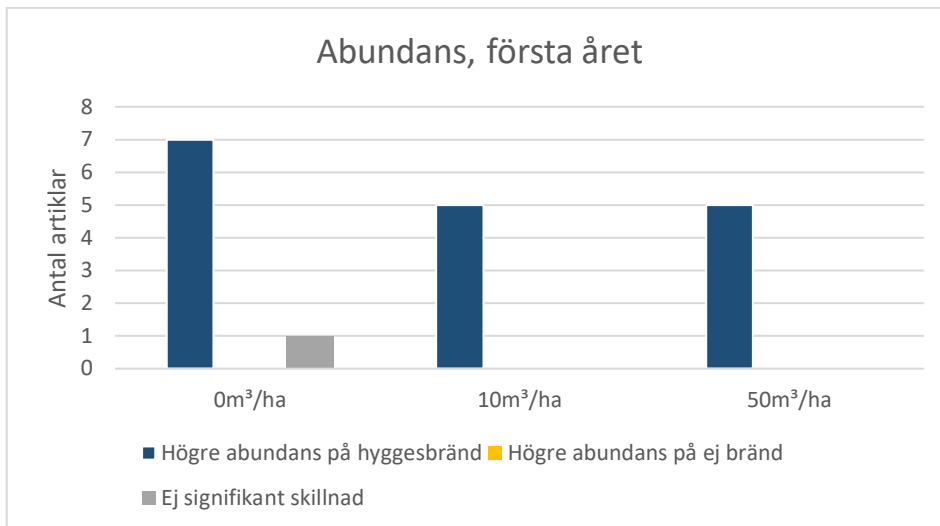
Generella resultat för artiklarna är att hyggesbränning påverkar abundans och artrikedom av insekter jämfört med obrända hyggen. Hyggesbränning gav både högre artrikedom och abundans som ses i figur 1. Sammanställningen visade även samma resultat för de olika nivåerna av lämnade hänsynsträd, ökad artrikedom och abundans, som ses i figur 2 och figur 3.



Figur 1: Visar antalet artiklar som hittade en högre abundans (blå) och artrikedom (grön) på olika typer av hyggen (brända och obrända hyggen, eller ingen signifikant skillnad) första studerade året efter bränning. Totalt 10 artiklar studerade abundans och 9 artiklar artrikedom.



Figur 2: Visar sammanställning av resultatet för första året efter hyggesbränning för antalet artiklar som såg störst artrikedom i hyggesbrända eller ej brända hyggen eller om ingen signifikant skillnad sågs för de olika volymerna av lämnade hänsynsträd. Fler artiklar studerade 0 m³/ha av hänsynsträd än resterande vilket förklarar skillnaden i antal artiklar.



Figur 3: Visar sammanställning av resultatet för första året efter hyggesbränning för antalet artiklar som såg störst abundans i hyggesbrända eller ej brända hyggen eller om ingen signifikant skillnad sågs för de olika volymerna av lämnade hänsynsträd. Fler artiklar studerade 0 m³/ha än resterande trädmängd vilket förklarar skillnaden i antal artiklar.

Vanha-Majamaa et al. (2007) urskiljer sig från de övriga artiklarna som jämför olika hänsynsträdsnivåer genom att alltid spara 50 m³/ha stående och utöver de lämnat 5 m³/ha, 30 m³/ha eller 60 m³/ha liggande. Denna artikel finns inte med i figur 2 och 3, då den inte blir jämförbar med de andra. Artikelns resultat visade på att artrikedomen var högre på de brända provplatserna jämfört med de obrända i alla de olika hänsynsträdnivåerna. För abundansen av sällsynta och rödlistade skalbaggar såg de även där att bränning genererade högre antal individer än de obrända hyggena.

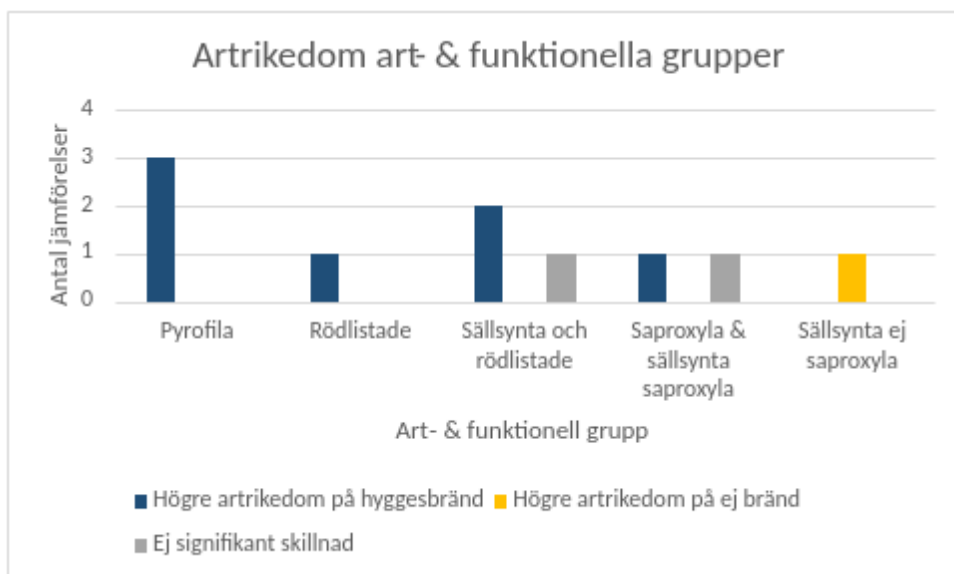
Studien av Malmström et al. (2009) är inte heller med i figur 2 eller figur 3. De undersökte visserligen kalavverkade hyggen (0 m³/ha), men spred ut 25-30 ton/ha av avverkningsrester jämt över hyggena, vilket inte blir jämförbart med de andra kalavverkningarna där det inte finns någon information om avverkningsrester. I studien tittar de på abundans av två olika "grupper" av skalbaggar (*Coleoptera*), de ovanför marken och de under marken. Deras resultat visade att medelabundansen under marken var högre på obrända hyggen än på de brända. För skalbaggar över mark var resultatet inte signifikant. De hittade inte heller några arter enbart på de brända hyggena.

Studien av Heikkala et al. (2016b) är inte med i någon av figurerna då denna tittar på skillnad i funktionell fylogenetisk mångfald i sammansättningen av saproxyliiska skalbaggar. Deras resultat visade på att hyggesbränning fungerar som ett miljöfilter, att de gynnar vissa funktionella grupper som är kopplade till miljöer med öppna ytor och tidiga nedbrytningsstadier, jämfört med bara kalavverkning som inte resulterar i denna favorisering, utan ett samhälle utan association till resurser.

De olika volymerna av hänsynsträd påverkade även artrikedomen olika på de brända hyggena där 10 m³/ha och 50 m³/ha i nästan alla fall hade högre artrikedom än 0 m³/ha och att 50 m³/ha hade störst artrikedom av alla utom i en studie. Bland de 5 studier som tittade på artrikedom på de högre hänsynsträdnivåerna i figur 2 (Hyvärinen et al. 2005, Hyvärinen et al. 2006, Martikainen et al. 2006, Heikkala et al. 2016a och Heikkala et al. 2017) var det bara studien av Hyvärinen et al. (2005) som inte följde trenden. Deras resultat är uppdelat utifrån olika funktionella grupper som alla visar lite olika resultat men generellt ökar artrikedomen från 0 m³/ha till 10 m³/ha för att sedan sjunka till 50 m³/ha till en lägre artrikedom än vid 0 m³/ha. För abundans så var det inte lika tydliga resultat i skillnad från 0 m³/ha till de högre nivåerna av hänsynsträd. Svagt övervägande för ökande antal med högre mängd kvarlämnade träd, men inte alltid och det påverkas mycket av på vilken funktionell grupp som det tittas på.

I Gibb & Hjälténs (2007) artikel om myror på kalavverkade hyggen (0 m³/ha) visade resultatet att det inte var någon signifikant skillnad mellan de obrända och de brända hyggena varken i artrikedom eller abundans.

En artikel, Hyvärinen et al. (2006), tittade enbart på rödlistade och sällsynta saproxylliska arter och var en av de artiklar som inte visade någon signifikant skillnad i artrikedom under det första året vid någon av de olika träd hänsynsnivåerna mellan hyggesbränning och obrända hyggen. Två år efter bränning var däremot artrikedomen högre på de brända hyggena. Några artiklar tittade även på artrikedom hos olika art- och funktionella grupper separat. Som ses i figur 4 så visade de tre som studerade specifikt pyrofiler att artrikedom gynnas av hyggesbränning. För övriga grupper var resultatet inte lika övervägande till fördel för hyggesbränning, men det var bara hos sällsynta ej saproxylliska insekter som artrikedomen var större på ej brända hyggen.



Figur 4: Visar fördelningen av vart artrikedomen var störst (hyggesbränt eller ej bränt hygge) eller om ingen signifikant skillnad sågs av de studier som jämförde olika art- och funktionella grupper.

4. Diskussion

I sammanfattningen av studierna har ingen hänsyn tagits till variationer i deras storlek i form av antal individer eller replikering av test. Detta gäller även skillnader i antal fällor och typer av fällor. Alla studierna har vägt lika tungt, något som bör tas i åtanke för resultatet och diskussionen. De större studierna med fler replikationer väger normalt tyngre än de med få replikat. Resultaten i denna studie baseras på att litteraturen kan bedömas gemensamt och likvärdigt då omkringliggande faktorer är lika. Avverkning och bränning har i alla studier skett under samma månader på året i dominerande tall- och/eller granbestånd i Sverige eller Finland med inventering sommartid. Skillnaden i typer av fällor kan generera fångst av olika arter vilket kan påverka resultatet, men kan också ses som en möjlighet för att visa resultat för en större del av insektsarter som kan påverkas av hyggesbränning.

4.1 Hyggesbrännings påverkan på artrikedom och abundans

Som figur 1 visar är artrikedomen och abundansen hos insekter större på de platser som utsatts för hyggesbränning jämfört med ej brända hyggen. Ett rimligt resultat med tanke på att de brända hyggena dels lockar till sig pyrofila arter på grund av just branden (Wikars 1992), men även saproxylofaga insekter som gynnas av den döda veden som bildats (Hyvärinen et al. 2005) och den variationen i nedbrytningsstadier som veden fått av branden (Sandström et al. 2019). Effekterna av hyggesbrand liknar de efter en skogsbrand med varma mikroklimat (Victorsson et al. 2015). Utifrån perspektivet abundans så gynnas arterna av en ökad födotillgång i de brända hyggena och en minskad konkurrens (Nilsson 2005) som möjliggör för arterna att bilda större populationer.

Resultaten visar också att effekten generellt avtar med åren. Heikkala et al. (2016a) tittade i sin studie på artrikedomen även efter 10 år och deras resultat visar att artrikedomen sjönk ner till en nivå på ungefär densamma som innan hyggesbränningen till att vara någorlunda lika mellan brända hyggen och obrända hyggen. Victorsson et al. (2015) tittade i sin studie på effekter till fyra år efter hyggesbränning och såg då liknande mönster redan efter två år både på artrikedom

och abundans, något som många av de andra studierna även visade tendenser på. Att effekten av hyggesbränning på insekters artrikedom och abundans minskar med åren är egentligen inte så förvånande. I samband med den succession som sker efter en brand så kommer så småningom de tidigare arterna tillbaka vilket ger en ökad konkurrens som då utkonkurrerar de sällsynta (Wikars 1992). Det finns även många arter som är beroende utav färsk död ved, en resurs som minskar med åren (Lachat et al. 2013) vilket kanske påverkar artrikedomen och abundansen mer än vad konkurrens gör.

Resultatet visade även att effekterna för de pyrofila arterna var kortlivade. Heikkala et al. (2016a) tittade även specifikt på artrikedom av pyrofiler efter 10 år och hittade då knappt några arter alls. Detta borde ses som logiskt eftersom dessa arter är just pyrofila och är därför konkurrenssvaga (Nilsson 2005). Allt eftersom tiden går efter hyggesbränningen och successionen framskrider kommer andra, mer konkurrensstarka, arter att ta över mer och mer, och således utkonkurrera pyrofilerna. Eftersom pyrofilerna är beroende utav brand är det av största vikt för bevarandet av denna funktionella grupp att det finns brand i skogen i ett landskapsperspektiv så att även nästkommande generationer kan reproduceras (Wikars 1992). Om inget brinner inom spridningsavstånd så kommer inte pyrofila arter att överleva i slutändan, trots att många kan flyga långt (Nilsson 2005). Heikkala et al. (2017) visade i sin studie på barkskinnbaggar att samhällen av pyrofila barkskinnbaggar kan fortleva även i brukade skogar så länge som tillräckligt med bränd ved var tillgängligt för populationen. De menar också att hyggesbränning är ett bra alternativ mot skogsbränder för bevarandet av pyrofila arter. Med tanke på den brandbekämpning som gör att naturliga skogsbränder sällan tar fyr (Östlund et al. 1997) så är skogens biodiversitet kanske beroende av att alla skogsägare gör sin beskärda del för att bevara denna funktionella grupp. En av anledningarna med hyggesbränning är just den funktion som naturvårdsåtgärd den utgör för att gynna sällsynta arter, både pyrofila och saproxyla (Victorsson et al. 2015), då deras habitat har minskat och mängden död ved som de svenska skogarna innehåller numera är liten (Dahlberg & Stokland 2004).

Att pyrofila arter tydligt gynnades av hyggesbränning som ses i figur 4 stärker den tanke om att hyggesbränning ska fungera som en kompensation för naturliga skogsbränder i syfte att bevara de pyrofila arterna. Även för de i olika konstellationer av rödlistade, sällsynta och saproxyla tenderar resultatet att visa till fördel för större artrikedom i hyggesbräda områden. Även de sällsynta insekterna gynnas i många fall, liksom pyrofiler, av bränd död ved (Wikars 2006). Resultatet är därav inte förvånande, men viktigt då det ger ett skäl till att fortsätta med hyggesbränning till mån för bevarandet av den biologiska mångfalden.

Att det inte sågs någon signifikant skillnad i artrikedom mellan hyggesbränd och obrända hyggen hos flera av de sällsynta och rödlistade arterna, exempelvis i studien av Hyvärinen et al. (2016), behöver inte nödvändigtvis betyda något negativt utifrån bevarande perspektivet. I deras studie inventerade de även hyggerna före avverkning och eventuell bränning och såg då en artrikedom som var betydligt lägre än den efter avverkning. Artrikedomen har gynnats även enbart av avverkning och blivit större.

Studien av Heikkala et al. (2016b) som visade på att hyggesbränning fungerar som ett miljöfilter stämmer ganska bra överens med de övriga studierna. Hyggesbränning gynnade de pyrofila arterna men gynnar inte de sällsynta ej saproxyla arterna (se figur 4) vilket alltså kan vara en effekt av miljöfiltret som hyggesbränning utgör. Heikkala et al. (2016b) menar på att hyggesbränning bör appliceras på hyggen i områden där det sällan brinner för att på en landskapsnivå ha en kontinuitet av nybrunnen död ved.

4.2 Påverkan av volym lämnade hänsynsträd

Sammanställningen av de fem studier som tittade på olika mängd hänsynsträd i figur 2 visade att en större mängd hänsynsträd än 0 m³/ha kvarlämnade vid hyggesbränning gav större artrikedom. Detta skulle kunna förklaras av att bränning av hyggen med hänsynsträd kvar ger en mer varierande miljö då träden kommer att bli brända på olika sätt med en varierande hårdhet. En del träd kommer att påverkas betydligt mer än andra, vilket kommer att generera en variation av träd i olika nedbrytningsstadier som kommer kunna ge en kontinuitet av döende eller död ved under en längre period. En större heterogenitet av död ved gynnar en större variation av saproxyliska arter vilket förklarar en högre artrikedom (Sandström et al. 2019). Bränning av ett hygge med inga kvarlämnade hänsynsträd borde inte generera lika mycket död ved och därmed inte lika stor artrikedom. Med denna tankegång borde även 50 m³/ha av hänsynsträd generera en större artrikedom än 30 m³/ha, vilket stämmer i många av studierna, men inte i alla. Sandström et al. (2019) pekar i sin studie på att kvaliteten av död ved kan vara viktigare än kvantiteten av död ved, vilket skulle kunna förklara varför den högsta nivån av hänsynsträd (50 m³/ha) inte alltid genererar en högre artrikedom. Att kvalitet är viktigare än kvantitet skulle också kunna vara en förklaring till varför artrikedomen i studien av Vanha-majamaa et al. (2007) sjönk ner lite från 5 m³/ha till 30 m³/ha av avverkningsrester, som nämnt i resultat har de dessutom alltid 50 m³/ha stående träd kvar.

Med tanke på att arterna gynnas av brand i form av ökad tillgång på föda och minskad konkurrens (Nilsson 2005) är det inte förvånande att hyggesbränning gav högre abundans än de obrända hyggerna. Det går nog också hand i hand med en

ökad artrikedom, där fler arter möjliggör för fler individer som utnyttjar föda och substrat på olika sätt. För abundansen sågs dock inte samma övertygande trender om att mer lämnande hänsynsträd gav en större effekt, så som för artrikedomen. En större mängd bränd död ved borde generera i större populationer och abundans än en mindre mängd bränd död ved, vilket stämmer i några studier, men inte i alla. Återigen kanske detta kan förklaras av Sandström et al. (2019) i deras resultat om att kvalitet kan vara viktigare än kvantiteten, eller så har andra faktorer en större påverkan. Påpekas bör det dock att de fem studierna troligen kommer från samma experiment i Finland, så en viss osäkerhet i resultatet finns och allt för stora slutsatser bör inte dras för vare sig artrikedom eller abundans. Ytterligare studier behövs på just den eventuella påverkan som volymen av lämnade hänsynsträd får på abundans och artrikedom hos insekter vid hyggesbränning innan definitiva slutsatser kan dras.

4.3 Gynnas alla insekter?

Som enda studie om myror och ur ordningen steklar bör det om Gibb & Hjälténs (2007) artikel inte dras allt för stora slutsatser men resultatet att de inte såg någon signifikant skillnad på hyggesbränning och obrända hyggen bör ändå noteras. Visserligen är ingen myrart i Skandinavien känd som pyrofil (Gibb & Hjälten 2007) vilket skulle kunna vara en anledning till att ingen skillnad sågs. Att myror inte gynnas av hyggesbränning skulle kunna påvisa att hyggesbränning inte nödvändigtvis gynnar alla. Hjältén et al. (2010) diskuterar i sin studie att hyggesbränning kan påverka vissa arter negativt men att det inte borde ses som ett hot mot de arterna. Malmström et al. (2009) för ett liknande resonemang och menar på att då brand är en del av det ekosystem som finns i skogen och har funnits under en lång tid så bör det kunna förväntas att artgrupper återhämtar sig som påverkats negativt av hyggesbränning. I studien av Vanha-majamaa et al. (2007) tittade de förutom på skalbaggar även på lavar, mossor och tickor. Resultatet visade att för dessa grupper så blev effekten av hyggesbränning i många fall dödlig där artrikedomen troligt kommer att ta lång tid på sig att återhämtas. Även Malmström et al. (2009) tittade på fler artgrupper än skalbaggar och såg även de att det tog tid för dem att återhämta sig. För att hyggesbränning inte ska ha en lika negativ påverkan på andra arter skulle mer hänsyn kunna tas vid val av hygge som utsätts för brand för att kunna undvika de områdena med exempelvis en rik lavflora.

I denna litteraturstudie var spridningen på ordningar av insekter liten med endast tre olika, och av dem utgjorde skalbaggar en övervägande majoritet som gav ett omfattande underlag för den ordningen. För att kunna dra slutsatser om hyggesbränning gynnar insekter i stort behövs ytterligare studier som omfattar fler familjer inom steklar och halvvingar men också fler ordningar av insekter, t ex

gynnas tvestjärtar av hyggesbränning? Frågan kan även breddas från insekter så som Vanha-majamaa et al. (2007) och Malmström et al. (2009) gör genom att titta på fler olika typer av klasser. Ytterligare studier behövs som jämför klassöverskridande däribland fler litteraturstudier som kan komplettera bilden. I förlängningen kan de svara på frågan om biodiversiteten i den boreala skogen gynnas av hyggesbränning. Framöver skulle det dessutom vara intressant att jämföra globalt om liknande trender och effekter även finns utanför de Fennoskandiska skogarna.

4.4 Slutsats

För att återkoppla till frågeställningarna så gynnas skalbaggar men inte myror av hyggesbränning i abundans och artrikedom. Dessutom så verkar effekterna bli större vid mer hänsynsträd än 0 m³/ha. Effekterna visar sig dock vara kortvariga och mattas av efter enbart några år antagligen då successionen och mer konkurrensstarka arter återtar sina ursprungliga miljöer. Hyggesbränning har även enligt studier negativa konsekvenser för andra organismer än insekter. Trots detta framställs ändå hyggesbränning som något bra och antagligen med all rätt. Att gynna sällsynta och pyrofila arter så att de kan bilda nästa generation bör ses som en vinst, särskilt om de visar sig att övriga arter återhämtar sig inom rimlig tid. Därför borde det i första hand verkas för att uppfylla de årliga målen för bränning av skog, så att dessa arter kan förvänta sig att nybrunnen ved finns att tillgå så att de kan överleva och på så sätt verka en biologisk mångfald. Dessutom bör det brännas fler hyggen med hänsynsträd om de visas gynna artrikedomen, då det idag mestadels bränns kalavverkat.

5. Referenser

- Dahlberg, A & Stokland, J.N. (2004). *Vedlevande arters krav på substrat-sammanställning och analys av 3600 arter*. (Rapport 7/2004) Skogsstyrelsen <https://cdn.abicart.com/shop/9098/art85/4646085-51e2f5-1733.pdf>
- Esseen, P.-A., Ehnström, B., Ericson, L. & Sjöberg, K. (1997). Boreal Forests. *Ecological Bulletins*, (46), 16–47. <https://www.jstor.org/stable/20113207>
- Forest Stewardship Council, FSC (2020). FSC-standard för skogsbruk i sverige. <https://www.se.fsc.org/sites/default/files/2021-10/FSC-standard%20fo%CC%88r%20skogsbruk%20i%20Sverige%20FSC-STD-SWE-03-2019.pdf#viewer.action=download> [2024-04-09]
- Fredriksson, E., Mugerwa Pettersson, R., Naalisvaara, J. & Lofroth, T. (2020). Wildfire yields a distinct turnover of the beetle community in a semi-natural pine forest in northern Sweden. *Ecological processes*, 9 (1). <https://doi.org/10.1186/s13717-020-00246-5>
- Gibb, H. & Hjältén, J. (2007). Effects of low severity burning after clear-cutting on mid-boreal ant communities in the two years after fire. *Journal of Insect Conservation*, 11 (2), 169–175. <https://doi.org/10.1007/s10841-006-9033-x>
- Granström, A. (2001). Fire Management for Biodiversity in the European Boreal Forest. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 16 (sup003), 62–69. <https://doi.org/10.1080/028275801300090627>
- Gustafsson, L., Kouki, J. & Sverdrup-Thygeson, A. (2010). Tree retention as a conservation measure in clear-cut forests of northern Europe: a review of ecological consequences. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25 (4), 295–308. <https://doi.org/10.1080/02827581.2010.497495>
- Heikkala, O., Martikainen, P. & Kouki, J. (2016a). Decadal effects of emulating natural disturbances in forest management on saproxylic beetle assemblages. *Biological Conservation*, 194, 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.12.002>
- Heikkala, O., Martikainen, P. & Kouki, J. (2017). Prescribed burning is an effective and quick method to conserve rare pyrophilous forest-dwelling flat bugs. Didham, R. & Barton, P. (red.) (Didham, R. & Barton, P., red.) *Insect Conservation and Diversity*, 10 (1), 32–41. <https://doi.org/10.1111/icad.12195>
- Heikkala, O., Seibold, S., Koivula, M., Martikainen, P., Müller, J., Thorn, S. & Kouki, J. (2016b). Retention forestry and prescribed burning result in functionally different saproxylic beetle assemblages than clear-cutting. *Forest Ecology and Management*, 359, 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.09.043>

- Hjältén, J., Gibb, H. & Ball, J.P. (2010). How will low-intensity burning after clear-felling affect mid-boreal insect assemblages? *Basic and Applied Ecology*, 11 (4), 363–372. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2009.12.012>
- Hyvärinen, E., Kouki, J. & Martikainen, P. (2006). Fire and Green-Tree Retention in Conservation of Red-Listed and Rare Deadwood-Dependent Beetles in Finnish Boreal Forests. *Conservation Biology*, 20 (6), 1710–1719. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00511.x>
- Hyvärinen, E., Kouki, J., Martikainen, P. & Lappalainen, H. (2005). Short-term effects of controlled burning and green-tree retention on beetle (Coleoptera) assemblages in managed boreal forests. *Forest Ecology and Management*, 212 (1), 315–332. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.03.029>
- Hörnsten, L., Nohlgren, E. & Aldentun, Y. (1995). *Brand och bränning- en litteraturstudie*. Redogörelse nr9. SkogForsk, Uppsala.
- Johannesson, H. & Dahlberg, A. 2001. *Färska brandfält ett måste för brandskiktdynan – och över åttio andra skogsarter*. Fakta Skog, sammanfattar aktuell forskning SLU. Nr 2 2001. <https://www.slu.se/globalassets/ew/ew-centrala/forskn/popvet-dok/faktaskog/faktaskog01/s01-02.pdf>
- Lachat, T., Bouget, C., Büttler, R., & Müller, J. (2013). Deadwood: quantitative and qualitative requirements for the conservation of saproxylic biodiversity. I: Kraus, D & Krumm, F (red.) *Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity*. European Forest Institute. 92-102. https://www.researchgate.net/publication/263580500_Integrative_Approaches_as_an_Opportunity_for_the_Conservation_of_Forest_Biodiversity#full-text
- Lundqvist, L., Cedergren, J. & Eliasson, L. (2014). *Blädningsbruk*. Skötselserien nr 11. Skogsstyrelsen. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-11-bladningsbruk.pdf>
- Malmström, A., Persson, T., Ahlström, K., Gongalsky, K.B. & Bengtsson, J. (2009). Dynamics of soil meso- and macrofauna during a 5-year period after clear-cut burning in a boreal forest. *Applied Soil Ecology*, 43 (1), 61–74. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.06.002>
- Martikainen, P., Kouki, J. & Heikkala, O. (2006a). The effects of green tree retention and subsequent prescribed burning on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in boreal pine-dominated forests. *Ecography*, 29 (5), 659–670. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04562.x>
- Niklasson, M. & Nilsson, S.G. (2005). *Skogsdynamik och arters bevarande*. Upplaga 1:4. Studentlitteratur. Lund
- Nilsson, M. (2005). *Naturvårdsbränning: vägledning för brand och bränning i skyddad skog*. (Rapport 5438) Naturvårdsverket. <https://naturvardsverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1638186/FULLTEXT01.pdf>
- Pitkänen, A., Kouki, J., Viiri, H. & Martikainen, P. (2008). Effects of controlled forest burning and intensity of timber harvesting on the occurrence of pine weevils, *Hylobius* spp., in regeneration areas. *Forest Ecology and Management*, 255 (3), 522–529. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.09.024>

- Rådström, L & Thorsén, Å. (2006). *Jämförelse av finskt och svenskt skogsbruk*. Nr 13 2006. Skogforsk.
<https://www.skogforsk.se/contentassets/6aa173af74614fc783b0ce646a5ed43a/resultat-nr-13-06-lowres.pdf>
- Sandström, J., Bernes, C., Junninen, K., Löhmus, A., Macdonald, E., Müller, J. & Jonsson, B.G. (2019). Impacts of dead wood manipulation on the biodiversity of temperate and boreal forests. A systematic review. Mukul, S. (red.). *Journal of Applied Ecology*, 56 (7), 1770–1781. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13395>
- Skogskunskap (2023). *Hyggesbränning* <https://www.skogskunskap.se:443/skota-barrskog/foryngra/planera-och-forbered-foryngringen/hyggesbranning/> [2024-04-16]
- Skogsstyrelsen (u.å). *Statistik om frivilliga avsättningar och certifierad areal*. <https://www.skogsstyrelsen.se/statistik/statistik-efter-amne/frivilliga-avsattningar-och-certifiering/> [2024-04-17]
- Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU (2023). *Skogsdata 2023*. SLU, Institutionen för skoglig resurshållning.
https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/rt/dokument/skogsdata/skogsdata_2023_webb.pdf
- Vanha-Majamaa, I., Lilja, S., Ryömä, R., Kotiaho, J.S., Laaka-Lindberg, S., Lindberg, H., Puttonen, P., Tamminen, P., Toivanen, T. & Kuuluvainen, T. (2007). Rehabilitating boreal forest structure and species composition in Finland through logging, dead wood creation and fire: The EVO experiment. *Forest Ecology and Management*, 250 (1), 77–88. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.03.012>
- Victorsson, J., Wikars, L.-O., Ås, S. (2015). The positive effects of prescribed burning of clear-cuts on saproxylic beetle diversity are short-lived and depend on forest-fire continuity. I: Stack, C. (red.) (2015). *Beetles: biodiversity, ecology and role in the environment*. Nova Publishers. s.1-26. https://www.novapublishers.com/wp-content/uploads/2019/03/978-1-63463-380-2_ch1.pdf
- Wallenius, T. (2011). Major decline in fires in coniferous forests – reconstructing the phenomenon and seeking for the cause. *Silva Fennica*, 45 (1).
<https://doi.org/10.14214/sf.36>
- Wikars, L.O (1992). Skogsbränder och insekter. *Entomologisk Tidskrift*. 113 (4), 1-11.
https://www.sef.nu/download/entomologisk_tidskrift/et_1992/ET%201992%204%201-11.pdf
- Wikars, L. O. (2006). *Åtgärdsprogram för bevarande av brandinsekter i boreal skog*. (Rapport 5610). Naturvårdsverket.
<https://www.naturvardsverket.se/4ac27a/globalassets/media/publikationer-pdf/5600/978-91-620-5610-7.pdf>
- Wikars, L. O & Niklasson, M (2006). *Behovet av brand i skogen*.
https://www.researchgate.net/publication/237215904_Behovet_av_brand_i_skogen
- Östlund, L., Zackrisson, O. & Axelsson, A.-L. (1997). The history and transformation of a Scandinavian boreal forest landscape since the 19th century. *Canadian Journal of Forest Research*, 27 (8), 1198–1206. <https://doi.org/10.1139/x97-070>

Tack

Jag vill ta tillfället i akt och rikta ett stort tack till min handledare Aino Hämmäläinen. Tack för ditt engagemang och kloka råd som varit till stor hjälp under arbetets gång. Ett tack förtjänar även mina klasskompisar för trevligt lunchsällskap, välbehövda raster och bra pepp. Tack och bock!

Bilaga 1

Lista med de artiklar som litteraturstudien baseras på:

- Gibb, H. & Hjältén, J. (2007). Effects of low severity burning after clear-cutting on mid-boreal ant communities in the two years after fire. *Journal of Insect Conservation*, 11 (2), 169–175. <https://doi.org/10.1007/s10841-006-9033-x>
- Heikkala, O., Martikainen, P. & Kouki, J. (2016a). Decadal effects of emulating natural disturbances in forest management on saproxylic beetle assemblages. *Biological Conservation*, 194, 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.12.002>
- Heikkala, O., Martikainen, P. & Kouki, J. (2017). Prescribed burning is an effective and quick method to conserve rare pyrophilous forest-dwelling flat bugs. Didham, R. & Barton, P. (red.) (Didham, R. & Barton, P., red.) *Insect Conservation and Diversity*, 10 (1), 32–41. <https://doi.org/10.1111/icad.12195>
- Heikkala, O., Seibold, S., Koivula, M., Martikainen, P., Müller, J., Thorn, S. & Kouki, J. (2016b). Retention forestry and prescribed burning result in functionally different saproxylic beetle assemblages than clear-cutting. *Forest Ecology and Management*, 359, 51–58. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.09.043>
- Hjältén, J., Gibb, H. & Ball, J.P. (2010). How will low-intensity burning after clear-felling affect mid-boreal insect assemblages? *Basic and Applied Ecology*, 11 (4), 363–372. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2009.12.012>
- Hyvärinen, E., Kouki, J. & Martikainen, P. (2006). Fire and Green-Tree Retention in Conservation of Red-Listed and Rare Deadwood-Dependent Beetles in Finnish Boreal Forests. *Conservation Biology*, 20 (6), 1710–1719. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00511.x>
- Hyvärinen, E., Kouki, J., Martikainen, P. & Lappalainen, H. (2005). Short-term effects of controlled burning and green-tree retention on beetle (Coleoptera) assemblages in managed boreal forests. *Forest Ecology and Management*, 212 (1), 315–332. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.03.029>
- Malmström, A., Persson, T., Ahlström, K., Gongalsky, K.B. & Bengtsson, J. (2009). Dynamics of soil meso- and macrofauna during a 5-year period after clear-cut burning in a boreal forest. *Applied Soil Ecology*, 43 (1), 61–74. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.06.002>
- Martikainen, P., Kouki, J. & Heikkala, O. (2006a). The effects of green tree retention and subsequent prescribed burning on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in boreal pine-dominated forests. *Ecography*, 29 (5), 659–670. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0906-7590.04562.x>

- Pitkänen, A., Kouki, J., Viiri, H. & Martikainen, P. (2008). Effects of controlled forest burning and intensity of timber harvesting on the occurrence of pine weevils, *Hylobius* spp., in regeneration areas. *Forest Ecology and Management*, 255 (3), 522–529. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.09.024>
- Vanha-Majamaa, I., Lilja, S., Ryömä, R., Kotiaho, J.S., Laaka-Lindberg, S., Lindberg, H., Puttonen, P., Tamminen, P., Toivanen, T. & Kuuluvainen, T. (2007). Rehabilitating boreal forest structure and species composition in Finland through logging, dead wood creation and fire: The EVO experiment. *Forest Ecology and Management*, 250 (1), 77–88. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.03.012>
- Victorsson, J., Wikars, L-O., Ås, S. (2015). The positive effects of prescribed burning of clear-cuts on saproxylic beetle diversity are short-lived and depend on forest-fire continuity. I: Stack, C. (red.) (2015). *Beetles: biodiversity, ecology and role in the environment*. Nova Publishers. s.1-26. https://www.novapublishers.com/wp-content/uploads/2019/03/978-1-63463-380-2_ch1.pdf

Bilaga 2

Tabell 1: Sammanställning av innehållet i de 12 artiklarna som studien baserats på.

Artikel	Land	Artgrupp	Volym av hänsynsträd i m ³ /ha	Studerade år efter brand (år 0 är direkt efter brand)	Vad studerades
Gibb & Hjältén 2007	Sverige	Myror	0	År 0–1	Artrikedom & abundans
Heikkala et al. 2016a	Finland	Skalbaggar	0, 10, 50	År 1 och år 10	Artrikedom
Heikkala et al. 2017	Finland	Barkskinnsbaggar	0, 10, 50	År 0–2	Artrikedom & abundans
Heikkala et al. 2016b	Finland	Skalbaggar	0, 10, 50	År 1	Funktionell fylogenetisk mångfald
Hjältén et al. 2010	Sverige	Skalbaggar	0	År 0–2	Artrikedom & abundans
Hyvärinen et al. 2006	Finland	Skalbaggar	0, 10, 50	År 0–1	Artrikedom & abundans
Hyvärinen et al. 2005	Finland	Skalbaggar	0, 10, 50	År 0	Artrikedom & abundans
Malmström et al. 2009	Sverige	Skalbaggar	0, men 25-30 ton/ha av skörderester	År 0–4	Abundans
Martikainen et al. 2006	Finland	Skalbaggar	0, 10, 50	År 1	Artrikedom & abundans
Pitkänen et al. 2008	Finland	Skalbaggar	0, 10, 50	År 0–1	Abundans
Vanha-Majamaa et al. 2007	Finland	Skalbaggar	Stående: alltid 50 Liggande: 5, 30, 60	År 0–3	Artrikedom & abundans
Victorsson et al. 2015	Sverige	Skalbaggar	0	År 0–4	Artrikedom & abundans

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.