UPPSALA
UNIVERSITET

Skogsbränders påverkan på det boreala ekosystemet

Med inriktning på brandinsekter

Gunnar Wigge

Independent Project in Biology
Självständigt arbete i biologi, 15 hp, vårterminen 2015
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

Sammandrag
Skogsbränder är ett återkommande naturligt störningsfenomen i boreala skogar. Detta har gjort att många organismer har anpassat sig till denna återkommande störning i landskapet. I det moderna skogsbruket bekämpas skogsbränder vilket har fått som följd att många av de organismer som är brandberoende idag är hotade. I detta arbete undersöker jag hur skogsbränder påverkar den boreala skogen med inriktning på brandinsekter, samt vilka åtgärder som genomförs för att bevara denna unika miljö och de unika organismer som finns där. Uppsatsen avslutas med en diskussion kring effekterna av bevarandeåtgärderna och framtiden för de hotade arterna.

Inledning
Boreala skogar drabbas naturligt av skogsbränder, detta har i ett historiskt perspektiv skett i cykler om ungefär 80 år i tallskog (Zackrisson 1977) och 300 år i granskog (Wallenius 2002). Skogsbränder agerar som störning i landskapet och öppnar upp för opportunister, arter som är specifikt anpassade till att kolonisera störda marker och snabbt reproducerar sig i frånvaro av konkurrens från andra arter. Skogsbränderna gör även att en stor mängd död ved bildas, något som gynnar vissa typer av både svampar (Ylisirniö et al. 2012) och insekter (Gongalsky et al. 2006) som lever i/av detta substrat. Vissa insektsarter har så till den grad anpassat sig till den miljö som skapas vid skogsbränder att de är helt beroende av att det finns tillgång till nyligen brända marker. Dessa kallas brandinsekter (Wikars 2002). Brandinsekterna utgörs till största delen av skalbaggar (Coleoptera), skinnbaggar (Heteroptera) och tvåvingar (Diptera).

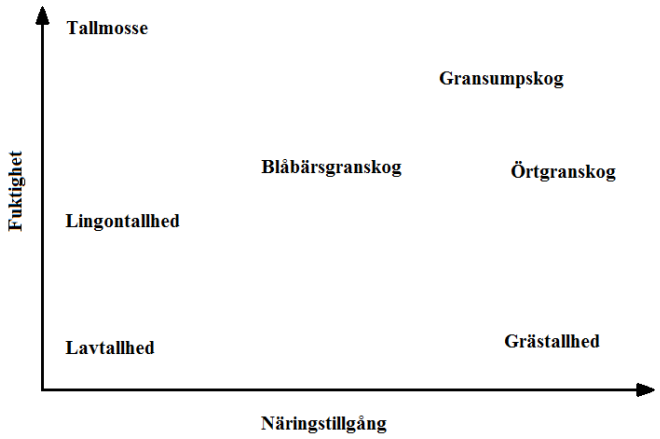
När virkes- och pappersindustrin växte sig stor under 1800-talet och det moderna skogsbruket gjorde sitt intåg i Sverige ökade skogens ekonomiska värde. Som en följd av detta började skogsbränder mer aktivt att bekämpas och antalet skogsbränder har sedan dess minskat kraftigt i omfång och antal. Det moderna skogsbruket lämnar också mycket mindre död ved kvar i skogen. Denna utveckling har gjort att många dödvedsberoende insektsarter liksom de specifika brandinsekterna missgynnas. Många vedlevande insekter är starkt hotade och de flesta av de skalbaggsarter som finns med på den svenska rödlistan över hotade arter är vedlevande (Gärdenfors 2010) och även de flesta av brandinsekterna är rödlistade (Wikars 2006).

Uppsatsen fokuserar på hur skogsbränder påverkar brandberoende insekter i boreala skogar samt olika bevarandeåtgärder för att bevara dessa brandgynnade organismer.

Boreal skog
Det boreala och boreo-nemorala skogsbältet sträcker sig i ett band runt jorden, i Sverige från 56° N till 69° N. Den boreala skogen karaktäriseras av att barrträd är de dominerande arterna i skogen. I Sverige består skogen i princip bara av tall (*Pinus sylvestris)* och gran (*Picea abies*) (Engelmark & Hytteborn 1999). Den boreo-nemorala skogen karaktäriseras av en större andel lövfällande träd av mer sydlig utbredning så som lönn (*Acer plantanoides*) och ek (*Qercus robur*) (Engelmark & Hytteborn 1999).

Den boreala skogen växlar mycket i karaktär beroende av de abiotiska miljöfaktorer som finns på växtplatsen (Sjörs 1967). Om man klassificerar skogen utifrån gradienterna fuktighet och näringstillgång finner man att tallskogstyperna är förlagda till den näringsfattiga delen av gradienten, samt i extremerna av fuktighetsaxeln (Figur 1) (Engelmark & Hytteborn 1999). Granen är bra på att växa snabbt och utnyttja näringsrika marker och är en stark konkurrent när det finns gott om näring. Dock klarar inte granen av att konkurrera lika bra på extremt torra eller fuktiga marker, där kommer istället tall att ta över. Därför finner man granskogstyperna längre ut på

näringsaxeln men mer centrerat i fuktighetsaxeln och tallskogen i det näringsfattiga delarna i extremerna av fuktighetsaxeln (Engelmark & Hytteborn 1999) (Figur 1). Inblandad i den boreala skogen förekommer diverse lövträd så som al (*Alnus* sp.), björk (*Betula* sp.), asp (*Populus tremula*) och rönn (*Sorbus intermedia*) (Sjörs 1967).



Figur 1: Fördelning av skogstyper över faktorerna fuktighet och näringstillgång. Modifierad efter Engelmark & Hytteborn (1999).

Gran och tall är båda starka konkurrenter och skapar en krona som släpper igenom väldigt lite ljus. Lövträd och örter utnyttjar istället till stor del de gläntor som uppstår vid störningar, så som stormar, skogsbränder och avverkning (Engelmark & Hytteborn 1999, Kuuluvainen 2009).

Sveriges skog är hårt brukad

I Sverige är idag nästan all skog brukad, av 28 miljoner ha skogsmark i Sverige är ungefär 23 miljoner ha så kallad produktiv skogsmark, mark med förutsättningar för timmerproduktion (Anonym 2014a). Av dessa 23 miljoner ha ligger ungefär 0,8 miljoner ha inom nationalparker och andra skyddade områden där vanligt skogsbruk inte får bedrivas (Anonym 2014a). De kvarvarande cirka 22 miljonerna ha produktiv skogsmark är i princip utan undantag brukad (anonym 2014a). Den brukade skogen har likt en åker återkommande skötselåtgärder, efter avverkning genomförs markberedning, vanligtvis harvning eller fläckmarkberedning. Plantering sker sedan oftast genom plantering av småplantor, men skogsägaren kan också välja att så frön eller lämna fröträd för naturlig föryngring (Anonym 2014a). Skog måste enligt svensk lag återplanteras. Innan slutavverkning följer en röjningsfas och en gallringsfas. Röjning sker först och man glesar ut beståndet från träd som är mindre än 10 cm i diameter. Därefter kommer gallringfasen där man plockar ut träd större än 10 cm i diameter för att ge plats åt de träd som ska vara kvar till slutavverkning (Anonym 2014a). Minsta ålder för slutavverkning är reglerad i lag och varierar mellan 45 och 100 år beroende på art och hur produktiv marken är (Anonym 2014b) Till exempel har en skog på en näringsfattig hed i Norrland högre ålder för slutavverkning än en näringsrik granskog i Mälardalen (Anonym 2014b).

Det faktum att en så stor del av Sveriges skogsmark är intensivt brukad medför att den största störningsfaktorn i svenska skogar idag är avverkning av skog. Det innebär att skogens artsammansättning och utseende totalt har ändrat karaktär de senaste 100 åren (Linder & Östlund 1997). Undersökningar i Orsa finnmark i Dalarna, där skogen tidigt inventerades, visar på en homogenisering av ålder i bestånden samt en ökad andel tall. År 1919 bestod skogen i Orsa finnmark till 57% av träd äldre än 120 år, 78 år senare hade mängden gamla träd minskat till 11% (Linder & Östlund 1997). Även mängden död ved som finns i skogen har drastiskt minskat (Linder

& Östlund 1997). Liknande resultat med en alltmer homogen åldersfördelning finner även Hellberg et al. (2009) i västerbottniska granskogar.

Skogsbränder

Skogsbränder är ett naturligt återkommande störningsfenomen i den boreala skogen. Bränder uppstår oftast vid väldigt torra förhållanden och under högsommaren när antalet blixtnedslag är som störst (Zackrisson 1977, Granström 1993). Under många hundra år, antagligen ända tillbaka till neolitisk tid, har människan verksamhet bidragit till att skogsbränder uppstått (Zackrisson 1977, Niklasson & Granström 2000). Både med avsikt, till exempel vid svedjebruk och av misstag vid slarvig eldhantering.

I artikeln ”Influence of forest fires on the North boreal forest” från 1977 undersöker Zackrisson skogsbrandsfrekvensen i västerbottnisk tallskog utifrån brandskador i 40-600 år gamla träd och finner att medelintervallet för skogsbrand har historiskt sett varit ungefär 80 år. Undersökningar i granskog i Finland visar på längre intervall på över 300 år (Wallenius 2002). Tallen växer oftare på torrare mer lättantändliga marker än granen och skillnaden i brandintervall är därför inte särskilt förvånande (Engelmark & Hytteborn 1999). Tallen är dock mer anpassad än granen till att tåla brand och brandskador, den har tjock bark som tål värme bra och en lång stam med kronan högt över marken som gör att endast mycket hårda bränder når upp till den (Nilsson 2005). Granen växer fuktigare och därför brinner granskog mer sällan (Engelmark & Hytteborn 1999). När en granskog väl brinner överlever få träd då branden snabbt går över i kronbrand vilket dödar träden (Engelmark & Hytteborn 1999).

Antalet skogsbränder har minskat

Zackrisson (1977) noterar en tydlig minskning av antalet skogsbränder från och med 1800-talets slut, och konstaterar att den genomsnittliga tidsperioden som förflutit sedan den senaste skogsbranden i det undersökta området är 155 år, nästan dubbelt så lång tid som det historiska brandintervallet på 80 år. Han nämner framförallt effektiv brandbekämpning som orsak till den minskade brandfrekvensen. Wallenius (2011) noterar att andelen bränd skog minskar med 90% under senare hälften av 1800-talet både i västra USA och i Fennoskandia och går igenom fyra olika teorier om varför skogsbrandsfrekvensen minskar över det boreala bältet.

1. Bekämpning av skogsbränder. Över de delar av det boreala skogsbältet som var bebodda infördes bekämpning av skogsbränder under andra hälften av 1800-talet i Fennoskandia och i början av 1900-talet i västra USA (Wallenius 2011). Minskningen av antalet skogsbränder kommer dock tidigare än den organiserade bekämpningen av brand.

2. Temperatur, nederbörd och antalet blixtnedslag utgör viktiga faktorer för sannolikheten att skogsbrand ska utbryta (Drobyshev et al. 2012). Torka påverkar visserligen storleken på de bränder som uppstår men det finns ingen statistisk grund för att den minskade brandfrekvensen skulle vara en följd av klimatförändringar (Wallenius 2011).

3. Ökningen av tamboskap korrelerar med den minskade brandfrekvensen, men då boskapsmängden sätts i jämförelse med den historiska mängden vilt som har funnits i de undersökta områdena finner Wallenius (2011) att den korrelationen inte är något att lita på då viltpopulationerna har legat på samma nivå som tamboskapen.

Den starkaste förklaringen finner Wallenius (2011) i den 4:e teorin, att mängden mänskliga antändningar i skog och mark har minskat. I västra USA, under 1800-talets andra hälft, var antalet skogsbränder som startades av människor 80 gånger fler än de som antändes av blixtnedslag. Antändningar i skogen minskar sedan med en tiondel fram till 1900-talets början för att vid mitten av 1900-talet vara densamma som antalet blixtnedslag. Denna minskning sker samtidigt som timmerproduktionen i skogarna ökar drastiskt (Wallenius 2011).

Att skogen inte följer samma brandcykler som skett historiskt får ekologiska konsekvenser, det finns många arter i den boreala skogen som är beroende av återkommande störningar i skogen för att kunna reproducera sig och etablera sig. Vissa arter är även beroende av den specifika typ av störning som skogsbrand utgör (Hobson & Schieck 1999, Wikars 2002).

Skogsbränder skapar en mosaik i skogslandskapet

Vid skogsbrand skiljer man på brandintensitet och bränningsdjup (Nilsson 2005). Brandintensiteten är hur kraftigt branden brinner ovan mark och beror av mängden bränsle, rådande vindar hur fuktigt det är. Brandintensiteten kommer att påverka hur högt upp i trädens kronor branden går och hur mycket trädstammarna skadas (Nilsson 2005). Branddjupet är hur mycket av humus, förna och mosslager som brinner och beror av fuktigheten i dem (Nilsson 2005). Genom att skogsbränders intensitet varierar med hur mycket bränsle som finns tillgängligt samt hur fuktig marken är, terrängens utseende och hur vinden ligger på, kan en skogsbrand ge väldigt olika påverkan på olika delar av brandfältet. Till exempel kan våtmarker och höjder förbli i stort sett orörda medan platåer och raviner blir hårdare brända. Detta medför att olika mycket skog dör vilket skapar en variation i hur skogen ser ut och vad som växer upp efteråt samt att refugier för arter återstår och kan åter kolonisera brandfältet(Schimmel & Granström 1996).

Figur 2: Svedjenäva (*Germanium bohemicum*) är en brandväxt vars värmeaktiverade frön kan ligga i marken i över 100 år i väntan på en skogsbrand. Foto: Risberg (2011)

När skogen sedan återväxer genomgår den ett antal olika successionsstadier där olika växter ersätter varandra i successionsordningen (Ruokolainen & Salo 2006). Den boreala skogen är vanligtvis näringsfattig med den mesta näringen uppbunden i växtligheten och humuslagret, vid skogsbrand frigörs denna näring vilket gör brandfält väldigt näringsrika. I det allra första stadiet av successionen kan man urskilja två olika strategier hos växterna, invaderande och undvikande. De undvikande växterna är de växter som har rötter eller fröbanker som har överlevt (”undvikit”) branden genom att ligga djupt i jorden eller ha hög värmetålighet för att växa upp när branden är över. Både ljung (*Calluna vulgaris*), lingon *(Vaccinium vitis-ideae)* och blåbär (*Vaccinium myrtillus*) kan skjuta skott om rötterna inte har blivit brända (Schimmel & Granström 1996). Vårfryle (*Luzula pilosa*) och hallon *(Rubus ideaus*) har mer långlivade fröbanker som gror vid störningar i marken. Ett extremt exempel av fröbanksväxt är svedjenävan (*Germanium bohemicum*) (Figur 2) som har en livscykel helt anpassad till skogsbränder med frön som inte börjar gro om inte de hettas upp till 40-50 °C och vars frön kan ligga och vila i väntan på brand i över hundra år (Thor et al. 2006). Även tallen kan räknas som en undvikande art. Kottarna fungerar som ett värmeisolerande hölje och kan

efter brand öppna sig och släppa frön (Lamont et al. 1991).

På hårt brända områden där fröbanken gått förlorad är det istället arter med invasiva strategier som kommer in, till exempel mjölkörten (*Epilobium angustifolium*) (som heter ”fireweed” på engelska) som är vindspridd och ofta dominerande på brandfält de första fyra åren (Schimmel & Granström 1996, Ruokolainen & Salo 2006). Lövträd så som björk, rönn och sälg (*Salix* sp.) gror snabbt i askan efter brand och börjar efter några år att dominera brandfältet (Ruokolainen & Salo 2006). Med tiden tar gran och tall över och kommer dominera men lövträden kan finnas kvar en lång tid (Ruokolainen & Salo 2006, Lankia et al. 2012).

En skog med upprepade brandcykler kommer att bestå av flera åldersklasser av träd. För varje skogsbrand tillkommer en ny generation träd medan samtidigt äldre generationer normalt överlever i olika grad. Detta i kombination med att olika delar av skogen brinner med olika intervall gör att man på landskapsnivå får en mosaik av skog i olika successionsstadier. Detta är gynnsamt för mångfalden av både flora och fauna (Ruokolainen & Salo 2006).

Klimatet och skogsbränder

Att klimatet förändras och att det sker med en hastighet som inte har skett tidigare är det idag ingen tvekan om (Pachauri 2014). Att klimatförändringarna också får en påverkan på skogsbränder är det heller ingen tvekan om, men frågan är hur? Även om temperaturen stiger är det inte säkert att det blir torrare, temperaturförändringarna kan få vädermönster att ändra sig och öka nederbörden i vissa områden eller fuktiga havsvindar att ändra riktning (Carcaillet et al. 2001).För att förstå hur klimatförändringar påverkar skogsbränder undersöker man hur klimatet historiskt har påverkat brandregimen och utifrån dessa data försöker man simulera och förutsäga framtida scenarion (Carcaillet et al. 2001, Drobyshev et al.2012, De Groot et al. 2013).

Genom att studera kol- och pollenavlagringar i sjöar kan man undersöka frekvensen av skogsbränder och förändringar i artsammansättning över tid sedan den senaste istiden (Carcaillet et al. 2001). Carcaillet et al. (2001) undersöker om det är växtartssammansättningen eller klimatförändringen som påverkar skogsbrandsfrekvensen genom att undersöka kol- och pollenhistorik i sjöar. De historiska förändringarna av skogsbrandsfrekvensen sker aldrig i samband med förändringar av växtsammansättning, vilket leder Carcaillet et al. (2001) till att dra slutsatsen att klimatet är den avgörande faktorn för att skogsbrandsfrekvensen förändras med tiden. De Groot et al. (2013) simulerar förväntad skogsbrandsrisk i Kanada och centrala Sibirien 100 år framåt utifrån nuvarande nederbördsdata samt de klimatscenarion som IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) har tagit fram. I deras simuleringar kommer skogsbrandsrisken och intensiteten på bränderna att öka på grund av en förhöjd temperatur och minskad nederbörd om somrarna. De konstaterar dock att detta resultat antagligen inte är applicerbart över resten av det boreala bältet då modellerna är anpassade för de undersökta områdena.

Brandinsekter, insekter med krav

En skogsbrand skapar normalt en stor mängd färsk död ved såväl som skadade träd. Är marken tillräckligt uttorkad så bränns humuslagret på marken bort helt och lämnar mineraljorden bar. Konkurrensen på ett färskt brandfält är också väldigt liten eftersom de flesta organismer är ihjälbrända. Många insekter gynnas av skogsbränder på olika sätt. Wikars (2006) listar över hundra insektsarter, som på något vis är gynnade av brandfält. Av dessa är 38 arter ur ordningarna Coleoptera (skalbaggar), Diptera (tvåvingar), Heteroptera (skinnbaggar) samt Lepidoptera (fjärilar och malar) klassade som brandinsekter (även kallade pyrofila insekter). Brandinsekter är insekter som är helt beroende av brandfält för reproduktion och överlevnad (Wikars 2006).

Brandinsekter är specialiserade till den nisch som bildas vid skogsbränder. Vissa av brandinsekterna har organ som är känsliga för infrarött ljus (Schmitz & Bousack 2012). Medan andra kan känna av

doften av rök många mil bort (Schütz et al 1999), detta gör att brandinsekter kan känna av skogsbränder på långa avstånd (Milberg et al. 2014). Att habitaten ligger långt bort medför ett selektionstryck för god spridningsförmåga, till exempel har skalbaggar av arten sotsvart praktbagge (*Melanophila acuminata)* signifikant mer flygmuskler och större vingarea per viktenhet än närbesläktade arter som inte är brandberoende (Wikars 1997a). Wikars (1997a) föreslår att de ovanligt stora musklerna ger dem förmåga att flyga uppvinds för att följa rökdoft och högre flyghastighet, då tidigare studier har visat att större muskler inte leder till längre spridningsförmåga. Brandinsekter kan utnyttja ett brandfällt i över 10 år efter att det brunnit men de flesta anländer direkt efter branden för att dra fördel av frånvaron av konkurrenter (Wikars 1997b). Brandinsekterna har förutom beroendet av brandfält för sin överlevnad väldigt skilda livshistorier och ekologiska strategier. Vissa av dem är beroende av den stora mängd nyligen bildad död ved och skadade träd som uppstår vid skogsbrand och lever på att äta kambiet på dessa (Wikars 2002). Andra lever av eller i symbios med vissa typer av svampar som endast etablerar sig på brandfält (Wikars 2001). En del av dem predaterar på det överflöd av insekter som uppstår (Wikars 2006).

Här följer beskrivningar av några arter som är finns med i ”Åtgärdsprogram för bevarande av brandinsekter i boreal skog” för att ge en bild av det spann av olika livshistoriestrategier som finns inom brandinsekterna (Wikars 2006). Arternas hotbild beskrivs enligt IUCN (Internaitonal Union for Conservation of Nature) vars definitioner även används för den svenska rödlistan.

Bandad brandsvampbagge (*Biphyllus lunatus*)

Bandad brandsvampbaggen är en cirka 3 mm ovalt rundad brunsvart skalbagge med ett gulvitt band över ryggen (Figur 3). Den skiljs från andra liknande arter på det gulvita bandet över ryggen samt de tydligt runda klubborna längst ut på antennerna (Wikars 2006). Den bandade brandsvampbaggen är funnen på ett antal olika svamparter i Europa men i Sverige endast på brandskiktdynan *(Daldinia loculata),* där den lever av att äta svampmycel (Wikars 2006).

Figur 3: Bandad brandsvampbagge (*Biphyllus lunatus*), en brandinsekt som återfinns i arter av ascomyceten skiktdyna (*Daldinia* sp.) (Belgers 2011)

Brandskiktdynan lever och har sin reproduktiva fas med fruktkroppar på brandskadade lövträd, i Sverige framför allt björk (Johannesson 2000). Brandskiktsdynans sexuella reproduktion är beroende av vedlevande insekter som vektorer för spridning av sporer mellan olika träd. Bandad brandsvampbaggen har till och med små håligheter på huvudet vilka antas vara organ för transport av svampsporer och mycel. Organen anses vara ett exempel på coevolution där svampen får hjälp med sin reproduktion och spridning medan skalbaggen får med sig sin matkälla till nästa träd. Efter

sexuell sporbildning sprids sporerna till omkringliggande obrända skogar där svampen ligger latent tills dess att en skogsbrand utbryter (Johannesson 2000).

Bandad brandsvampbagge finns idag endast på Gotland och är klassad som en starkt hotad art (EN) (Gärdenfors 2010). Traditionen att bränna ris från lövträd på ängar på Gotland har gjort att nya habitat för bandad brandsvampbagge skapats regelbundet, både i form av det brända riset brandskadade träd vid sidan om. Både det brända riset och de skadade träden på ängarna utgör möjliga utvecklingsplatser för skiktdynor och därmed bandad brandsvampbaggen (Wikars 2006).

Kantad kulhalsbock (*Acmaeops marginata*)
Den kantande kulhalsbocken är en 7-11 mm lång långhorning med kort bred kropp och ett gult band längs täckvingarna. Larverna gnager gångar under barken på branddödade tallar, men påträffas även på gamla levande träd och obränd nybildad död ved (Ehnström & Holmer 2007). Skalbaggens utveckling är tvåårig och förpuppningen sker i marken under trädet. De vuxna skalbaggarna livnär sig på tallpollen (Wikars 2006).

Kantad kulhalsbock listas som en starkt hotad art (EN) av ArtDatabanken (Gärdenfors 2010). Utbredningen har historiskt sett varit över hela landet men de fynd som har gjorts den senaste tiden har varit på brandfält i Norrland (Wikars 2006). Undantagen från detta är fynd på Gotland samt att skalbaggen förekommer på Gotska sandön och på Sandön utanför Luleå där den lever i gammal tallskog (Ehnström & Holmer 2007).

Rökdansfluga (*Hormopeza obliterata*)
Rökdansflugan är en mygglik tvåvinge (Diptera) som är ungefär 4 mm lång. Dess reproduktiva fas sker på brandfält och arten är starkt attraherad till rök. Stora mängder rökdansflugor kan ansamlas om en skogsbrand pågår länge (Wikars 2006). Äggen läggs i hårdbränd mark där den största delen av humusen har blivit bortbränd. Larverna antas vara rovdjur då andra dansflugelarver är detta men deras livshistoriestrategi är okänd (Wikars 2006). Rökdansflugan är en rovfluga och har setts äta brandsvampfluga (*Microsania* sp.), en mindre tvåvinge som är brandberoende och som svärmar ovanför pyrande mark (Wikars 2006).

Rökdansflugan är klassad som en missgynnad art (nära hotad, NT) i Sverige (Gärdenfors 2010).

Hot och bevarandeåtgärder
På grund utav den minskande skogsbrandsfrekvensen och skogsbrändernas minskade omfång har antalet brandinsekter minskat i de svenska skogarna (Wikars 2006). De arter som har levt kvar har gjort det mycket tack vare att hyggesbränning har förekommit som markberedningsmetod i delar av Dalarna och Norrland (Wikars 1997b). En viss mängd spontana skogsbränder utbryter dessutom fortfarande, även om de är mindre till arealen än förr (Wallenius 2011). De habitat som finns för brandinsekter idag är dock starkt fragmenterade och isolerade (Wikars 1997b).

De flesta brandinsekter återfinns i hela det boreala bältet och vissa arter har även en mer sydlig utbredning. Några av de hotade arterna i Sverige återfinns i livskraftiga populationer i andra delar av världen (Wikars 2006).

Vad görs idag?
År 1990 gjordes den första naturvårdsbränningen i Sverige av skogsbolaget Stora Enso i Hälsingland och 1993 brändes det för första gången i ett naturreservat (Nilsson 2005). För miljömärkning av skog enligt svenska FSC (Forest Stewardship Council) ska 5% av föryngringsarealen brännas i naturvårdssyfte av större skogsägare. Om en större andel träd får stå kvar vid avverkning kan en mindre andel brännas (FSC 2014). FSC är en internationell organisation som verkar för miljöanpassat skogsbruk med socialt ansvarstagande i samarbete med

skogsföretagen och miljöorganisationer. Cirka 50% av Sveriges skog brukas enligt FSC-standard (Anonym 2014a). Det finns dock ingen statistik om hur mycket skog som bränns årligen på FSC-certfierad mark eller vilken typ av mark som bränns (kalhygge eller stående skog). Hyggesbränning används idag inte som markberedningsmetod förutom vid naturvårdsbränning (Anonym 2004).

I miljökvalitetsmålet levande skogar, ett av Sveriges 16 miljökvalitetsmål, är ett delmål att ”skogens naturliga funktioner och processer ska upprätthållas” (Nilsson 2005). Naturvårdsbränning är en sådan åtgärd.

År 2005 gav Naturvårdsverket ut ”Vägledning för brand och bränning i skyddad skog” som ger riktlinjer för hur områden för naturvårdsbränning ska väljas ut, hur de ska skötas samt de mål och riktlinjer som finns inom åtgärdsprogrammet (Nilsson 2005). Ett delmål för projektet var att länsstyrelserna i Sverige skulle upprätta regionala brandplaner och välja ut lämpliga brandområden att ha återkommande naturvårdsbränningar i (Nilsson 2005).

I vägledningen för brand och bränning i skyddad skog nämns samtidigt ett antal åtgärdsprogram för arter som tar upp brandberoende arter (Nilsson 2005). Ett av de mest centrala är ”Åtgärdsprogram för bevarande av brandinsekter i boreal skog” som handledning för hur naturvårdsbränning ska utföras för att gynna brandinsekter. Åtgärdsprogrammet innehåller dessutom beskrivningar av några brandberoende arters biologi och ekologi samt hur inventeringar skall göras (Wikars 2006). Åtgärdsprogrammet för brandinsekter sträckte sig mellan 2006 och 2010 och under den tidsperioden hade en del brandarterna en positiv utveckling samt att de flesta länsstyrelser idag har en plan för naturvårdsbränning i de skogar där det aktuellt.

Ett led i bevarandet är att fylla de kunskapsluckor som finns runt brandinsekterna. Kunskapen är bristfällig både vad gäller biologi och utbredning (Wikars 2006). Inventeringar av insekter sker med olika typer av fällor beroende på vilken typ av insekt man försöker fånga. Marklevande insekter fångas med fallfällor nedgrävda i marken (Phillips 2006). Vedlevande insekter fångas med fönsterfällor, genomskinliga plexiglasskivor som fästs vertikalt på trädstammar med uppfångningskärl under (Rubene et al. 2014). Flygande insekter fångas effektivt med malaisefällor, en tältliknande nätfälla som leder flygande insekter till ett uppfångningskärl (Capinera 2008). Vid eftersök av vedlevande insekter kan man även skala av barken på träden eller hugga upp stocken med yxa (Wikars 2006).

Vid spontana bränder finns även möjligheten att avsätta skog som reservat. År 1992 brann det på Torsburgen på Gotland och efter branden avsattes ett område på 158 ha som naturreservat (Anonym 1994). Efter jättebranden i Västmanland sommaren 2014 planerar man för att avsätt ett mycket större område som reservat (Gustafsson 2014).

I år (2015) påbörjas EU-projektet LifeTaiga, Life är europeiska unionens fond för stöd till miljö och klimatforskning. Inom LifeTaiga-projektet som pågår 2015 till 2020 ska totalt 2060 ha mark brännas i 89 olika Natura 2000-områden där det har förekommit naturliga brandcykler. Inom projektet ska det också utvecklas metoder för genomförande av naturvårdsbränning och utbildning samt information skall ges till myndigheter och berörda intressenter (Bergius 2013).

Diskussion

Generellt är skogsbränder bra ur ett mångfaldsperspektiv, de arter som drabbas negativt av dem är oftast vanliga i omgivande opåverkade habitat och oftast är artrikedomen större efter skogsbrand och förblir så under en lång tid (Ruokolainen & Salo 2006).

Detta arbete har fokuserat på påverkan på insekter, men även en rad andra organismer påverkas av skogsbrand. Djur som man kunde tänka sig vara missgynnade av skogsbrand så som små däggdjur påverkas inte särskilt mycket, varken positivt eller negativ. De återkoloniserar områdena snabbt efter branden och går tillbaka till samma populationsnivåer som innan (Larsen et al. 2007). Älg (*Alces alces*) gynnas av bränderna något år efter branden när lövträden börjar komma (Fisher & Wilkinson 2005). De enda däggdjur som missgynnas av brand är fladdermöss som är mer anpassade till äldre skog (Fisher & Wilkinson 2005). En skogsbrand påverkar fågellivet starkt och artsammansättningen skiljer sig mellan orörd skog, avverkad skog och brunnen skog (Hobson & Schieck 1999). Särskilt insektslevande fåglar så som hackspettar gynnas starkt av skogsbrand (Nilsson 2005). Något som talar för vikten av en mosaik av olika typer av störningar i landskapet för att gynna mångfalden.

Brandinsekternas opportunistiska livshistoriestrategier torde lägga ett enormt selektionstryck på spridningsförmåga och förmåga att känna av bränder, många av dem kan endast utnyttja ett brandfält en säsong och behöver sedan söka ett nytt till nästa säsong (Wikars 2006). Brandfälten kan då ligga över 100 km bort, vilket är en väldigt lång förflyttningssträcka för insekterna. De brandberoende insekterna har dock en ovanligt bra flygförmåga, men det finns också argument för att brandinsekterna kanske inte är riktigt så beroende av brandfält som man hittills har trott. Saint-Germain et al. (2007) argumenterar att de flesta brandinsekter inte minskat på grund av det minskade antalet brandfält, brandfälten ger bara en populationstopp (likt lämmelår). De hävdar att det istället är den homogena skogen utan nyligen död ved som är orsaken till minskningen. De pekar på att de flesta bränder även historiskt skett för långt bort för att spridning ska ha kunnat ske årligen enbart mellan brandfält (i Kanada). Bevarandeåtgärden enligt dem borde vara att återintroducera mer blandade skogar med en varierad åldersstruktur i skogen där färsk död ved uppstår regelbundet. De påpekar dock att detta endast gäller för insekter och att skogsbrand fortfarande är en naturlig del av den boreala skogens cykel och att det finns andra organismer som är beroende av skogsbränder.

Huruvida Saint-Germain et al. (2007) har rätt är svårt att säga, dels är deras brandstatistik hämtad från Kanada och det är svårt att veta om den går att applicera på Sverige (vilket görs i artikeln), dels rör det sig om så många arter att det antagligen inte går att generalisera resultatet över begreppet för brandinsekter. För till exempel kantad kulhalsbock är det inte alls omöjligt att deras resultat är applicerbart då denna art även är funnen i skogar med urskogskaraktär där brand sällan förekommer. Men för till exempel sådana arter som man endast har funnit på brandfält så som bandad brandsvampbagge, som dessutom endast är funnen på en svampart som är helt brandbunden, kan man nog anta att den är helt beroende av brandfält. Det faktum att flera olika arter har olika former av sensoriska organ för att detektera skogsbränder tyder på en mycket stark evolutionär koppling till skogsbränder, ett sådant organ skulle inte finnas kvar om det inte hade en evolutionär fördel.

För några arter kan det vara en fråga om kunskapsbrist, arternas biologi är inte väl känd och det är svårt att få en heltäckande bild av arternas status i landet utan att enorma investeringar görs på inventeringar (Wikars 2006). Vid insamling dör skalbaggarna och det kan vara bra att tänka på hur stor påverkan insamlingen får på den lokala populationen vid inventering av sällsynta arter. Att skala av barken från träd för insamling förstör också habitat (Wikars 2006).

Eftersom brandinsekternas habitat är starkt fragmenterade och avstånden dem emellan är stora är det inte säkert att en skogsbrand bidar till en arts fortlevnad, om den sker bortom insektens spridningsförmåga. Det är därför viktigt att de naturvårdsbränder som utförs sker på rätt ställe och på rätt sätt, annars är det bara en samhällskostnad som inte bidrar till att bevara mångfalden. En skogsbrand är både dyr och farlig att anlägga (Nilsson 2005). Det faktum att många av de naturvårdsbränder som utförs i brukad skog oftast görs på hyggen med väldigt få stående träd och

lite död ved gör att man i vissa fall kan ifrågasätta nyttan av att bränna dessa, då de flesta brandinsekterna är beroende av bränd död ved. Bränningarna sker också under förhållanden då det är relativt fuktigt för att förhindra att branden ska bli okontrollerbar. Detta gör att intensiteten av branden blir lägre vilket kan ge ett sämre resultat ur ett mångfaldsperspektiv. Kanske bör man jobba för att organisationer så som FSC sätter mer krav på kvaliteten av den mark som bränns och krav på att kvaliteten på själva bränningen är god, snarare än krav på bränd area. Arter så som svedjenävan torde dock gynnas av hyggesbränning i större grad, den har inte lika höga krav på att branden ska vara intensiv utan dess frön behöver endast uppvärmningen för att gro.

Trots att många av de brandberoende arterna är hotade idag finns det nog ett hopp. Under de senaste 20 åren har medvetenheten om problemet ökat och idag jobbar länsstyrelserna aktivt över hela landet med att ta fram brandplaner för de områden där det är aktuellt och genom att skydda den skog där bränder uppstår kan nya habitat tillkomma. Det finns dock fortfarande en stor kunskapsbrist kring de brandberoende arterna i Sverige och även kring de bevarandeåtgärder som tas (Wikars 2006). Det finns idag ingen samlad statistisk på hur mycket skog som bränns varken hos FSC, länsstyrelserna eller naturvårdsverket och få utvärderingar på kvaliteten av de bränningar som görs (Wikars muntligen, FSC mail). Men med mer insatser kommer mera kunskap och förhoppningsvis kommer de brandberoende organismerna även i framtiden finnas i den Svenska naturen. I överlag är det mycket som är oklart när det kommer till klimatförändringens effekter. Hur klimatet kommer att påverka skogsbrandsfrekvensen i Sverige och det övriga boreala bältet är mycket svårt att säga. De system som påverkas är otroligt komplexa vilket gör det svårt att förutsäga vad som kommer hända. Det enda som man kan vara ganska säker på är att klimatförändringen sker och därmed kommer även brandregimen att påverkas.

Tack

Tack till Katariina Kiviniemi Birgersson för välbehövlig handledning och återkoppling.
Tack till Elisabeth Stenudd och Mikaela Puranen för kommentarer och återkoppling.
Ett stort tack till Lars-Ove Wikars för kommentarer och svar på mina frågor om brandinsekter.
Och tack till Anna Wigge för återkoppling och mycket behövd påhejning när det gick tungt.

Referenser

Anonym. 1994. Beslut om bildande av naturreservatet Torsburgen i Kräcklingbo socken. Gotlands kommun, Länsstyrelsen Gotlands län.
Anonym. 2014a. Skogsdata 2014. SLU.
Anonym. 2014b. Skogsvårdslagstiftningen. Skogsstyrelsen
Anonym. 2004. Skogsdata 2004. SLU.
Bergius N. 2013. LifeTaiga - Reintroduction of burning in boreal western taiga woodlands. LIFE13 NAT/SE/000065
Berlgers D. 2011. *Biphyllus lunatus*. WWW- dokument 2011-01-02: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biphyllus_lunatus.jpg. Hämtad 2015-02-18
Capinera JL. 2008. Encyclopedia of Entomology, ss 2273. Springer Netherlands.
Carcaillet C, Bergeron Y, Richard PJ, Fréchette B, Gauthier S, Prairie YT. 2001. Change of fire frequency in the eastern Canadian boreal forests during the Holocene: does vegetation composition or climate trigger the fire regime? Journal of Ecology **89**: 930–946.
De Groot WJ, Flannigan MD, Cantin AS. 2013. Climate change impacts on future boreal fire regimes. Forest Ecology and Management **294**: 35–44.
Drobyshev I, Niklasson M, Linderholm HW. 2012. Forest fire activity in Sweden: Climatic controls and geographical patterns in 20th century. Agricultural and Forest Meteorology **154-155**:174–186.

Ehnström B, Holmer M. 2007. Nationalnycklen till Sveriges flora och fauna, Skalbaggar: Långhorningar, Coleoptera: Cerambycidae. ArtDatabanken, SLU, Uppsala.
Engelmark O, Hytteborn H. 1999. Coniferous forests, Acta phytogeographica suecica **84**: 55-74
Fisher JT, Wilkinson L. 2005. The response of mammals to forest fire and timber harvest in the North American boreal forest. Mammal Review **35**: 51–81.
FSC Sverige. 2014. Svensk skogsbruksstandard enligt FSC med SLIMF – indikatorer. Forest Stewardship Council Sverige, Uppsala.
Granström A. 1993. Spatial and temporal variation in lightning ignitions in Sweden. Journal of Vegetation Science 4: 737–744.
Gustavsson K. 2014. Skogsbranden i Västmanland 2014. Länsstyrelsen Västmanland.
Gärdenfors U. 2010. Rödlistade arter i Sverige 2010. ArtDataBanken, SLU.
Hellberg E, Josefsson T, Östlund L. 2009. The transformation of a Norway spruce dominated landscape since pre-industrial times in northern Sweden: the influence of modern forest management on forest structure. Silva Fennica **43**: 783–797.
Hobson KA, Schieck J. 1999. Changes in bird communities in boreal mixedwood forest: harvest and wildfire effects over 30 years. Ecological Applications **9**: 849.
Johannesson H. 2000. Ecology of *Daldinia* spp. with special emphasis on *Daldinia loculata*. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
Kuuluvainen T. 2009. Forest management and biodiversity conservation based on natural ecosystem dynamics in Northern Europe: the complexity challenge. AMBIO: A Journal of the Human Environment **38**: 309–315.
Larsen KW, Adams IT, Haughland DL. 2007. Small mammal communities in a pyrogenic habitat mosaic. International Journal of Wildland Fire **16:** 728.
Lamont BB, Le Maitre DC, Cowling RM, Enright NJ. 1991. Canopy seed storage in woody plants. The Botanical Review **57**: 277–317.
Lankia H, Wallenius T, Várkonyi G, Kouki J, Snäll T. 2012. Forest fire history, aspen and goat willow in a Fennoscandian old-growth landscape: are current population structures a legacy of historical fires? Journal of Vegetation Science **23**:1159–1169
Linder P, Östlund L. 1997. Structural changes in three mid-boreal Swedish forest landscapes, 1885-1996. Biological Conservation **85**: 9-19.
Niklasson M, Granström A. 2000. Numbers and sizes of fires: long- term spatially explicit fire history in a Swedish boreal landscape. Ecology **81**:1484–1499.
Milberg P, Bergman K-O, Norman H, Pettersson R.B, Westerberg L, Wikars L-O, Jansson N. 2014. A burning desire for smoke? Sampling insects favoured by forest fire in the absence of fire. Journal of Insect Conservation **19**: 55-65.
Nilsson M. 2005. Naturvårdsbränning: vägledning för brand och bränning i skyddad skog. Naturvårdsverket, Stockholm.
Pachauri RK edited by. 2014. CLIMATE CHANGE 2014 Synthesis Report -Summary for Policymakers. IPCC.
Phillips ID, Cobb TP, Spence JR, Brigham RM. 2006. Salvage logging, edge effects, and carabid beetles: connections to conservation and sustainable forest management. Environmental Entomology **35**: 950–957.
Risberg Lotta. 2011. Svedjenäva. WWW- dokument 2011-06-11: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Svedjen%C3%A4va.JPG. Hämtad 2015-02-18.
Rubene D, Schroeder M, Ranius T. 2014. Estimating bee and wasp (Hymenoptera: Aculeata) diversity on clear-cuts in forest landscapes - an evaluation of sampling methods. Insect Conservation and Diversity. DOI: 10.1111/icad.12105.
Ruokolainen L, Salo K. 2006. The succession of boreal forest vegetation during ten years after slash-burning in Koli National Park, eastern Finland. Annales Botanici Fennici **43**: 363–378
Saint-Germain M, Drapeau P, Buddle C.M. 2007. Persistence of pyrophilous insects in fire-driven

boreal forests: population dynamics in burned and unburned habitats: Persistence of pyrophilous insects in the boreal forest. Diversity and Distributions **14**: 713–720.
Schmitz H, Bousack H. 2012. Modelling a historic oil-tank fire allows an estimation of the sensitivity of the infrared receptors in pyrophilous *Melanophila* beetles. PLoS ONE 7(5), e37627.
Schimmel J, Granström A. 1996. Fire severity and vegetation response in the boreal Swedish forest. Ecology **77:** 1436.
Schütz S, Weissbecker B, Hummel HE, Apel K-H, Schmitz H, Bleckmann H. 1999. Insect antenna as a smoke detector. Nature **398**: 298-299.

Sjörs H. 1967. Nordisk växgeografi. 2:a upplagan Scandinavian university books, Stockholm **43**-47, 111-188.

Thor G, Milberg P, Edqvist Ma. 2006. Geranium lanuginosum, brandnäva. ArtDatabanken, SLU.
Wallenius T. 2011. Major decline in fires in coniferous forests–reconstructing the phenomenon and seeking for the cause. Silva Fennica **45**: 139-155.
Wallenius T. 2002. Forest age distribution and traces of past fires in a natural boreal landscape dominated by *Picea abies*. Silva Fennica **36**: 201–211.
Wikars L-O. 1997a. Effects of forest fire and the ecology of fire-adapted insects. Acta Universitatis. Upsaliensis. Comprehensive summaries of Uppsala dissertations from the Faculty of Science and Technology 272:35
Wikars L-O. 1997b. Brandinsekter i Orsa Finnmark: biologi, utbredning och artbevarande. Entomologisk Tidskrift **118**:155–169.
Wikars L-O. 2001. The wood-decaying fungus *Daldinia loculata* (Xylariaceae) as an indicator of fire-dependent insects. Ecological Bulletins **49**: 263–268.
Wikars L-O. 2002. Dependence on fire in wood-living insects: an experiment with burned and unburned spruce and birch logs. Journal of Insect Conservation **6**: 1–12.
Wikars L-O. 2006. Åtgärdsprogram för bevarande av brandinsekter i boreal skog. Naturvårdsverket, Stockholm.
Ylisirniö A-L, Penttilä R, Berglund H, Hallikainen V, Isaeva L, Kauhanen H, Koivula M, Mikkola K. 2012. Dead wood and polypore diversity in natural post-fire succession forests and managed stands – Lessons for biodiversity management in boreal forests. Forest Ecology and Management **286**: 16–27.
Zackrisson O. 1977. Influence of forest fires on the North Swedish boreal forest. Oikos **29**: 22-32.

Skogsbränders påverkan på det boreala ekosystemet – med inriktning på brandinsekter: etisk bilaga

Gunnar Wigge

Självständigt arbete i biologi 2015

I mitt arbete har jag skrivit om insekter beroende av nybrunnen skog så kallade brandinsekter. Dessa insekter hotas idag av habitatfragmentering och habitatförstörelse då mängden skogsbränder har minskat i antal och omfång. En bevarandeåtgärd är att i naturvårdssyfte bränna skog, både i naturreservat och i brukad skog.

En fråga som alltid diskuteras i ett sådant här sammanhang är naturens eget värde. I detta fall bidrar inte den typ av natur vi skapar varken till ekonomin eller till något estetiskt värde i skogen utan skapar endast en unik habitattyp som gynnar mångfalden för mångfaldens egen skull. Personligen finner jag att det kan finnas ett värde av mångfald även för människans skull eftersom vi fortfarande inte har full förståelse för hur ekosystemen fungerar och hur vi påverkas i det långa loppet. Därför tror jag att vi ska vara mycket försiktiga med att påverka systemen utan att veta följderna om vi inte kan återställa dem. Även om man bortser från den mänskliga okunskapen känner jag att det finns ett värde i mångfald och natur endast för dess egen skull, dock kan jag inte motivera detta värde med några andra argument än rent känslomässiga.

När en naturlig skogsbrand sker är det väldigt mycket pengar som brinner upp, bränderna släcks därför väldigt snabbt för att minska den materiella förlusten för skogsägaren. Men om man ser processen utifrån naturen så förhindrar man en process som är ”naturlig”och därmed minskar mångfalden i skogen. Om mångfalden har ett värde i sig, hur förhåller det sig i så fall till det materiella värdet av skogen? Går de ens att jämföra? Personligen finner jag denna fråga mycket svår, då det förutom pengavärdet i skogen också ligger mycket personligt engagemang och affektion i skogen för dess ägare, att se en livstids arbete brinna betyder mer än bara pengarna. I detta fall skulle jag nog argumentera för människans rätt att skydda sin inkomst och försöka få till denna unika typ av skog i naturreservat och andra skyddade skogar.

Forskningsetik

Jag har i mitt arbete refererat till allt som inte är mina egna resultat. I val av källor har jag mestadels använt ”web of knowledges” databaser och sökmotorer men även Uppsala universitetsbiblioteks databaser och ”google scholar”. När jag har valt artiklar har jag först tittat på att de är ”peer-reviewed” med undantag för där jag citerar rapporter till myndigheter, rapporter som jag försöker hålla mig lite mer kritisk till och försöka titta på vad andra forsklare säger. I val av artiklar har jag också försökt utvärdera tidskriftens rykte och om den verkar seriös. Ett fåtal artiklar har blivit utlämnade på grund av att jag inte hade tillgång till dem, vilket inte borde ha påverkat slutsatserna nämnvärt men det är svårt att säga. Dock kan det i sammanhanget vara värt att fundera kring fördelarna med ”open access” och allmänhetens rätt till att kunna ta del av ny forskning oavsett inkomst.