UPPSALA UNIVERSITET

Skogsbrandens process och inflytande på skogstyp och struktur

Vytautas Rindzevičius

Degree project in biology, Bachelor of science, 2011
Examensarbete i biologi 15 hp till kandidatexamen, 2011
Institutionen för biologisk grundutbildning

Sammandrag

I naturen antänds skogsbränder av blixtnedslag, oftast mellan 15 juni och 15 augusti under torraste sommarperioden. I Sverige varierar blixtantändningar beroende på plats från 0,03 till 0,24 antändningar per 10 000 ha, flest i söder och minst i norr. En stark ökning av bränder är registrerad på 1800-talet, t.ex. i Umeå var det 11,7 gånger fler bränder än under 1650.

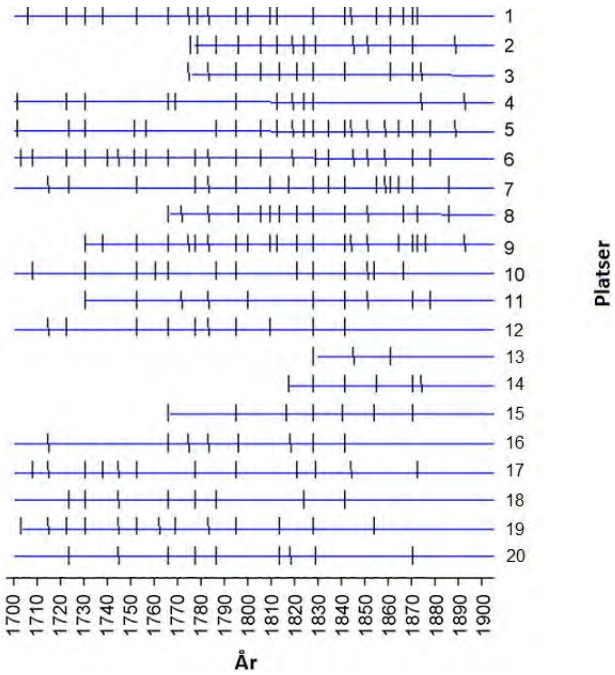
Efter varje brand måste en viss tidsperiod passera innan nästa brand kan brinna. Det kallas för brandintervall och i Sverige varierar intervallet från ca 15 år i söder till flera hundra år i norr och fjällen. Svensk borealskog domineras av granar, tallar och stora mängder mossa och flera risväxter. Kombinationen av dem är mycket brandvänlig eftersom dessa växttyper fungerar som utmärkta brännbarmaterial och är primärbränslekällor. Bränslekällorna delas in i tre huvudgrupper: jordbränsle, finbränsle, bränsle i träd- och buskskiktet. Torrt finbränsle på skogsmarken är den huvudsakliga förutsättningen för att brand ska kunna uppkomma. Det finns tre huvudklasser av skogsbränder: jordbrand, ytbrand och kronbrand, varav kronbrand är den intensivaste med temperaturer över 1000°C och med lågor som kan nå över 70 meter i höjd. Bränder påverkar inte ytan den passerar lika mycket på grund av spridningshinder, vädervariationer, terräng och bränslefuktighet vilket skapar variationer i brandintensitet.

Olika organismer kommer till brandområden på olika tider efter brand. De har olika anpassningar som hjälper dem att utnyttja nya nischer. Frön från brandanpassade arter (brandberoende) kan ligga i marken över 100 år och gror endast när de uppvärms av branden. De är därför några av de snabbaste arterna att växa på platsen. Lavar tar dock väldigt lång tid på sig att återkomma till ursprungliga mängder. Det kan ta mellan 90 och 140 år.

Introduktion

Vad är det första man tänker på när någon säger ordet ”skogsbrand”? Ser man inte då bilder av brinnande träd och buskar, döda eller döende djur och insekter? Det är sant att skogsbränder leder till död av många olika sorters levande organismer (Schimmel och Granström 1996, Marozas *et al.* 2007, Olsson och Jonsson 2010, Shafiei *et al.* 2010). Som följd till denna momentana förstörelse som skogsbränder orsakar, ***kan*** man tycka att det är negativt, inte minst livsfarligt, med skogsbränder och därför kan man önska sig att alla sådana bränder borde släckas omedelbart. I värkligheten är dock sanningen långt ifrån denna. Skogsbränder är en viktig naturlig störningsprocess, utan vilken skogars struktur och artsammansättning skulle se väldigt annorlunda ut än det gör idag (Arnell *et al.* 2002). I vissa studier kan man redan se hur skogens struktur och artsammansättning förändras i frånvaro av skogsbränder under de senaste 140 år (bränder släckts av människor) (Beaty och Taylor 2008).

I Sverige, ur ett långt historiskt perspektiv, förekom skogsbränder i landets olika regioner med varierande intervaller (intervall - tid mellan två återkommande bränder på samma plats). I Södra delar av Sverige ligger de flesta brandintervaller mellan 15 till 30 år medans i de norra delarna är intervallerna mycket längre, från 50 till 150 år och uppåt (de längsta intervallerna hittas runt fjällkedjan) (Arnell *et al.* 2002). I Muddus nationalpark nära polarcirkel varierade brandintervaller mellan 40-477 år, 110 år igenomsnitt (Engelmark och Hytteborn 1999). Det betyder att olika platser även i samma område (t.ex. en park) kan ha egenskaper (altitud, berg brant på nord eller syd riktning) som kan påverka tid tills att nästa brand kan äga rum (Niklasson och Drakenberg 2001, Beaty och Taylor 2008). I trakterna runt Umeå, innan 1650-talet, var brandintervallerna igenomsnitt ca 75 år (Niklasson och Granström 2000). Kortaste tidsperiod mellan två återkommande bränder har noterats från Norra Kvills nationalpark (som ligger i norra delen av Småland) där brandsår från tre olika träd visade intervall på 5 år, och bränderna ägde rum runt 1650-talet (Niklasson och Drakenberg 2001). Studier från Sierra Nevada bergkedjan i Kalifornien, USA, visar också relativt korta brandintervall. I studien av Beaty och Taylor (2008), från Geneal Creek Watershed i Lake Tahoe Basin, sammanfattas genomsnittliga intervaller och antal bränder för 20 olika platser som undersöktes inom området. Under perioden 1700 till ca 1880 (se Figur 1) varierade brandintervallen mellan 8 till 17 år mellan platserna.



Figur 1. Ett sträck på tidslinjerna representerar en brand. Bränder visas för de 20 olika undersökta platserna i General Creek Watershed, Lake Tahoe Basin, Kalifornia, USA (platserna indikeras med sifror 1 – 20). Ändrad och anpassad från Beaty och Taylor (2008).

Skogsbränder har i stort sätt format de flesta av våra skogstyper genom en kontinuerlig historisk störnig vilken har lett till olika arters evolutionära anpassningar till en sådan kraftfull störning (Arnell *et al.* 2002, Olsson och Jonsson 2010). I den här översiktsuppsatsen kommer jag att ”presentera” en mer detaljerad skogsbrandsbeskrivning där ekologiska processer är av stor vikt. Varefter uppsatsen avslutas med en diskussion omkring vad som händer när en historiskt, konstant störning dämpas eller helt elimineras. Mer specifikt kommer jag att börja med att presentera en mer ”typisk” boreal skog. Fokus i beskrivningen av skog kommer att ligga på strukturella aspekter. Hur mycket massa finns det per volymenhet, är det barr- eller lövträd,

hur tät är buskskiktet, vad för sorts mossor och lavar växer på marken, är det fuktig/blöt mark året runt eller torkar den ut under viss tid under sommaren. Det är just lokala faktorer som är de viktigaste faktorerna som påverkar brandstyrka och omfattning, t.ex. terräng och bränslefuktighet. För en förbränningsprocess är det av större betydelse hur mycket växtmaterial som finns tillgängligt per volymenhet (kg m^{-3}), än antal olika arter per kvadratmeter (Granström 2005, Zald *et al.* 2008). Beskrivningen av den typiska skogen kommer att fungera som en referenspunkt som man kan reflektera över vid beskrivningen av brandprocesser och brandeffekter. När man väl har kunskap om hur skogen är strukturerad, är det mycket enklare att förstå och förklara skogsbrandens störningseffekter. I denna uppsats behandlar jag följande punkter:

1. Skogsbrandsdatering
2. Olika typer av svenska skogar
3. Skogsbränder: bränsle, förbränning och olika brandtyper
4. Förekomst och frekvens av skogsbränder
5. Sekundär succession efter brand
6. Mänsklig påverkan på skogsbrandsprocesser

Datering av historiska brandintervaller och brandantändning

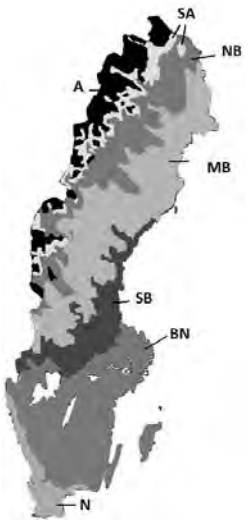
Brandintervall och den arealen som omfattades av en specifik brand kan bestämmas med hjälp av historiska källor, via så kallade dendrokronologiska analyser eller analys av jordlager som bildas efter bränder i marken (Arnell *et al.* 2002). Historiska källor kan t.ex. vara registrerade bränder hos brandförsvarsmyndigheten eller även intervjuer med lokalbefolkningen. Informationen kan därefter användas för bedömning av de senaste brändernas utbredning och intensitet och hur länge de brunnit (så länge man har pålitliga data på vad som hände). Dendrokronologisk analys är en undersökning av trädårsringar där man analyserar specifika skillnader i årsringars struktur (brandsår). Med hjälp av resultatet från analysen och genom att räkna årsringar kan man datera branden till exakt år, till och med vilken tid på året den ägde rum (Arnell *et al.* 2002). I analysen av jordlager letar man efter restmaterial från bränder (träkol). Med denna metod kan man spåra bränder flera tusen år tillbaka, men den saknar den precision som man får från den dendrokronologiska analysen. För intervalldateringen används främst dendrokronologi (Niklasson och Granström 2000, Niklasson och Drakenberg 2001, Beaty och Taylor 2008, Bekker och Taylor 2010).

När man inser att skogsbränder sker med återkommande intervall, kan man fråga sig vad det är som startar och antänder skogsbränder. Skogsbränder brukar delas in i två grupper, naturligt förekommande bränder och antropogena bränder (Niklasson och Granström 2000). Antropogen skogsbrand är ett begrepp som används för att identifiera människans orsakande av skogsbränder. Här uppkommer en viktig fråga. Hur kan man skilja på naturliga och antropogena skogsbränder i ett historiskt perspektiv, samt hur startas och antänds en naturlig brand? För att kunna svara på den första delfrågan måste man svara på den andra, hur de antänds och startas på ett naturligt sätt. Svaret är att naturliga skogsbränder antänds i huvudsak av blixtnedslag (Niklasson och Granström 2000). I Sverige har man en stor variation vad gäller blixtantändningar per ytenhet och per år (antändningsdensitet).

Tydligaste skillnaden är ökningen av antändningar från Nord till Syd och Väst till Öst riktning med flest antändningar på södra Sveriges östkust i Småland (genomsnittligt 0,21–0,24 blixtantändningar per 10 000 ha $år^{-1}$ (100 km^2)) och minst antal antändningar registreras i Sveriges norra delar och nära fjällen (genomsnittligt 0,03 – 0,06 blixtantändningar per 100 km^2 $år^{-1}$) med speciellt få i fjälltrakterna (Arnell *et al.* 2002). De flesta naturkrafter varierar i sin styrka eller i andra aspekter, mellan olika platser även inom ett relativt begränsat geografiskt område. Betänk vinden på en plats med många backar och berg. Likaså ser man variation även inom blixtantändningsdensiteten. T.ex., även om Umeå ligger relativt långt norrut och har en förväntad blixtantändningsdensitet från 0,03 till 0,06 per 100 km^2 $år^{-1}$ (Arnell *et al.* 2002), har man observerat den verkliga antändningsdensiteten till 0,1 per 100 km^2 $år^{-1}$ (Niklasson och Granström 2000). Majoriteten av blixtantändningar i Sverige äger rum under två månader från 15 juni till 15 augusti (Niklasson och Granström 2000).

Skogens struktur och olika vegetationstyper

Det är bättre att börja med det som man ser först i en skog, trädskiktet. Sveriges landskap domineras av olika barrskogstyper vilka utgör omkring 85 % av det totala skogsbeståndet (Engelmark och Hytteborn 1999). I Figur 2 visas Sveriges karta indelad i 7 zoner som representerar de största skogs- och vegetationstyperna (Sjörs 1999). Tall (*Pinus sylvestris*), gran (*Picea abies*) och en (*Juniperus communis*) är dominerande arter bland barrträden. Data från den svenska skogsinventeringen visar att i Sverige under 1992-1996 växte det 1 272 millioner m^3 gran och 1 080 millioner m^3 tall vilket är betydligt mer än för den på tredje plats rankade glasbjörken med 205 millioner m^3 (Engelmark och Hytteborn 1999). I barrskogar förekommer också ett antal vitt spridda lövträdsarter (se Tabell 1) och sydliga lövträdsarter som förekommer i mer sydliga blandskogar i boreo-nemoralzonen (Diekmann 1999, Engelmark och Hytteborn 1999).



Figur 2. Sveriges är indelad i 7 olika vegetations zoner: nemoral (N, lövskogar), boreal-nemoral (BN, blandskogar av olika löv och barr trädarter), sydlig boreal (SB, sydliga barrskogar), mitt boreal (MB, mellan barrskogar), nordlig boreal (NB, nordliga barrskogar), subalpina bältet (SA, domineras för det mesta av fjällbjörk) och alpin zon (A, fjäll och berg toppar, skogsfri zon). Ändrad och anpassad från Hugo Sjörs (1999).

Tabell 1. Lövträdsarter som förekommer i svenska barrskogar. Vitt sprida lövträd växer över större delen av Sverige medan sydliga lövträd växer i sydliga delar av landet (Engelmark och Hytteborn 1999).

Vitt sprida lövträd	Latinskt namn	Sydliga lövträd	Latinskt namn
Gråal	*Alnus incana*	Klibal	*Alnus glutinosa*
Vårtbjörk	*Betula pendula*	Ek	*Quercus robur*
Glasbjörk	*Betula pubescens*	Lind	*Tilia cordata*
Asp	*Populus tremula*	Hassel	*Corylus avellana*
Hägg	*Prunus padus*		
Sälg	*Salix caprea*		
Rönn	*Sorbus aucuparia*		

Svenska barrskogar omfattar en stor mängd olika vegetations- och barrskogstyper vilka präglas av betydande variationer i skogarnas topografi (terräng), klimatförhållanden, tillgänglighet av vatten och näringsämnen i marken, och störningsprocesser (t.ex. brand) (Engelmark och Hyttehorn 1999). Man kan klassificera vegetationstyper på olika sätt och därför är klasserna något olika i andra länder. Hugo Sjörs (1967) har beskrivit och indelat svensk vegetation i fyra serier baserat på lågväxande vegetation och artsammansättning enligt dominans av lavar, mossor, bärris, örter, gräs och gräslika växter. Vegetationsserierna är hedserien, ängsserien, myrserien och stäppserien, varje serie har i sin tur flera underklasser av skogstyper (se Tabell 2) (Engelmark och Hytterborn 1999). Här följer en kortfattad beskrivning av serierna och några av deras viktigaste och vanligaste underklasser.

Tabell 2. I tabellen visas fyra vegetationsserier med tillhörande skogstyper. Stäppserien är i grunden endast gräsmark och har därför inga skogstyper (Engelmark och Hytteborn 1999, Rosén och Borgegård 1999).

Hedserie	Ängsserie	Myrserie	Stäppserie
Lavtallhed	Lågört-ängsgranskog	Fattig sumpskog	Skog saknas
Hällmarkstallskog	Högörtgranskog	Rik sumpskog	
Lingontallskog			
Blåbärsgranskog			
Blåbär-lågörtgranskog			
Ljung-odontallskog			
Kalktallskog			

Hedserien

Hedserien har en relativt låg artrikedom och karaktäriseras av dominanta bärris, gräs och gräsliknande växter i fältskiktet, t.ex.: Poaceae och Gramineae (gräs), Junkaceae (tågväxter) och Cyperaceae (halvgräs); endast några få örter växer här. Med fältskikt menas den vegetation som växer en bit över markytan t.ex. bärris, örter, gräs. Det är också karaktäristiskt att skogen är helt utan eller har endast små mängder buskage och har ett rikt bottenlager av lavar och mossor (med bottenlager menas den vegetation som växer närmast intill jordytan t.ex. lavar och mossor) (Engelmark och Hytterborn 1999).

Figur 3. Sveriges karta med några markerade län och angiven skala. Anpassad från Rydin *et al*. (1999).

Lavtallhed karaktäriseras av löst växande tallar, som bildar ett öppet trädskikt, och har alltid ett rikt vegetationslager på marken, ett s.k. bottenlager, som består av olika lavar. Humuslagret är oftast tunt. Fältskiktet är glest och fragmenterat, den består mest av ljung (*Calluna vulgaris*) och lingon (*Vaccinium vitis-idaea*) (Engelmark och Hytteborn 1999). Lavtallhed hittas på torr näringsfattig mark t.ex. på grusformationer formade under inlandsissmältningen (ändmorän, glaciärdrivor) eller sanddun. Den här vegetationstypen är vanlig i Sveriges nordliga eller

kalla delar som Härjedalen (Engelmark och Hytteborn 1999) (Figur 3).

Lingontallskog är den vanligaste av alla tallskogstyperna och här finns mer tillgänglig näring i marken än i tidigare beskrivna skogstyper. Mossor växer bättre än lavar vid högre näringstillgång och därför domineras bottenlagret av mossor. Humuslagret kan ligga runt 1,5 – 6 cm i tjocklek och är något tjockare här än i lavtallheden eller hällmarkstallskogen (Engelmark och Hytteborn 1999). Fältskiktet domineras av lingon tillsammans med blåbär (*Vaccinium myrtillus*), ljung (*Calluna vulgaris*) och kråkbär (*Empetrum nigrum*), dock endast ett fåtal örtarter hittas här. Trädskiktet domineras av tall och är tätare än i de andra tallskogstyperna. Bland tallar kan man hitta asp, glas- och vårtbjörkar, gran, rönn och sälg. Gran kan ta över och bli dominerande bland träden ifall störning i form av brand saknas i området (Engelmark och Hytteborn 1999).

Blåbärsgranskogen är den vanligaste och mest dominerande vegetationstypen i Sverige. Trädskiktet består av gran som är en vanligt förekommande trädart, dock i skogar som inte har påverkats eller påverkats till mindre grad av skogsindustri förekommer en hel del asp, vårt- och glasbjörkar och rönn. Fältskiktets artsammansättning varierar starkt inom skogen med ljus- och vattentillgång och altitud. Blåbär dominerar fältskiktet tillsammans med lingon som växer på mer skuggiga platser. Ljung och kråkbär förekommer oftare på torrare platser medan odon (*Vaccinium uliginosum*) växer på fuktiga ställen. Bottenskiktet domineras till största del nästan uteslutande av mossor, två av de vanligaste är husmossa (*Hylocomium splendens*) och väggmossa (*Pleurozium schreberi*) (Schimmel och Granström 1996, Engelmark och Hytteborn 1999, Granström 2005). Marken innehåller mer näring än andra tidigare nämnda skogstyper, humuslagret kan därför komma upp i 10 cm tjocklek (Engelmark och Hytteborn 1999).

Ängsserien

Ängsserien har större artdiversitet än hedserien och fältskiktet domineras av örter och gräs, till stor del tack vare mycket högre närringsmängd i marken. Medan fältskiktet kan vara tätt och välutvecklat är bottenlagret mindre och glesare på grund av skuggan från högre växter vilket också ger ett tunnare humuslager. Buskaget är tätare än i ovan nämnda vegetationstyper (Engelmark och Hytteborn 1999).

Högörtgranskog är väldigt vanlig i Lappland och anses vara karakteristisk för de trakterna (Engelmark och Hytteborn 1999). Trädskiktet, liksom i de tidigare nämnda skogstyperna, består av alla de arter som hittas i barrskogar beskrivna ovan. Fältskiktet består och karaktäriseras av många högväxta örter, gräs och ormbunkar. Bottenskiktet är outvecklat på grund av stark skuggning från fältskiktsväxter. Artrikedomen är väldigt stor i den här skogstypen, med ett ca 50-tal olika kärlväxter på 100 m^2 och runt 74 per 100 m^2 totalt. Den är en av Sveriges mest artrikaste barrskogstyper. I det här skogstypen är artdiversiteten knuten till hög näringshalt och förekomst av syrerikt vatten i marken (Engelmark och Hytteborn 1999).

Myrserie

Myrseries sumpskogar karakteriseras av torvbildande växter där mossor formar väldigt täta bottenlager och att vattennivån i marken ligger precis under eller väldigt nära markytan (ibland kan vattennivån stiga så pass högt att marken översvämmas). Trädskiktets täthet variera avsevärt, från enstaka träd till ett slutet skikt och kan bestå av flera olika trädarter; gråal, klibbal, glasbjörk, tall och i norra delar är gran vanligt förekommande (Engelmark och Hytteborn 1999).

Rik sumpskog formas på näringsrika platser och är en av de mest produktiva och artrika barrskogstyperna i Sverige, 53 arter per 100 m^2 (Engelmark och Hytteborn 1999). Buskageskiktet är relativt utvecklat med bland annat svartvide (*Salix myrsinifolia*) och grönvide (*Salix phylicifolia*). I fältskiktet ingår många örter, t.ex. olika fräkenarter (*Equisetum* spp.), älggräs (*Filipendula ulmaria*), fläderänderot (*Valeriana sambucifolia*). En del halvgräsarter förekommer också tillsammans med gräs. I bottenlagret ingår olika mossor från familjer som *Sphagnum* och *Mniaceae* (Engelmark och Hytteborn 1999).

Skogsbrandsprocessen

Skogsbranden är en komplicerad process där även små förändringar i t.ex. vindstyrka och riktning har väldigt stor betydelse för brandintensitet och spridning (Ryan 2002, Skogsstyrelse 2002, Granström 2005). För att kunna förstå varför skogsbranden beter sig som den gör i en verklig skogsmiljö med varierande vindar, mark- och luftfuktighet, skillnader i topografi och variation i skogsstruktur, bör man börja med att beskriva själva grunderna till vad och hur det brinner.

Bränsletyper

Det material som brinner kallas för bränslen. Eftersom bränslen består av olika sorters material som finns lokaliserade på separata platser i skogen (jord, fältskikt, buskage eller trädskiktet) är det möjligt att identifiera olika bränslesorter, vilka man brukar benämna *bränslekällor* (Granström 2005). T.ex. humuslagret är ett bränsle som brinner väldigt långsamt med så kallad glödbrand (Granström 2005), glödbrand kommer att beskrivas under rubriken skogsbrandstyper. Humuslagret ses även också som en bränsletyp/bränslekälla (Ryan 2002, Granström 2005, Granström 2009) eftersom den är åtskild från markvegetationen med en tydlig gräns och brinner på ett specifikt sätt. Bränslekällor delas in i tre huvudgrupper av bränslen: finbränslen, jordbränslen och bränslet i trädskiktet (trädkronor men även buskskiktet) (Ryan 2002, Granström 2005).

Finbränslen

Mossa, förna, på mark växande lavar, bärris/risväxter och örter ingår i finbränslelagret (se Figur 4) som utgör huvudbränslet och utan vilken skogsbränder inte skulle kunna ske (Granström 2005). Förna är döda växtdelar som finns bland mossor t.ex. grenar, blad och barr.

Figur 4. Husmossa, väggmossa och björnmossa tillsammans med förna (bland annat tallbarr). Fotografi av V. Rindzevičius (2011).

Bärris tillsammans med andra risväxter är värdefulla bränsleinslag i finbränslet (Granström 2009); såsom kråkbär, skvattram, mjölon (*Arctostaphylos uva-ursi*), lingon och ljung (Granström 2005). Detta eftersom de brinner väldigt bra, friger mycket energi (Granström 2005), finns i stora mängder (Engelmark och Hytteborn 1999) och bidrar med upp till 200 g m^{-2} av finbränsle dock i vissa fall kan ljung nå upp till 10 kg m^{-2} (Granström 2005). Den här bränsletypen med mossa och förna brinner oftast mellan 1 till 2 minuter (Ryan 2002, Granström 2005), eventuella avverkningsrester på ett hygge (större grenar även timmerstockar) kan dock fortsätta att brinna i flera minuter upptill timmar därefter (Ryan 2002, Granström 2005). Gräsbestånd som också kan förekomma i skogsområden (Engelmark och Hytteborn 1999) förbränns under mycket kortare tid, runt 20 sekunder (Ryan 2002, Granström 2005), och når lägre temperaturer, ca 300°C (Ryan 2002, Granström 2005). Gräsets kvalitet som bränslekälla försämras dock kraftigt och omedelbart när nya vattenrika skott börjar växa bland rester från förra året (Granström 2005, Granström 2009). Örter som också har hög fukthalt, kan utgöra en betydande del av fältskiktsvegetation och har därför en väldigt stark negativ påverkan på brandintensiteten och brandens spridning (Granström 2005).

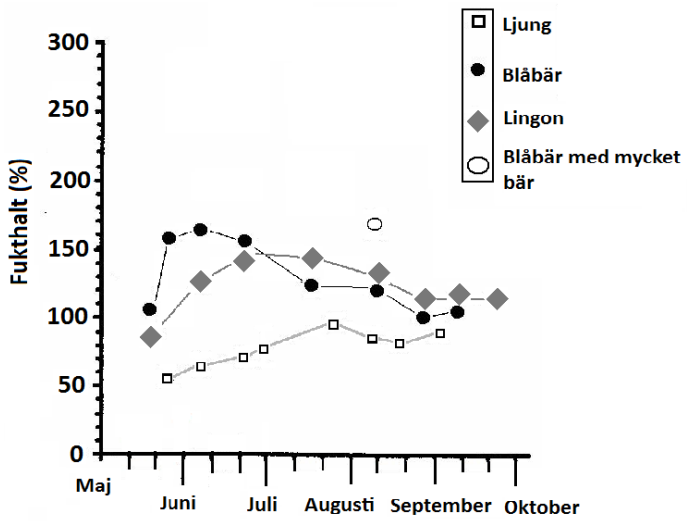
Jordbränslet

I den här bränslekategorin ingår både torv och humus. Humus är delvis nedbrutet växtmaterial som formar ett relativt kompakt lager ovanför mineraljorden (Granström 2005). Torven består också av samma typ av material, främst mossor, men finns oftast på väldigt fuktiga platser som våtmarker och myrar (Engelmark och Hytteborn 1999, Granström 2005). Den har högre fukthalt än mossa och är därmed ett sämre bränsle (Granström 2005). Torv och humus brinner annorlunda jämfört med finbränslen och brandtypen kallas för glödbrand eller jordbrand (Ryan 2002). Jordbrand kan pågå under en lång tid, från ett antal minuter och uppåt (Ryan 2002, Granström 2005), mer om detta under rubriken *jordbrand* (Granström 2005).

Bränslet i träd- och buskskiktet

Brännbart material som finns högre upp från marken/markvegetation och som konsumeras under skogsbrand består till stor del av finkvistar, barr och löv (Granström 2005). Medan ett träd växer, erhåller grenar som ligger nära mark inte tillräklig med ljus, varefter de dör och

faller av (Granström 2005). Det resulterar i att bränslet på äldre träd befinner sig relativt högt upp och har därför svårare att antändas. Som det har nämnts tidigare, barrträd är en bättre bränslekälla än lövträd och bland de två dominerande barrträdarterna i Sverige är gran känsligast för bränder. Gran är känsligare eftersom den har 3 gånger högre mängd bränsle än tallen och granens fingrenar är tunnare; granens barrdensitet är ~1,5 kg m^{-2} jämförd med tallens ~0,5 kg m^{-2} (Granström 2005). Med egenskaper som hög bränslemängd, hög tolerans av skugga och möjlighet att växa i ett tätt bestånd gör att granen inte är långt ifrån den perfekta arten att underhålla kronbrand. (Granström 2005)



Figur 5. Förändring av fukthalt i bärris under växtperioden. Ändrad från Granström (2005).

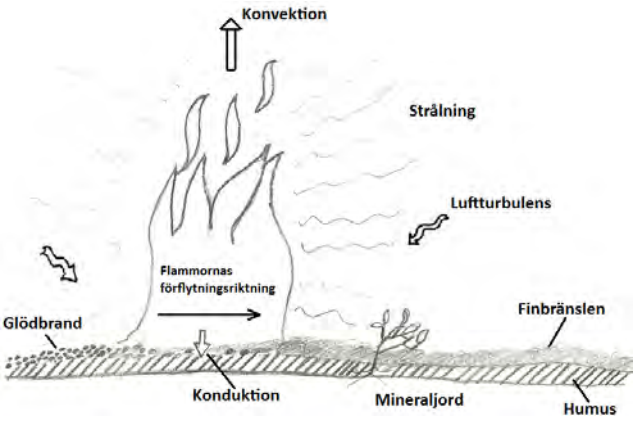
Levande växtmaterial är en bättre bränslekälla än dött växtmaterial eftersom det finns mer energi i levande organismer. Det negativa är dock att fukt/vattenhalt är mycket högre i levande bränslen (det finns en stor variation i vattenhalt mellan olika arter) eftersom växterna aktivt kan suga till sig vatten vilket i sin tur har dämpande effekt på branden (Granström 2005). Hos olika växter är energiinnehållet i 1 kg torrt växtmaterial (torrvikt) relativt lika och ligger runt 18 000 kJ kg^{-1}, kråkbär bland annat, har något högre energiinnehåll och ligger runt 24 000 kJ kg^{-1} (Granström 2005).

Man kan jämföra löv- och barrträd för att få en indikation på hur mycket vatten det finns i dessa olika växttyper och därmed hur bra de fungerar som bränslen. Vatten- eller fukthalt anges som procent (%) vatten, aktuell materialvikt (innehållande vatten, är fuktig) jämförs med torrvikt (Granström 2005). Bland lövväxtarter är fukthalten mycket hög. Fukthalten i lövträdsblad, örter och gräs kan ligga mellan 200-250 %. Barrväxtarter har lägre fukthalt, risväxter/bärris och barr ligger runt 120-150 % (Granström 2005). Fukthalt i växter varierar dock under växtperioden (Figur 5). Den låga vattenhalten i barr och olika risväxter har en positiv effekt på brandens energiutveckling, medan lövverk, örter och gräs ger en bromsande effekt (mer energi konsumeras till förbränning än det som utvinns) på brandens energiutveckling (Granström 2005).

Förbränning

För att branden ska kunna brinna behövs det syrgas för oxidation/förbränning, tillräkligt hög temperatur för att förbränningsprocessen ska ske och brännbart material (bränsle) som ska kunna förbrännas och frige värme under processen (Granström 2005). Syret är i stort sätt obegränsad för skogsbränder då nya mängder syrgas levereras konstant med hjälp av vind.

Det värme som friges under förbränning räcker till att höja och underhålla temperaturen i bränslen. Bränslen däremot har en stark variation i sin kvalitet (Granström 2005). Det är främst hög vattenhalt som negativt påverkar bränslekvalité. Faktumet att vatten är obrännbart krävs mer energi för att avdunsta vattenöverskottet för att bränslet kan antändas (Granström 2005). Brandprocessen kan därmed beskrivas som förbränning av tillräkligt heta bränslen som har värmts upp av värmestrålning vilken i sin tur också friger värmestrålning. Blixtnedslag startar brand genom att höja bränslets temperatur och antända bränslet (Granström 2009). Strålningen värmer upp omgivningen i alla riktningar; marken (konduktion – värmen som värmer upp underlaget och därmed bidrar till eldens utveckling), framför och eventuellt ovanför lågorna liggande bränsle som inte har antänds än (konvektion – spridning av värmen ifrån elden) (Granström 2005). Omgivande luft värms också upp vilket skapar uppåtriktade vindar som förser elden med konstant tillförsel av syre via vindar från fram- och baksida (luftturbulens) (Granström 2005). Se Figur 6 för en illustration av hela processen.



Figur 6. Figuren representerar en schematisk genomskärning av brandfronten i en skogsbrand. I bilden illustreras att strålning (i form av värme) friges under förbränningsprocessen och värmer upp andra bränslen i närheten. Därefter kan eldlågor sätta eld på högre nivåers vegetation, alltså buskage. Vid rätt förhållanden kan även trädtoppar börja brinna. Tillräkligt stor mängd av sammanhängande bränsle på markytan är nödvändig om brand ska kunna brinna vidare och breda ut sig. Skissen gjord enligt Granström (2005).

Flamfronten

Flamfronten görs upp av flammorna som drivs av brännbara gaser (olika kolvätesgaser) från bränslen. Gaser antänds av närliggande eldlågor och blir lågorna i sin tur (Figur 6) (Granström 2005). Dessa gaser friges från bränslekällor när organiskt material bryts ner vid hög temperatur. Nedbrytningen börjar när materialets/bränslets temperatur stiger till omkring 300 °C (Granström 2005), gaser friges snabbare och effektivare med ökande temperatur (Granström 2005). Högsta temperaturerna uppnås i mitten av flamfronten och därför finns största lågorna just där. Temperaturen i flamfronten ligger mellan 800 – 1000 °C och kan även vara högre beroende på intensiteten (Ryan 2002, Granström 2005). Det vatten som finns i bränslet avdunstar helt när temperaturen når 100 °C (Granström 2005). Tidigare nämndes det att levande material var ett bättre bränsle och är det eftersom levande material innehåller mer energi (Granström 2005), på dött material har redan organiskt nedbrytning påbörjats och en hel del energi har konsumerats. När bränslet slutar att avge tillräkligt med brännbara gaser, slocknar lågorna (Granström 2005). Materialet kan fortfarande pyra som befinner sig utanför flamfronten (Granström 2005), se Figur 6 där markeringen på ”glödbrand” indikerar slutet av flamfront (ytbrandstyp) och början av jordbrand. (Granström 2005)

Naturliga spridningsbarriärer (sjöar, åar, bar jord) (Ryan 2002, Granström 2005) kan bli överkomna med hjälp av brinnande objekt som landar och antänder bränslet på andra sida barriären (Granström 2005). Bark och annat kan fångas i konvektionsluft strömmar och transporteras långa eller korta avstånd där nya bränder kan startas (Granström 2005). Denna spridningsätt kallas för flygbrand (Granström 2005).

Skogbrandstyper

Det finns många olika bränslen i skogen vilket leder till att olika skogsbrandstyper kan uppstå (Ryan 2002, Granström 2005, Granström 2009). Barrskog med inslag av lövträd kommer sannerligen att brinna sämre, på grund av lövträd, än t.ex. en skog bestående uteslutande av granar (Granström 2005). Olika kombinationer av bränslekällor kan också ha stor betydelse för uppkomst av olika brandtyper. Närvaro av stor mängd finbränsle, tjockt humuslager och torrväder skapar gynnsamma förhållanden för yt- och jordbränder. Rikt buskage och fältskit tillsammans men en tät barrträdskikt är åt andra hand gynnsamma för uppkomst av kronbränder (Ryan 2002, Granström 2005).
För närvarande saknas det etablerad svensk terminologi för olika skogsbrandstyper (Granström 2005), men de som oftast används och är rimligast är: jordbrand, ytbrand och kronbrand (Granström 2005).

Jordbrand

Jordlager av torv och humus kan vara tillräkligt torra för att kunna antändas efter lång torka, men på grund av relativt hög kompakthet, fukthalt och låg syrehalt kan inte "flammande eld" brinna vilket resulterar i pyrolys, d.v.s. glödbrand (Ryan 2002). Några av de aspekter i humus- och torvlager som är hämnande för flammande eld hjälper däremot etableringen av stark glödbrand. En av de aspekterna är den porösa och stabila jordlagerstrukturen som låter pyrolysen att ostörd äta sig genom lagret (Granström 2005). En sådan glödbrand placeras i jordbrandkategorin av skogsbränder, eftersom den involverar främst bränslet i jordlagret (obränd mossa kan också involveras) (Granström 2005). För att en aktiv glödbrand ska kunna etableras krävs minst 4 – 6 cm av humus- eller torvlager (Ryan 2002). Själva branden brinner med lägsta temperaturen av alla skogsbrandtyper. Temperaturen ligger mellan 400 – 600 °C (Schimmel och Granström 1996, Ryan 2002), nämligen just över gränsen för utsläpp av brännbara gaser (runt 300 °C). Temperaturen i en glödbrand ökar med djupet på bränslet, då mer och mer av den producerade värmen absorberas med ökande mängd bränsle och tjocklek (Granström 2005). Glödbrandsspridning är en långsam process, det rör sig om decimeter till ett antal meter per dygn (Ryan 2002, Granström 2005). Hög luftfuktighet har en dämpande effekt på flamfronten, men påverkar inte glödbranden eftersom den är begränsat till jordlager och därför har relativt låg interaktion med luften (Granström 2005).

De flesta organiska celler redan dör vid en temperatur under 90 °C (Schimmel och Granström 1996, Granström 2005), detta kopplat med låg spridningshastighet och lång residenstid kan ha stora ekologiska konsekvenser. Det är ju så att ju längre tid det tar för jordbrand att passera en punkt, desto större skador får man på växters rotsystem när rötterna blir utsatta för

höga temperaturer under en längre tid. Avbrända rötter leder till växters död vilket resulterar i förändringar av skogsstrukturen (Ryan 2002). Under jordbrand vid låg syrgashalt (O_2) produceras också en stor mängd kolmonoxid (CO) (Granström 2005). CO binder till hemoglobinet i blodet och bildar vad som kallas för COHb (karboxihemoglobin) vilket förhindrar leverans av O_2 till vävnadsceller, vilket i sin tur kan orsaka mortalitet eller leda till hjärnskador (Guan *et al.* 2009).

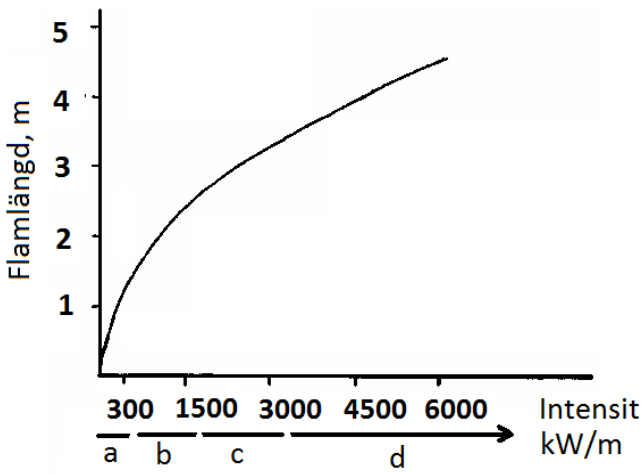
Ytbrand

De bränder som brinner med öppen låga kallas för flammande eld (Granström 2005) och beroende på brandintensitet och involverade bränslen delas de in i två huvudkategorier (Ryan 2002, Granström 2005). Den första är ytbrand och den andra är kronbrand som utgör de mest intensiva skogsbränderna (Ryan 2002). Ytbrand drivs av finbränslen på markytan (fältskikt) och för att branden ska hållas igång och ska kunna sprida sig krävs det en god tillgång på åtminstone en relativt obruten bränslebädd (Ryan 2002, Granström 2005) (Figur 7) . Residenstid eller den tid det tar för bränslet att brinna är i stort sett den samma, omkring 2 minuter (Ryan 2002, Granström 2005). Eftersom ytbränder brinner med tydliga lågor som kan sträcka sig från bara några få decimeter till flera meters höjd, är energiutvecklingen (brandintensiteten) därmed betydligt högre än under jordbränder (Ryan 2002, Granström 2005).

Figur 7. Ytbrand drivs av finbränslet på marken. Förbränningsprocessen under en ytbrand sker på det sätt som har beskrivits under rubrikerna *förbränning* och *flamfront*. Bild från Granström (2005).

Brandintensitet mäts med kW m^{-1} och mätningar visar att under en jordbrand produceras upp till 10 kW m^{-1} (Ryan 2002). Däremot under en ytbrand där lågorna är ca 1 meter höga produceras omkring 300 kW m^{-1} eller om de är runt 2 meter höga så produceras runt 5 gånger mer energi, omkring 1500 kW m^{-1} (Ryan 2002, Granström 2005). Se Figur 8 för det approximativa sambandet mellan lågornas storlek och brandens intensitet.

Spridningshastigheten hos en ytbrand kan variera mellan ett antal decimeter per timme till flera meter per minut (Ryan 2002, Granström 2005). Flamfrontens djup/tjocklek blir större med ökande brandspridning. Spridningen påverkas av flera faktorer var av de viktigaste är topografi, vindstyrka och bränslefuktighet (Ryan 2002, Granström 2005).



Figur 8.
Sambandet mellan brandintensitet och flamlängd. Bokstäverna a-d indikerar ökande svårighetsgrad vid olika intensitetsintervall för att släcka och bekämpa branden:
a) Branden släcks med handverktyg
b) Bekämpning med handverktyg är omöjlig därför används helikoptrar och vattenpumpar
c) Det finns risk att branden övergår till kronbrand och kan spridas med flygbrand vilket gör det svårt att bekämpa brandhuvud
d) Branden sprids med flygbränder och det är stor risk för kronbränder varför det är omöjligt att bekämpa brandhuvudet med direkta åtgärder.
Anpassad och ändrad från Granström (2005).

Vinden har en betydande påverkan på brandspridningen, den trycker flamfronten framåt (Arnell *et al.* 2002, Ryan 2002). En ökning av vindhastigheten från 5 till 10 m s^{-1} kan leda till att branden sprids tre gånger snabbare, från 3 till 9 m min^{-1} (Granström 2005).

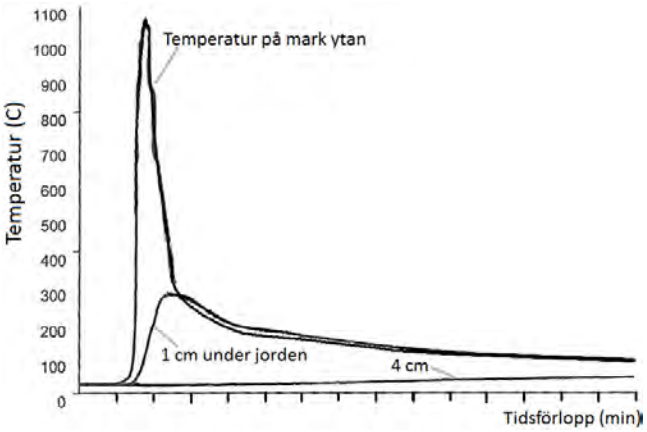
Kronbrand

Kronbrand är den kraftigaste skogsbrandtypen och karakteriseras av att trädkronor och hela trädskiktet involveras i branden (Arnell *et al.* 2002, Ryan 2002). Enstaka träd kan brinna ner fullständigt även under en ytbrand, men i kronbränder är det stora bestånd som brinner samtidigt med en gemensam eldfront (se Figur 9). Eldfronten kan sträcka sig hela vägen från marken till trädtopparna. En spridningshastighet på minst 20 m min^{-1} är nödvändig för att en ytbrand ska övergå till en mycket intensivare kronbrand (Granström 2005). Antändningen av trädskiktet sker när barr och torra kvistar sittande nära varandra fattar eld från lägre växter eller mindre träd i ett tätare skogsbestånd. Bränslet i träd- och buskskiktet brinner under mycket kortare tid, det kan ligga mellan 30 och 80 sekunder (Ryan 2002) jämfört med bränslet på marken som tar några minuter att brinna ner. Utöver att driva flamfronten kan vinden också bidra till brandspridning genom så kallad flygbrand. Gnistor som fångas av luftströmmar kan transporteras flera hundra meter framför eldfronten och starta nya bränder (Arnell *et al.* 2002).

Lågor hos en kronbrand kan sträcka sig upp till 2 gånger trädskiktets höjd (Ryan 2002), man har dokumenterat lågor på 70 meter och mer (Ryan 2002). Vid sådana förhållanden är temperaturen väldigt hög även på marken, men på grund av frånvaro av jordbrand påverkas

Figur 9. Kronbrand i en barrskog i Kanada. Bild från Bunk (2004).

jordtemperaturen i mycket mindre utsträckning (se Figur 10). Markytans temperatur stiger över 1000 C° under tidslopp på mindre än en minut men sjunker lika snabbt därpå när flamfronten har gått förbi (Ryan 2002, Granström 2005).



Figur 10. Markytans temperatur ökar väldigt snabbt och når höga nivåer, men eftersom elden passerar snabbt, påverkas inte jordtemperaturen lika mycket. Ändrad från Ryan (2002).

Ett exempel från Sverige på en snabbt spridande brand med temporära kronbrandsmoment kan man nämna branden från 1992 på Gotland. Den ägde rum i juli nära Torsburgen, och pågick i tre dagar 9-11 juli (Granström 2005). Ursprungligen så startade den runt midnatt den

8 juli då den släcktes men nästa dag, den 9 juli, började branden brinna okontrollerat. Under de 3 intensivaste timmarna var spridningshastigheten i genomsnitt 33 m min^{-1} (Granström 2005). Det är dock ovanligt för bränder att spridas så snabbt i Sverige och kan ses som en maximal hastighet för svenska förhållanden. Branden konsumerade 1100 hektar skog men bara ca 15 % av det brann som kronbrand och nästan alla av dem var inom den intensiva 3 timmars spridningsintervall första eftermiddag (Granström 2005).

Vad påverkar förekomst och frekvens av skogsbränder

Man kan väl säga att det finns två typer av faktorer som påverkar årlig förekomst, utbredning och intensitet av skogsbränder (Niklasson och Granström 2000, Beaty och Taylor 2008, Shafiei *et al*. 2010). Den första är globala faktorer som t.ex. klimat som omfattar stora geografiska områden. Den andra typen är lokala faktorer som är starkt spatialt begränsade. Ett berg med tydliga sidolutningar (sluttningar) och olika vegetationstyper på respektive sluttning är ett bra exempel på en lokal faktor som i stort sett påverkar endast sin närmaste omgivning (Beaty och Taylor 2001). Den största skillnaden mellan lokala och globala faktorer när det gäller brandprocessen är att lokala faktorer främst påverkar bränders strukturmässiga utformning, medan globala faktorer i stort sett påverkar antalet bränder och brändernas storlek (Niklasson och Granström 2000, Beaty och Taylor 2008).

Lokala faktorer

Brand struktur påverkas främst av lokala faktorer som t.ex. berg eller brandhinder som vattendrag och sjöar (Niklasson och Granström 2000, Beaty and Taylor 2001). Enligt Beaty och Taylor (2001) brinner bränder kraftigare på bergens sydliga lutning där det finns mer bränslen som är mer soltorkade än bränslen på en nordlig lutning. Det har betydelse för vilken typ av skogsbrand som uppstår. Där det är relativt fuktigt, är den vanligast förekommande brandtypen lågintensitetsytbränder. De övre delarna på en sluttning är mycket torrare, där förekommer bränder som är högintensiva (Beaty och Taylor 2001). Bränslen värms också upp på bergssluttningar av branden vilket leder till ytterligare ökning av brandintensitet (Beaty och Taylor 2008).

Globala faktorer

El niño och La Niña är naturfenomen som innebär att man får månadslånga förändringar i havsytans temperatur (Calvo *et al.* 2008). De här fenomenen har motsatt effekt, t.ex. om temperaturen blir högre än vanligt så kallas det för El Niño medan om havsytans temperatur blir lägre än vanligt kallas det för La niña. Man använder begreppen främst när det gäller de stora världshaven: Stilla havet, Indiska oceanen och Atlanten. I samband med dem här fenomenen används ofta begreppet ENSO som betyder El Niño – Sydlig Oscillation och omfattar El Niño och La Niñas fluktuationer i världshaven (Calvo *et al.* 2008).

El niño, La niña och likande faktorer styr huvudsakliga svängningar mellan fuktiga och torra väderförhållanden som i sin tur leder till ökning eller minskning av skogsbrandsförekomst och

frekvens (Beaty och Taylor 2008). På USA:s västkust i Sierra Nevada bergen påverkas vädret starkt av Stila havet och i havet förekommer svängningar eller oscillationer mellan El niño och La niña (Beaty och Taylor 2008). El niño tillbingar fukt och ökad nederbörd. Sådana blöta somrar eller blöta år, har negativ påverkan på bränder. La niña däremot skapar torra väder förhållanden, alltså torra somrar vilket gynnar brandförekomst och dessa år ser man en tydlig ökning av skogsbränder. El niño och La niña cyklerna på USA västkust oscillerar under en period på några få år (Beaty och Taylor 2008).

Sekundär succession och vad händer efter branden

Skogenstruktur förändras i olika utsträckning beroende på intensitet, typen och skala hos skogsbranden (Shafiei *et al*. 2010). Många unga träd som inte är större än 25 cm men oftast mindre än 20 cm i diameter i brösthöjd (diameter at brest hight, DBH) (Shafiei *et al*. 2010) dör i branden vilket resulterar i en förändring av trädpopulationers åldersfördelning och struktur (Zald *et al*. 2008). En skog med en mer jämn åldersfördelning övergår till skog med större proportion av äldre träd, åtminstone precis efter branden. Eftersom brandintensiteten varierar inom en och samma brand uppstår en strukturell variation i skogen. Vissa trädbestånd kan brinna ner fullständigt medans andra påverkas knappt överhuvudtaget (Beaty och Taylor 2008). Med tiden läker dock skogen sina sår och återgår till strukturen som fanns innan skogsbranden (Beaty och Taylor 2001, Marozas *et al*. 2007, Olsson och Jonsson 2010, Shafiei *et al*. 2010). Denna process tar dock tid och sker i stadier.

Första månaderna och åren efter brand

Vegetationen på bottenlagret kan brinna ner fullständigt under en ytbrand (Figur 11) (Marozas *et al*. 2007). Ljung och en hel del mossor brinner helt medans små mängder av blåbär och lingon kan fortfarande finnas kvar på området. Barrskogsträdskiktet genomgår en förändring av dominanta trädarter, d.v.s. den art som tidigare har varit mest förekommande ersätts av en ny trädart som blir vanligast efter branden. Åldersfördelning också förändras som följd av branden. Zald *et al*. (2008) visade att träddensiteten av träd som var mellan 5 och 25 cm i DBH minskade med 20 %. Brandtoleranta smala tallar (< 25 DBH) överlever en skogsbrand bättre än skuggtoleranta granar (Zald *et al*. 2008). Vilket leder till att tallen blir den dominanta trädskiktsarten. Både, tallar och granar, gror bättre på nyligen bränd mark eftersom mineraljord har exponerats och rensats från vegetation och annat växtmaterial (Figur 11) (Zald *et al*. 2008). Det har också visat sig att träddöd leder till att mycket vatten inte tas upp vilket resulterar i en ökning av markfuktigheten (Zald *et al*. 2008).

Några år efter brand

Träd kan eventuellt få en tillväxtökning eller tillväxtminskning beroende på om omgivande träd har dött eller om trädet själv har skadats av branden (Beaty och Taylor 2008). När omgivande träd faller ner på marken efter har skadats av branden skapas

bättre tillväxtförhållanden för kvarvarande träd vilket resulterar i ökad tillväxthastighet. Dock om träden i sig har fått brandskador så minskar tillväxthastigheten.

Ljungbestånd som har förvunnit på grund av brand kan efter ca 4 år återigen hittas och med tiden kan även ljungen utveckla större bestånd än det som var före branden (Marozas *et al*. 2007). Mossor börjar växa 3 år efter en brand men artsammansättningen skiljer sig från den ursprungliga sammansättningen. Marozas *et al*. (2007) visade att i brända områden som var mellan 1 och 11 år gamla, varierade antalet olika mossarter mellan 0 och 6,5 arter m^{-2} medan det på kontrollplatser fanns mellan 1,8 och 4 arter m^{-2}. Vedlevande svampar undergår en stark minskning till följd av brand men börjar återhämta sig snabbt redan 4 år senare (Olsson och Jonsson 2010).

Figur 11. Bilden till vänster visar en skog ett år efter att det har brunnit. Till höger visas samma plats 4 år senare (fem år efter en ytbrand). Det syns en tydlig ökning av mängden vegetation på den tidigare exponerade marken. Bild av Hannu (2007) och Hannu (2011).

10 år efter brand

På brända platser, under en period av ett antal år, förekommer det många fler olika ört- och risväxtarter, det kan även finnas betydligt fler unika växtarter på brända platser (Marozas *et al*. 2007). Cirka 7 år efter en brand kan örter och risväxtarter täcka en proportionellt större del av skogsytan på brandområdet jämfört med kontrollområden (Marozas *et al*. 2007). Marozas *et al*. (2007) visade att minst hälften av alla observerade mossarter hittades endast på brandområdet. Tio år efter branden var mängden mossa lika stor som i kontrollplatser men det fanns skillnader i artsammansättning. Lavar är kända att ta mellan 90 och 140 år för att återhämta sig (Gorshkov och Bakkal 1996).

Brandgynnade och brandberoende arter

En del insekts- och växtarter har anpassat sig till bränder så pass mycket att de är beroende av regelbundna bränder för sin överlevnad. Sådana arter kallas för brandberoende eller brandgynnade. I Sverige finns över 30 brandgynnade insektsarter var av flest är skalbaggar (Arnell *et al.* 2002). Vissa av dem lever eller reproducerar sig i död ved, medans andra gynnas av lövträdbestånd som växer tätt på brandområden. Arter som är mer anpassade kan ha mer specifika krav som brända träd eller bränd mark för att t.ex. lägga sina ägg i. När det gäller

brandberoende och brandgynnade växter utgör svedjenävan och brandnävan väldigt goda exempel. De här två arterna har frön som enbart gror när de hettas upp av branden till 40 – 50 °C vilket kan ses som en anpassning till skogsbrand (Arnell *et al.* 2002). Olika växter kan ha sina egna strategier när det gäller att utnyttja bränder. Vissa mossor är t.ex. väldigt snabba kolonisatörer, redan efter en månad kan de finnas på plats och kan dominera markvegetationen ett tag senare. En del svampar gynnas också av bränder (Arnell *et al.* 2002, Olsson och Jonsson 2010). Vissa lever specifikt i bränd ved och många av dem är idag rödlistade. Arten *Antrodia primaeva* har observerats i anslutning till brand vilket indikerar att svampen redan har funnits i trädet innan det brann. Svampen visar sig endast under gynnsamma förhållanden efter brand och då på starkt brända träd (Olsson och Jonsson 2010).

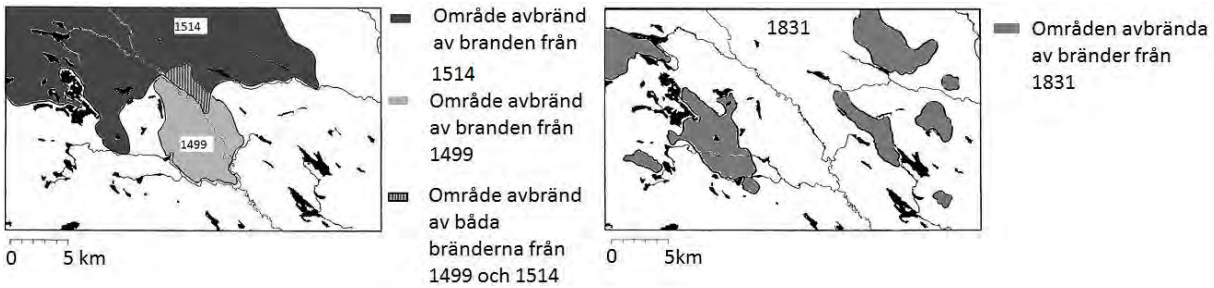
Diskussion

Skogsområden som brukar brinna med ett viss intervall och områden som saknar återkommande brandintervall, där bränderna släcks, har visat sig ha en förändrad artsammansättning (Beaty och Taylor 2008, Zald *et al*. 2008). Ända sedan 1770-talet, åtminstone lokalt, har skogsbränder släckts i Sverige, se Tabell 3 (Niklasson och Drakenberg 2001).

Tabell 3. Antal nya bränder i Norra Kvills Nationalpark har minskat drastiskt de senaste 200 år (Niklasson och Drakenberg 2001).

År	Antal bränder sedan 1400-talet
1400	1
1500	10
1600	20
1700	33
1800	42
1900	43
2000	44

Studier från Sverige och andra delar av världen visar på att skogsbrandsintervall och andra skogsbrandsaspekter (t.ex. storlek, intensitet och antal bränder) drastiskt har förändrats de senaste 200 till 300 åren (Beaty och Taylor 2001, Niklasson och Drakenberg 2001, Beaty och Taylor 2008, Granström och Niklasson 2008). Därför kan det vara intressant att undersöka vad som har orsakat minskningen av antalet naturligt förekommande bränder, deras omfattning och påverkan på ekosystem. Figur 12 jämför bränder inom ett område från två tidsperioder. Den första perioden visar området innan människan hade bosatt sig där och den andra perioden visar området efter människans bosättning (Niklasson och Granström 2000).



Figur 12. Bränderna innan 1800-talet var färre i antal men större i avbränd yta. Bilder modifierade och anpassade från Niklasson och Granström (2000).

Som flera studier har visat är mänsklig brandkontroll orsaken till förändrade brandmönster (t.ex. Niklasson och Granström 2000, Beaty och Taylor 2001, Beaty och Taylor 2008, Granström och Niklasson 2008). Niklasson och Granström (2000) visade att brandförekomsten under 1800-talet i Umeå ökade ca 12 gånger mer jämfört med perioden innan 1650.

Naturvårdsbränningar är i huvudsak kontrollerade anlagda bränder för att gynna skogens biodiversitet och har sedan 1990 används i Sverige (Arnell *et al.* 2002). Det som är viktigt att tänka på när man genomför naturvårdsbränningar är att alla skogar inte är likadana. Varje skog är unik i sitt sätt av hur den påverkas av bränder med olika brandintervaller och andra störningar. De har också arter som är anpassade till störningar på olika sätt vilket påverkar successionsförloppet och skogens dynamik (Zald *et al*. 2008). Speciellt om skogen har en känd historia av konstanta brandintervall under en viss månad och har växter som är genetiskt anpassade att utnyttja det genom att t.ex. sprida sina frön i nära anslutning till branden. Antändning på senare tidpunkt, sett ur en historisk synvinkel, kan leda till att växternas frön brinner upp och de kan inte längre föröka sig. Det finns också indikationer på att klimatförändringar kan leda till mer frekventa och intensiva bränder på vissa platser medan andra kan få en stark minskning av bandförekomst (Granström 2009, Shafiei *et al*. 2010).

Tack

Jag vill tacka min handledare Katariina Kiviniemi Birgersson för hjälp med skrivandet, kontroll och rättning av uppsatsen. Jag vill också tacka Sofia Hammerling, Björn Eriksson, Anna Sundberg, Viktor Tsiamis och Oscar Olausson för deras tips och kommentarer om tidigare versioner av uppsatsen. (Omslagsbild: V. Rindzevicius)

Referenser

Arnell A, Bengsson L, Liedholm H, Liendholm H. 2002. Elden i skogen. Skogsstyrelsen, Karlshamn.

Beaty RM, Taylor AH. 2001. Spatial and temporal variation of fire regimes in a mixed conifer forest landscape, Southern Cascades, California, USA. Journal of Biogeography **28**: 955–966.

Beaty RM, Taylor AH. 2008. Fire history and structure and dynamics of mixed cinifer forest landscape in northrn Sierra Nevada, Lake Tahoe Basin, California, USA. Forest Ecology and Management **255**: 707–719.

Bekker MF, Taylor AH. 2010. Fire disturbance, forest structure, and stand dynamics in montane forests of the southern Cascades, Thousand lakes Wilderness, California, USA. Ecoscience, **17**: 59–72.

Bunk S. 2004. World on Fire. PLoS Biol **2**: e54.

Calvo N, García-Herrera R, Garcia RR. 2008. The ENSO signal in the stratosphere. Annals of the New York Academy of Sciences **1146**: 16–31.

Diekmann M. 1999. Southern deciduous forests. I: Rydin H, Snoeijs P, Diekman M, Sjögren E (red.) Swedish plant geography, ss. 33–53. Svenska Växtgeografiska Sällskapet, Uppsala.

Engelmark O, Hytteborn H. 1999. Coniferous forests. I: Rydin H, Snoeijs P, Diekman M, Sjögren E (red.) Swedish plant geography, ss. 55–74. Svenska Växtgeografiska Sällskapet, Uppsala.

Gorshkov VV, Bakkal IJ. 1996. Species richness and structure variations of Scot pine forest communities during the period from 5 to 210 years after fire. Silva Fennica. **30**: 329–340.

Granström A, Niklasson M. 2008. Potentials and limitations for human control over historic fire regimes in the boreal forest. Philosophical transactions of the royal society **363**: 2353–2358.

Granström A. 2005. Skogsbrand. Brandbeteende och tolkning av brandindex. Statens Räddningsverk, Karlstad.

Granström A. 2009. Skogsbränder under ett förändrat klimat- en forskningsöversikt. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Karlstad.

Guan L, Wen T, Zhang Y, Wang X, Zhao J. 2009. Introduction of heme oxygenese-1 with hemin attenuates hippocampal injury in rats after carbon monoxide poisoning. Toxicology **262**: 146–152.

Hannu. 2007. Boreal pine forest after fire. WWW-dokument 2009-10-09: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Boreal_pine_forest_after_fire.JPG. Hämtad 2011-05-11.

Hannu. 2011. Boreal pine forest 5 years after fire, 2011-07. WWW-dokument 2011-07-29: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Boreal_pine_forest_5_years_after_fire,_2011-07.jpg. Hämtad 2011-09-12.

Marozas V, Racinskas J, Bartkevicius E. 2007. Dynamics of ground vegetation after surface fires in hemiboreal *Pinus sylvestris* forests. Forest Ecology and Management **250**: 47–55.

Niklasson M, Drakenberg B. 2001. A 600-year tree-ring fire history from Norra Kvills National Park, southern Sweden: implications for conservation strategies in the hemiboreal zone. Biological Conservation **101**: 63–71.

Niklasson M, Granström A. 2000. Number and Sizes of Fires: Long-Term Spatially Explicit Fire History in Swedish Boreal Landscape. Ecology, **81**, **6**: 1484–1499.

Olsson J, Jonsson BG. 2010. Restoration fire wood-inhabiting fungi in Swedish *Pinus sylvestris* forest. Forest Ecology and Management **259**: 1971–1980.

Rosén E, Borgegård S-O. 1999. The open cultural landscape. I: Rydin H, Snoeijs P, Diekman M, Sjögren E (red.) Swedish plant geography, ss. 113–134. Svenska Växtgeografiska Sällskapet, Uppsala.

Ryan KC. 2002. Dynamic interactions between forest structure and fire behavior in boreal ecosystems. Silva Fennica **36**: 13–39

Rydin H, Snoeijs P, Diekman M, Sjögren E. 1999. Swedish plant geography. Svenska Växtgeografiska Sällskapet, Uppsala.

Schimmel J, Granström A. 1996. Fire severity and vegetation response in the boreal Swedish forest. Ecology **77**: 1436–1450.

Shafiei AB, Akbarinia M, Jalali G, Hosseini M. 2010. Forest fire effects in beech dominated mountain forest of Iran. Forest Ecology and Management **259**: 2191–2196.

Sjörs H. 1967. Nordisk växtgeografi. 2:a uppl. Scandiavian University Books, Stockholm.

Sjörs H. 1999. Background: Geology, climate and zonation. I: Rydin H, Snoeijs P, Diekman M, Sjögren E (red.) Swedish plant geography, ss. 5–14. Svenska Växtgeografiska Sällskapet, Uppsala.

Zald HSJ, Gray AN, North M, Kern RA. 2008. Initial tree regeneration response to fire and thinning treatments in a Sierra Nevada mixed-conifer forest, USA. Forest Ecology and Management **256**: 168–179.