



Naturvårdsbränningens effekter på botten- och fältskiktsvegetation

The effect of prescribed forest fires on ground and field layers vegetation

Madelen Andersson

Fakulteten för hälsa, natur- och teknikvetenskap

Biologi

Grundnivå 15 hp

Handledare: Lutz Eckstein

Examinator: Larry Greenberg

2018-06-05

Löpnummer: 18:132

Abstract

Forest fires are an important part of the boreal forest ecosystem but have become very reduced in Sweden over the past 100 years. To recreate this feature in nature, prescribed forest fire has become a management method used to promote biodiversity. The purpose of this study was to investigate the effects of prescribed forest fire on the ground and field layer vegetation in terms of vegetation structure, species composition, coverage ratio, biomass and soil pH. The study was conducted in the Brännan Nature Reserve where prescribed forest fires have been implemented on several occasions during the past 21 years, which also made it possible to compare several areas and investigate effects over time. Four sub-areas were studied, three previously fire-affected areas and one control area. The result shows that prescribed forest fires influence the ground and field layer vegetation, and there were significant differences between the areas. The vegetation structure changed, and new conditions were created for subsequent successional processes. The effective number of species decreased after the fire but subsequently increased over time. The percentage of vegetation cover showed the same result with a rapid re-establishment rate, especially during the 6 following years. Biomass production reached the highest value 21 years after the fire, but showed a declining trend compared to the control area. There was no significant difference regarding soil pH, which was expected. There are many factors that may affect the short- and long-term effects of prescribed forest fires, such as fire intensity and the soil depth reached by the fire, but despite variations among the areas, some trends were found.

Sammanfattning

Skogsbränder är en viktig del i skogsekosystemet men har minskat kraftigt i Sverige under de senaste 100 åren. För att återskapa detta inslag i naturen har naturvårdsbränningar blivit en skötselmetod som används i syfte att gynna biologisk mångfald. Syftet med denna studie var att undersöka naturvårdsbränningens effekter på botten- och fältskiktsvegetationen med avseende på vegetationsstruktur, artsammansättning, täckningsgrad, biomassa samt jordens pH-värde. Studien utfördes i Brännans naturreservat där naturvårdsbränningar utförts vid fler tillfällen under 20 års tid, vilket gjorde det möjligt att jämföra flera områden och undersöka effekter över tid. Fyra delområden studerades varav tre tidigare brandpåverkade områden samt ett opåverkat område som fungerade som en kontroll. Resultatet visade att naturvårdsbränningar har effekter på botten- och fältskiktsvegetationen och att det finns signifikanta skillnader mellan de olika delområdena. Vegetationsstrukturen förändras och det skapas nya förutsättningar för efterföljande successionsprocesser. Det effektiva artantalet

minskade efter utförd bränning men visade sig öka över tid. Täckningsgraden visade liknande resultat med en snabb återetableringstakt, särskilt under de 6 efterföljande åren. Biomassproduktionen nådde den högsta nivån 21 år efter utförd bränning, men visade på en minskande trend jämfört med kontrollområdet. Resultatet visade ingen signifikant skillnad mellan delområdena beträffande jordens pH-värde, vilket hade förväntats. Det finns många faktorer som kan påverka de kort- och långsiktiga effekterna av naturvårdsbränningar, såsom brandens intensitet och djup, men trots detta kan man se vissa trender.

Inledning

Skogsbränder klassas som en storskalig, naturlig störning som har en betydande ekologisk roll i ett skogsekosystem. Denna typ av störning kan ha en långvarig effekt på vegetationsstruktur, artsammansättning och successionsprocesser (Ryan, 2002). Skogsbränder skapar nya strukturer och leder till att mer ljus och värme når de lägre vegetationsskikten. Arter som tidigare konkurrerats ut, i och med allt tätare och mörkare skogar, får nya möjligheter att återetablera sig i området (Life-Taiga, 2018). Många arter av både växter och djur har under evolutionen anpassat sig till återkommande skogsbränder och är därmed beroende av bränder och dess efterföljande effekter som en del av ekosystemet. Exempelvis kräver vissa växters, så kallade pyrofyter, frön upphettning för att kunna gro (Rowe, 1983).

Den moderna skogsförvaltningen har, under lång tid, i stor utsträckning eliminerat skogsbränder som ett naturligt inslag i ekosystemet (Ryan, 2002). Idag brinner i genomsnitt endast 0,016% av skogen i Sverige varje år vilket är en kraftig minskning sett till de senaste 100 åren, då ca 1% av skogen brann årligen (Naturvårdsverket, 2008). På grund av denna utveckling har flera projekt inletts där kontrollerade skogsbränder, så kallade naturvårdsbränningar, används som skötselmetod i naturvårdssyfte för att värna och återskapa biologisk mångfald (Life-Taiga, 2018).

Effekterna av en naturvårdsbränning varierar beroende på dess intensitet, brandens djup, uppnådda temperaturer i jordprofilen samt den efterföljande glödande förbränningen (Mc Arthur & Cheney, 1966). Markbeskaffenhet, vegetationsstruktur och humiditet är faktorer som kan påverka brandens intensitet vilket i sin tur har betydelse för sekundära effekter i de kommande successionsprocesserna (Ryan, 2002). Brandens djup är en av de mest betydelsefulla variablerna för hur den lägre vegetationen påverkas. Överlevnaden hos arter i fältskiktvegetationen beror på hur meristem, rhizomer och jordens fröbank påverkas (Alexander, 1982; Johnson, 1992). Beroende på hur djupt rhizomer, vilande knoppar och frön

befinner sig kan dessa lyckas överleva branden och därmed återetablera sig relativt snabbt inom området (Sarvas, 1937; Uggla, 1937). Tidigare studier har visat att exempelvis flertalet chamaephyter tillhörande familjen *Ericaceae* förmår att etablera sig i frekvent brandpåverkade områden (Rowe, 1983). Lingon (*Vaccinium vitis-idaea*) och blåbär (*Vaccinium myrtillus*), som båda har sina rhizomer i humuslagret, har noterats att återigen kunna nå en täckningsgrad på samma nivå som innan redan 2 till 3 år efter brand (Shimmel & Granström, 1996). I bottenskiktet, där merparten av biomassan förstörs vid brand, sker större delen av återetableringen via sporer utifrån (Pharo, Beattie, & Binns, 1999). Stor björnmossa (*Polytrichum commune*) och enbjörnmossa (*Polytrichum juniperinum*) är arter som vid tidigare studier påträffas under bottenskiktets första successionsstadie men som över tid ersatts av skuggtåligare arter (Sarvas, 1937; Uggla, 1958; Hallingbäck & Holmåsen, 1995). I en kontrollerad naturvårdsbränning uppstår sällan kronbrand i trädskiktet vilket gör att det ofta fortfarande finns ett naturligt skydd mot instrålning till den lägre vegetationen. Denna beskuggning har betydelse för såväl bottenskiktsvegetationen som fältskiktsvegetationen (Zakrisson & Östlund, 1991).

En brand påverkar även abiotiska faktorer och kan drastiskt förändra markens pH-värde och näringstillgång. Förändringen kan fortsätta över lång tid och påverka efterföljande successionsstadium (Neary, Klopatek, Ffolliott, & DeBano, 1999). Aska är starkt basiskt vilket resulterar i att pH-värdet ökar i markytan efter en brand. Beroende på brandens djup kan även mineraljordens pH-värde påverkas. Lagret av aska skapar nya förhållanden närmast marken och askan innehåller flera viktiga växtnäringsämnen (Ring, 1997). Det frigörs mycket näring vid en brand men samtidigt sker en förlust av kväve, vilket är det näringsämne som främst reglerar biomassaproduktionen i boreala skogar (Neider & Benib, 2008).

Syftet med studien var att undersöka naturvårdsbränningens effekter på botten- och fältskiktsvegetationen med avseende på vegetationsstruktur, artsammansättning, täckningsgrad, biomassa samt jordens pH-värde. Studien syftar även till att jämföra områden där naturvårdsbränningar skett vid olika tillfällen för att undersöka effekter över tid. Naturvårdsbränningar används allt mer som skötselmetod i naturvårdssyfte men uppföljningen av dess påverkan är bristfällig inom vissa områden. De frågeställningar som ställdes inför studien var:

1. Vilken effekt har naturvårdsbränningar gällande antalet arter i botten- och fältskiktsvegetationen jämfört med ett icke bränt skogsområde (kontrollområde)?

Hur länge kan man se skillnader efter utförd bränning?

Förväntning: En naturvårdsbränning kommer att reducera artrikedom och mångfald i botten- och fältskiktsvegetationen men förväntas åter ge ökad artrikedom och mångfald över tid efter utförd bränning.

2. Vilken effekt har naturvårdsbränningar gällande täckningsgrad i botten- och fältskiktvegetationen jämfört med ett icke bränt skogsområde (kontrollområde)?

Förväntning: En naturvårdsbränning leder till att mer ljus och värme når marken vilket förväntas skapa en förändrad täckningsgrad hos arter i botten- och fältskiktsvegetationen.

3. Vilken effekt har naturvårdsbränningar på efterföljande biomassaproduktion? Kan man se någon trend för biomassaproduktionen över tid?

Förväntning: Biomassaproduktionen kan förväntas öka de närmsta åren efter utförd bränning i och med att vegetationsstrukturen blivit mer öppen och mer näring frigjorts.

4. Vilken effekt har naturvårdsbränningar på jordens pH-värde jämfört med ett icke bränt område (kontrollområde)? Hur förändras pH-värdet över tid?

Förväntning: PH-värdet i jorden kan förväntas öka efter utförd bränning då aska är starkt basisk men ha avtagande effekt över tid.

Material och metod

Undersökningsområde

Studien genomfördes, i samverkan med Länsstyrelsen i Värmland, vid Brännans naturreservat, Årjängs kommun. Ett viktigt syfte med naturreservatet är att bevara, vårda och återskapa brandpräglad skog i olika successionsstadier. Området består av äldre gran- och tallskogar med inslag av lövträd, sumpskogar, våtmarker, hyggen, ungskog samt flertalet brandfält. Genom att nyskapa brandfält under flera år skapas över tid olika successionsstadier och därmed goda förutsättningar för att bevara biologisk mångfald. Den första naturvårdsbränningen i området genomfördes 1997 och dessförinnan har en naturlig skogsbrand noterats vid 1860-talet (Wilde,

2002). Därefter har ytterligare tre områden bränts i naturvårdssyfte. 2002 och 2012 brändes två angränsande områden nordöst om 1997 års bränning (Sander, 2012) följt av den sist utförda bränningen som skedde 2017 (Sander, 2017). I och med att brandfält skapats under flera år var Brännans naturreservat lämpligt att använda i denna studie. Innan studien påbörjades gjordes en ansökan om tillstånd att utföra verksamhet inom skyddat område vilket godkändes av Länsstyrelsens i Värmland.

I studien undersöktes fyra delområden, tre olika brandpåverkade områden samt ett opåverkat område som använts som kontrollområde.

Delområde 1 – Naturvårdsbränning utförd 2017. Området består mestadels av äldre tallskog men även av gran med inslag av lövträd. Ett mosaikartat landskap har skapats bestående av kraftigare brandpåverkade områden samt fuktigare områden som lämnats opåverkade. Botten- och fältskiktetsvegetationen har delvis påverkats tydligt av branden och lämnat större områden öppna (figur 1a). Brandintensiteten bedömdes generellt som låg med marginell påverkan på humusskiktet. (Sander, 2017).

Delområde 2 – Naturvårdsbränning utförd 2012. Området domineras av relativt öppen tall- och granskog med inslag av lövträd. Vissa delar är hållrika och det förekommer tidigare skapade hyggen. Stora delar av bottenskiktet täcks av mossor och lavar medan fältskiktet domineras av ljung (*Calluna vulgaris*), blåbär och lingon (figur 1b). Brandintensiteten varierade i området och Länsstyrelsens mål med att få en djupare markpåverkan uppnåddes inte som önskat. Humuslagret bevarades relativt intakt där endast vissa områden brunnit ner till mineraljorden. Grantäta områden brann med relativt hög intensitet (Sander, 2012).

Delområde 3 – Naturvårdsbränning utförd 1997. Området domineras av ung tallskog och sly av lövträd med förekomst av öppna hållar. Den unga skogen är delvis tät och det förekommer stora mängder död ved. Bottenskiktet täcks till stor del av mossor och lavar och i fältskiktet har ris och gräs återetablerat sig (figur 1c). Detta område brändes efter en utförd avverkning där en betydande del av den ursprungliga virkesvolymen lämnades kvar (Wilde, 2002).

Delområde 4 – Opåverkat område bestående av äldre gran- och tallskog med inslag av lövträd. Relativt öppen vegetation med varierande fuktighetsgrad, förekomst av hållar. Bottenskiktet täcks till stor del av mossor och lavar. Fältskiktet domineras av ljung, blåbär och lingon (figur 1d).

a)



b)



c)



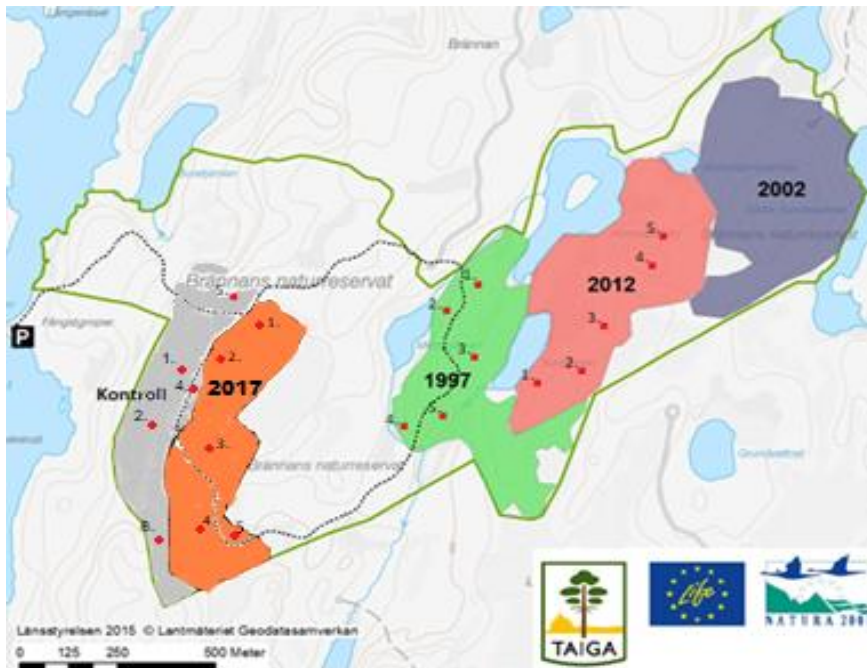
d)



Figur 1. a) Delområde 1 – Naturvårdsbränning utförd 2017. b) Delområde 2 – Naturvårdsbränning utförd 2012. c) Delområde 3 – Naturvårdsbränning utförd 1997. d) Delområde 4 – Opåverkad skog, kontrollområde. Foto: Madelen Andersson.

Datinsamling

Datinsamlingen ute i fält skedde under tre dagar mellan 18–22 april 2018. Inom respektive delområde utsågs fem platser. Ett rutnät placerades över kartan, där varje ruta motsvarade 100m², ur vilket sedan fem rutor per delområde slumpmässigt valdes ut. På plats ute i fält placerades en mindre provyta, täckande 1m², slumpmässigt ut inom de tidigare utsedda rutorna (figur 2).



Figur 2. Karta över Brännans naturreservat med respektive brandfält och årtal då naturvårdsbränning utfördes, inklusive kontrollområde. De röda punkterna illustrerar samtliga provvytors placering inom respektive delområde. (Källa: Länsstyrelsen Värmland, 2018)

Inom provvytan inventerades samtliga förekommande arter i botten- och fältskiktet. Vid nyckling av arter användes bestämningslitteratur för mossor (Hallingbäck, 2016), lavar (Moberg & Hultengren, 2016) och kärlväxter (Mossberg & Stenberg, 2006). Därefter uppskattades varje arts täckningsgrad i procent (i steg av 5% för täckning >5%), botten- och fältskikt separerat. I fältskiktet samlades även biomassan in för vidare analys på laboratoriet. Växtdelarna klipptes av vid marknivå och placerades i påsar märkta med delområde samt nummer på rutan. Ett jordprov togs inom respektive ruta på 1–9 cm djup i syfte att analysera pH-värde. Jorden förvarades svalt i provrör märkta med delområde samt nummer på rutan.

Analys

I laboratoriet sorterades den insamlade biomassan från respektive provyta. Olika arter sorterades var och en för sig och placerades i papperskuvert. Kuverten märktes med delområde

och ruta, för att sedan torkas i torkskåp (70 °C i 3 dagar). Därefter vägdes den torkade biomassan i gram, två decimaler (vågen kalibrerades innan vägning).

Vid analysen av de insamlade jordproverna vägdes 15 gram jord upp från respektive provrör och placerades i enskilda 250 ml bägare. Varje bägare märktes med delområde och ruta. I varje bägare tillsattes 50 ml avjoniserat vatten som blandades med jorden. Proverna fick sedan stå i cirka 45 minuter innan pH-värdet analyserades. PH-värdet mättes med en multi-parametermätare av modellen HACH HQ40d (mätinstrumentet kalibrerades innan användning).

De statistiska testen utfördes i Excel 2016. För att jämföra de olika delområdena och undersöka förekomsten av signifikanta skillnader mellan dessa användes envägs-ANOVA som statistiskt test. Envägs-ANOVA användes för att analysera skillnader beträffande effektivt artantal, täckningsgrad, biomassa och pH-värde. Då ANOVAN påvisade en signifikant skillnad mellan delområdena utfördes därefter ett Tukey-test för att urskilja mellan *vilka* delområden det förekommer en skillnad. Signifikansnivån sattes till $P < 0,05$ på samtliga genomförda tester. Det effektiva artantalet, som är ett diversitetsmått baserat på antalet arter och dess fördelning, beräknades med Shannon-Wiener index (Jost, 2006). I studien användes en metod kallad ”space-for-time substitution”, vilket innebär att man antar att det enda som skiljer de olika delområdena åt är den specifika störningen (Martin, 2016).

Resultat

Totalt påträffades 27 arter inom de provytor som inventerades i studien (tabell 1). Vanligast förekommande i bottenskiiktsvegetationen var väggmossa (ej inom delområde 1) följt av vågig kvastmossa, husmossa och stor björnmossa som förekom i samtliga delområden. I de brandpåverkade delområdena 2 och 3 var enbjörnmossa vanligt förekommande men även arter som exempelvis nickmossa, raggmossa och cladonior påträffades mer frekvent. I delområde 4 var tallvitmossa, grå renlav och gulvit renlav mer förekommande. Fältskiiktsvegetationen dominerades av lingon, ljung och blåbär men även gräs (*Poaceae*) och björkpyrola (*Orthilia secunda*) påträffades.

Tabell 1. Artlista för botten- och fältskiktsvegetation samt arternas förekomst klassat enligt: v= vanlig, mv= mindre vanlig, ov= ovanlig. Frekvens motsvarar antalet rutor respektive art påträffades i totalt.

Artlista bottenvegetation	Delområde 1 (2017)	Delområde 2 (2012)	Delområde 3 (1997)	Delområde 4 (Kontroll)	Frekvens (förekomst i antal rutor)
<i>Pleurozium schreberi</i> - Väggmossa	-	v	v	v	14/20
<i>Dicranum polysetum</i> - Vågig kvastmossa	ov	mv	mv	v	12/20
<i>Hylocomium splendens</i> - Husmossa	mv	v	mv	v	8/20
<i>Polytrichum commune</i> - Stor björnmossa	ov	ov	v	mv	5/20
<i>Cladonia cf.*</i> - Cladonior	-	mv	v	-	5/20
<i>Cladonia rangiferina</i> - Grå renlav	-	-	mv	v	4/20
<i>Polytrichum juniperinum</i> - Enbjörnmossa	-	v	v	-	4/20
<i>Pohlia nutans</i> - Nickmossa	-	v	-	-	3/20
<i>Sphagnum capillifolium</i> - Tallvitmossa	-	-	mv	v	3/20
<i>Cladonia arbuscula</i> - Gulvit renlav	-	-	-	v	2/20
<i>Racomitrium</i> - Raggmossa	-	-	ov	-	2/20
<i>Atrichum tenellum</i> - Liten sågmossa	-	mv	-	-	1/20
<i>Aulacomnium palustre</i> - Råffelmossa	-	-	ov	-	1/20
<i>Cladonia stellaris</i> - Fönsterlav	-	-	mv	-	1/20
<i>Dicranum majus</i> - Stor kvastmossa	-	-	-	mv	1/20
<i>Dicranum spurium</i> - Hällkvastmossa	-	mv	-	-	1/20
<i>Ptilidium pulcherrimum</i> - Tät fransmossa	-	-	mv	-	1/20
<i>Ptilium crista-castrensis</i> - Kammossa	-	-	-	mv	1/20
Artlista fältskiktsvegetation					
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> - Lingon	ov	v	v	v	17/20
<i>Vaccinium myrtillus</i> - Blåbär	ov	v	v	v	12/20
<i>Calluna vulgaris</i> - Ljung	ov	v	v	v	10/20
<i>Poaceae</i> - Gräs**	-	-	mv	-	2/20
<i>Orthilia secunda</i> - Björkpyrola	-	-	-	ov	1/20

* - 4 arter tillhörande släktet *Cladonia* kunde inte identifieras med säkerhet till art.

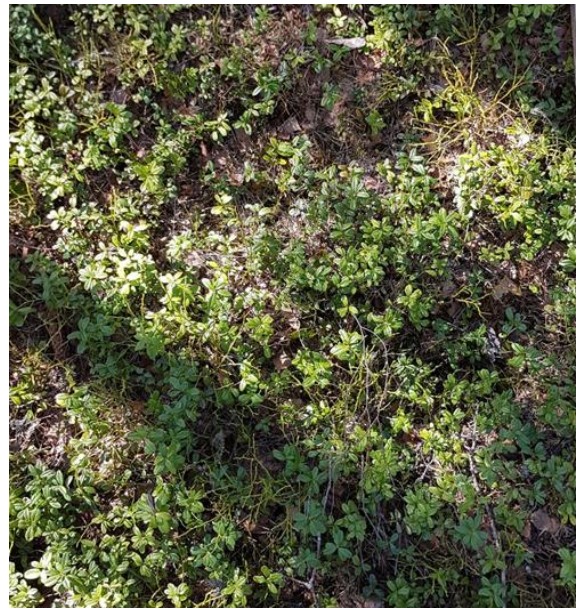
** - 2 arter av familjen *Poaceae* kunde inte identifieras med säkerhet till art.

Vegetationsstrukturen varierade mellan de olika delområdena och ett mosaikartat landskap har skapats inom reservatet som helhet, vilket syntes inom de olika provytorna (figur 3).

a)



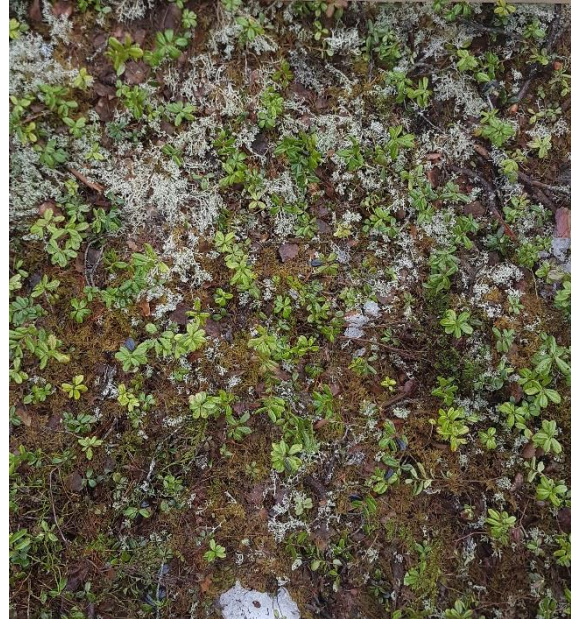
b)



c)



d)

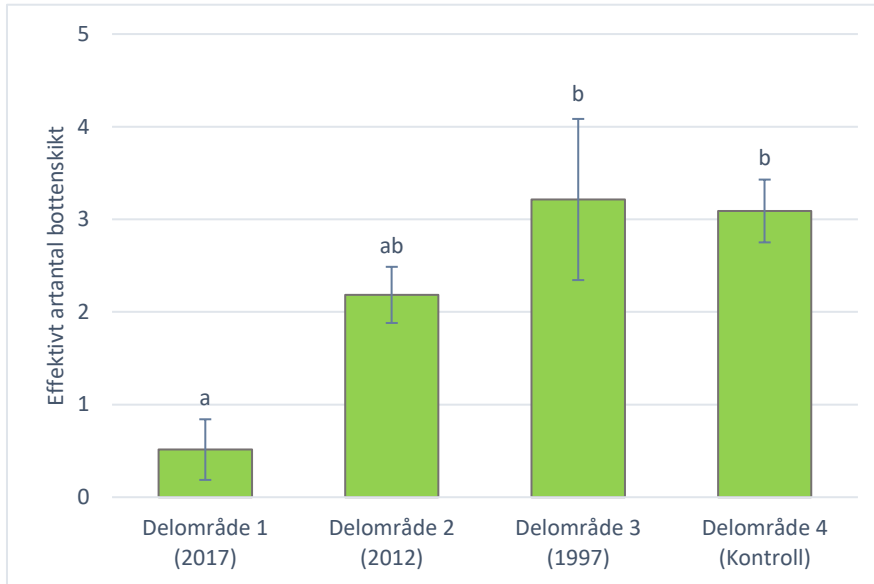


Figur 3. Varierande vegetationsstruktur inom provytorna mellan de olika delområdena, a) delområde 1, b) delområde 2, c) delområde 3, d) delområde 4. Foto: Madelen Andersson.

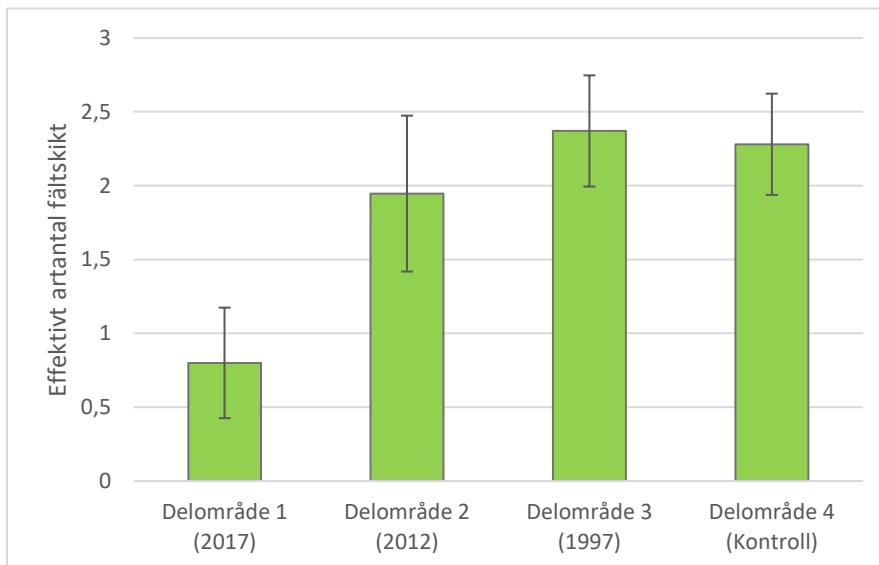
Effektivt artantal-Resultatet visade att det finns signifikanta skillnader i effektivt artantal mellan olika delområden beträffande bottenvegetationen (Envägs-ANOVA: $F_{3,16} = 5,80$, $P=0,006$) (figur 4a) men däremot inte i fältskiktsvegetationen (Envägs-ANOVA: $F_{3,16}=3,08$, $P=0,06$) (figur 4b). Signifikanta skillnader kunde konstateras mellan delområde 1 och delområdena 3 och 4. Däremot visade det sig inte finnas någon signifikant skillnad mellan delområde 1 och delområde 2 och inte heller mellan delområde 4 jämfört med delområdena 2

och 3. Även om resultatet inte visade på någon skillnad i fältskiktsvegetationen kan man ändå se en liknande trend som i bottenskiktsvegetationen.

a)



b)

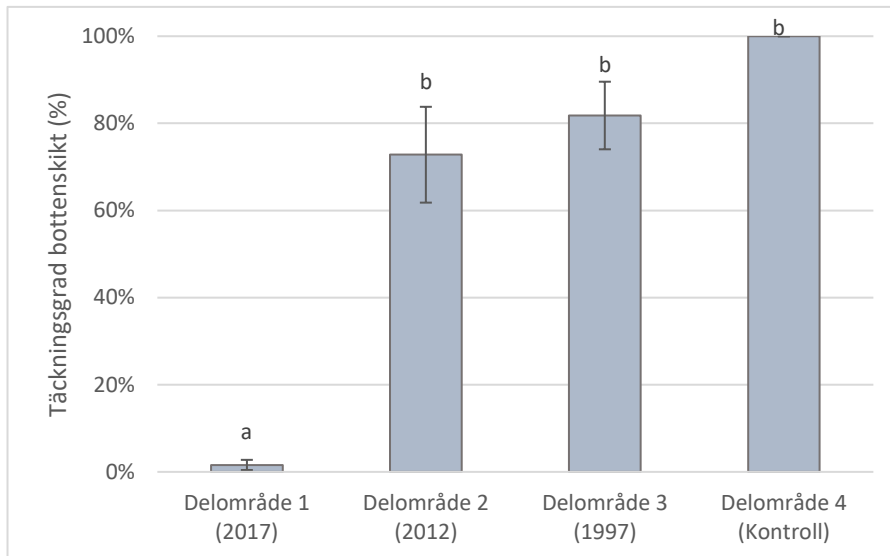


Figur 4. a) Effektivt artantal i bottenskiiktsvegetationen inom respektive delområden, baserat på medelvärden inklusive felstaplar som visar \pm SE. Bokstäverna a & b ovanför felstaplarna illustrerar vilka delområden som skiljde sig signifikant. b) Effektivt artantal i fältskiiktsvegetationen inom respektive delområde, baserat på medelvärden inklusive felstaplar som visar \pm SE.

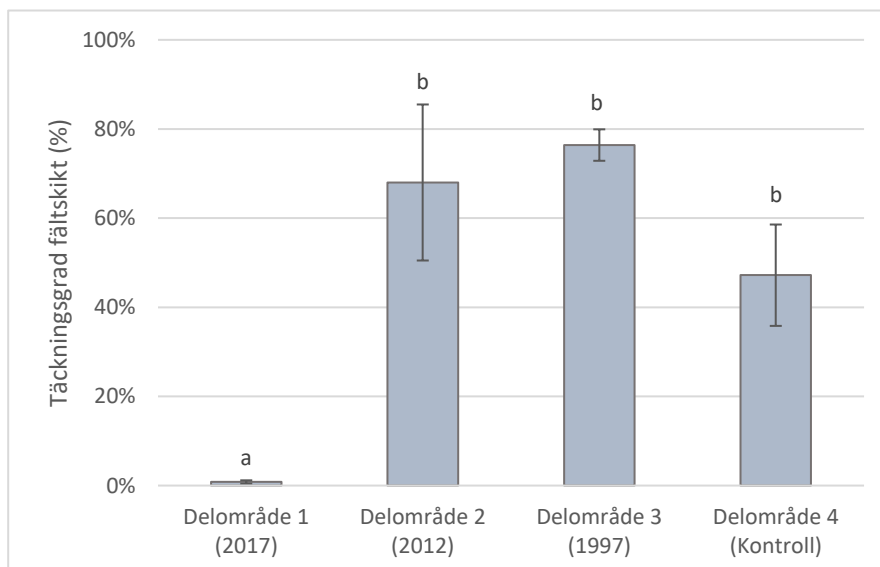
Täckningsgrad-Resultatet visade att det finns signifikanta skillnader beträffande täckningsgraden mellan olika delområden i både bottenskiiktsvegetationen (Envägs-ANOVA: $F_{3,16}=40,81$, $P<0,0001$) och fältskiiktsvegetationen (Envägs-ANOVA: $F_{3,16}=10,21$, $P=0,0005$).

Gemensamt för båda vegetationsskikten är att täckningsgraden i delområde 1 skiljer sig signifikant från övriga delområden (figur 5 a, b).

a)



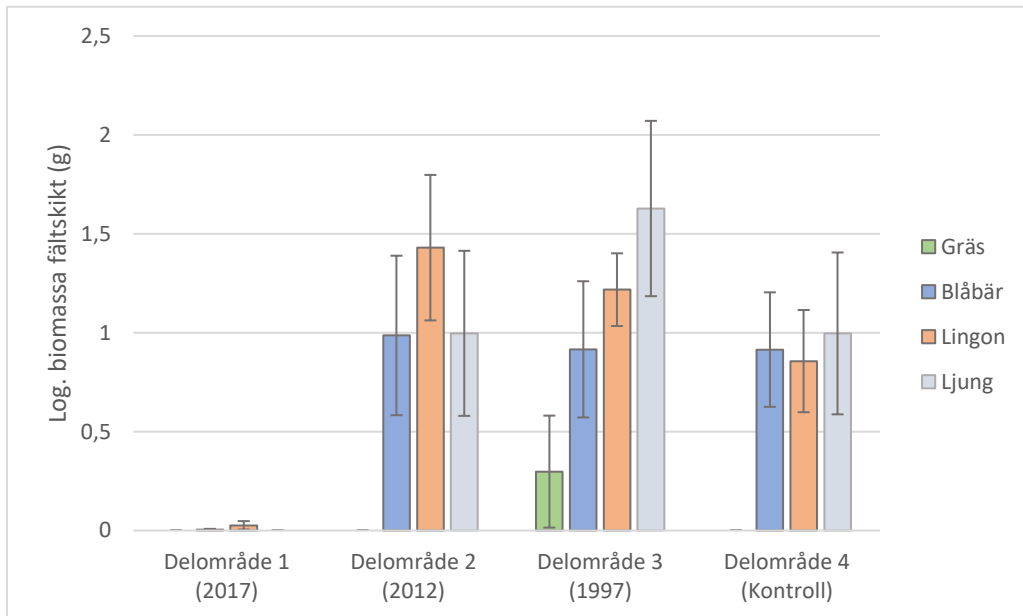
b)



Figur 5. a) Bottenskiktsvegetationens täckningsgrad (%) i respektive delområde, baserat på medelvärden inklusive felstaplar som visar \pm SE. Bokstäverna a & b ovanför felstaplarna illustrerar vilka delområden som skiljde sig signifikant. b) Fältskiktsvegetationens täckningsgrad (%) i respektive delområde, baserat på medelvärden inklusive felstaplar som visar \pm SE. Bokstäverna a & b ovanför felstaplarna illustrerar vilka delområden som skiljde sig signifikant.

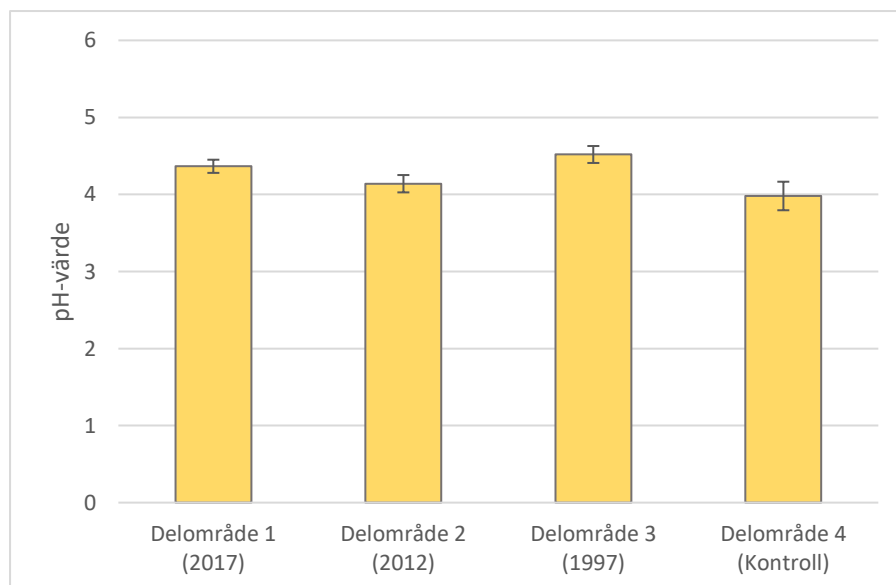
Biomassa-Resultatet för analysen av den insamlade biomassan från fältskiktet visade att det förekommer en signifikant skillnad i mängden biomassa mellan olika delområden (Envägs-ANOVA: $F_{3,16}=9,33$, $P=0,0008$). De typer av arter som förekommer är relativt konstant mellan delområdena. Lingon påträffades i samtliga delområden, rikligast inom delområde 2. Även

blåbär påträffades inom samtliga delområden medans ljung påträffades inom delområde 2, 3 och 4, rikligast inom delområde 3. I delområde 1 påträffades, redan året efter utförd bränning, både lingon och blåbär men i avsevärt mindre mäng jämfört med övriga delområden. Gräs förekom dock endast inom delområde 3 (figur 6).



Figur 6. Torkad mängd biomassa (g) av insamlat material från respektive delområdes fältskiktsvegetation, baserat på logaritmerade medelvärden inklusive felstaplar som visar +-SE.

pH-värde-Beträffande pH-värde visade resultatet ingen signifikant skillnad mellan de olika delområdena (Envägs-ANOVA: $F_{3,16}=2,45$, $P=0,11$). Samtliga delområden hade relativt lågt pH-värde vilket indikerar att jorden är sur (figur 7).



Figur 7. pH-värde för respektive delområde, baserat på medelvärden inklusive felstaplar som visar +-SE.

Diskussion

Studien utfördes i syfte att undersöka naturvårdsbränningens effekter på botten- och fältskiktsvegetationen med avseende på vegetationsstruktur, artsammansättning, täckningsgrad, biomassa samt jordens pH-värde över tid. Naturvårdsbränningen förväntades att reducera artrikedomen för att ge åter ökad artrikedom över tid, skapa en allt mer öppen vegetationsstruktur och därmed en förändrad täckningsgrad samt leda till en ökad biomassaproduktion kommande år efter utförd bränning. PH-värdet förväntades att öka i de brandpåverkade områdena med en avtagande effekt över tid.

Efter en naturvårdsbränning skapas nya vegetationsstrukturer och andra förutsättningar för kommande successionsprocesser. Resultatet visar på signifikanta skillnader mellan delområdena för flera av de variabler som undersökts i studien, såsom effektivt artantal, täckningsgrad och biomassa. Särskilt urskiljande är delområde 1 som brändes i juni 2017 (Sander, 2017). Inom detta delområde är återetableringen hittills marginell och man kan tydligt se hur branden påverkat botten- och fältskiktsvegetationen, där större delen av biomassan brunnit upp. Det har skapats ett lämpligt substrat för brandspecialister, exempelvis skalbaggar och andra insekter, brandsvampar och lavar.

Beträffande det effektiva artantalet i bottenskiktet uppnås en signifikant ökning tidigast 7 år efter att branden utförts. Efter 21 år har det effektiva artantalet nått samma nivå som i det opåverkade området men inte lett till någon signifikant ökning i antal. Detta besvarar den första frågeställningen och bekräftar förväntningen om att en naturvårdsbränning reducerar artrikedomen i bottenskiktsvegetationen som en direkt effekt men återgår till den ursprungliga artrikedomen efter några år.

Generellt sett är artantalet lågt i de rutor som undersökts. Detta kan bero på att jordmånen är mager och sur, vilket analysen av pH-värde visade. Inventeringen visade dock på en variation av påträffade arter i de olika delområdenas bottenskikt. Vågig kvastmossa, husmossa och stor björnmossa påträffades i samtliga delområden och väggmossa var vanligt förekommande i de delområden som brändes för 6 respektive 21 år sedan samt i kontrollområdet. I de tidigare brandpåverkade delområdena påträffades enbjörnmossa mer frekvent vilken, liksom stor björnmossa, är en art som visats sig ha en god förmåga att etablera sig under bottenskiktets tidiga successionsstadier (Sarvas, 1937, Uggla, 1958, Hallingbäck & Holmåsen, 1995). Nickmossan var en art som endast påträffades i delområdet som brändes för 6 år sedan och förekommer ofta på mager och störd jord (Hallingbäck, 2016). I delområdet som brändes för

21 år sedan förekom flera arter som trivs på öppna hållar och i mager jord, exempelvis arter av släktet *cladonia*, raggmossa och räffelmossa (Hallingbäck, 2016). Jämförelsevis mellan de tidigare brandpåverkade delområdena och kontrollområdet kan man se att arter som enbjörnmossa och nickmossa inte förekommer i kontrollområdet, där i stället arter som kräver mer fukt och är skuggtåligare, såsom tallvitmossa, påträffas i allt större utsträckning. Naturvårdsbränningar kan beskrivas som en bidragande faktor till den varierande artsammansättningen mellan de olika delområdena. Delområde 3 har även utsatts för ytterligare en störning i och med att området avverkades till viss del innan utförd bränning (Wilde, 2002). Detta har påverkat områdets vegetationsstruktur påtagligt jämfört med de övriga delområdena och kan beskrivas som ytterligare en faktor som påverkat artsammansättningen.

Man kan även se en skillnad i fältskiktets artsammansättning där gräs endast påträffades i delområde 3. En förklaring till detta kan vara att delområde 3 har en mer öppen vegetation som gett gräs en större möjlighet att etablera sig. I samtliga delområden dominerades dock fältskiktsvegetationen av ljung, lingon och blåbär. Dessa arter, tillhörande familjen *Ericaceae*, är chamaephyter vilka har vilande knoppar på sina stammar i marken. Beroende på brandens djup kan dessa överleva och därmed kunna återetablera sig snabbt efter utförd bränning. Dessa arter har även i tidigare studier visat sig ha god förmåga att etablera sig i frekvent brandpåverkade områden (Rowe, 1983).

Beträffande den andra frågeställningen gällande täckningsgrad kan förväntningen, att naturvårdsbränningar leder till en förändrad täckningsgrad, antas till viss del då resultatet visar att det delområde som brändes 2017 skiljer sig signifikant från övriga delområden gällande både botten- och fältskiktsvegetationen. Dock sker en relativt snabb återetablering över tid och resultatet visar att täckningsgraden ökar kraftigt under de framförallt första åren efter utförd bränning. Redan efter sex år täcks återigen 73% av bottenskiktet och 68% av fältskiktet. Täckningsgraden i bottenskiktet visade sig fortsätta öka över tid och efter 21 år var 82% av ytan täckt, jämfört med kontrollområdet där 100% av bottenskiktet är täckt. I fältskiktet noterades den högsta täckningsgraden 21 år efter utförd bränning där 76% av ytan var täckt medan kontrollområdet visade sig ha en lägre täckningsgrad på endast 47%.

Analysen av den insamlade biomassan i fältskiktet visade att det förekom störst mängd biomassa i delområdet som brändes för 21 år sedan följt av det delområde som brändes för 6 år sedan. Lingon var den art som etablerat sig mest under de 6 första åren medan blåbär och ljung höll en jämnare nivå. Dock kan man se att ljung dominerar efter 21 år medan lingon och blåbär minskat. I kontrollområdet var biomassaproduktionen lägre än i de brandpåverkade

delområdena, bortsett från det som brändes 2017 där återetableringen 9 månader senare är marginell. Detta tyder på att en naturvårdsbränning leder till en ökad biomassaproduktion de första åren efter utförd bränning men som dock får en avtagande effekt sett över längre tid, vilket besvarar den tredje frågeställningen.

Det finns flera faktorer som påverkar resultatet beträffande täckningsgrad och biomassaproduktion samt vilka arter som dominerar. Brandens intensitet och, framförallt, djup har visat sig ha en betydande påverkan gällande den undre vegetationen (Alexander 1982, Johnson, 1992). Ökad instrålning av ljus (Life-Taiga, 2018) och frigöring av näringsämnen (Neider & Benib, 2008) är andra faktorer som kan förklara den snabba återetableringen man kan se efter utförd bränning, där vegetationsstrukturen blir allt mer öppen och nya, för vissa mer gynnsamma, abiotiska förutsättningar skapats. Att de utförda bränningarna 2012 och 2017 inte uppnådde önskad markpåverkan och, enligt länsstyrelsen Värmland, bedömdes delvis ha en marginell påverkan på humusskiktet (Sander, 2012; 2017) kan ha betydande påverkan för de efterföljande successionsprocesserna. Vid en mindre intensiv och djup brand ökar chansen att rhizomer, vilande knoppar och frön i marken överlever och arterna kan snabbare återetablera sig (Sarvas, 1937; Ugglå, 1958). En kraftigare brand skulle kunna ha resulterat i andra, både kortsiktiga och långsiktiga effekter. Beträffande täckningsgrad och biomassaproduktion i delområde 3 kan dess särskiljande, mer öppna vegetationsstruktur, jämfört med de övriga delområdena, ha en betydelse för successionen inom området. Den lägre täckningsgraden och biomassaproduktionen i kontrollområdets fältskiktsvegetation kan vara en följd av att en allt tätare vegetationsstruktur har utvecklats över tid vilken släpper ner allt mindre ljus och värme till de nedre vegetationsskikten (Life-Taiga 2018). Utifrån detta kan man anta att naturvårdsbränningar leder till att vegetationen öppnas upp på ett sådant sätt att arter som missgynnas av allt tätare och mörkare skogar får möjligheten att etablera sig i större utsträckning.

Analysen av pH-värdet visade inte på någon signifikant skillnad mellan något av delområdena vilket hade förväntats då aska är starkt basiskt (Ring, 1997). En anledning till detta resultat kan vara att branden inte varit tillräckligt intensiv och djup för att ge någon större effekt på pH-värdet. Jordproverna togs på 1–9 cm djup, beroende på underlag. Där branden haft marginell påverkan på markskiktet kanske en förändring i pH-värdet hade kunnat synas om proverna tagits ytligare.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att naturvårdsbränningar har varierande effekter på botten- och fältskiktsvegetationen gällande vegetationsstruktur, artsammansättning,

täckningsgrad, biomassa och pH. Att det förekommer så pass många påverkansfaktorer gör det svårt att hitta generella resultat, ingen brand är den andra lik och de efterföljande effekterna varierar därefter. Man bör även ha i åtanke att när man använder metoden ”space-for-time substitution” utgår man från att det endast är den aktuella störningen som skiljer delområdena åt. Det kan förekomma andra faktorer som skiljer dem åt vilket skulle kunna påverka resultatet. Man kan ändå urskilja vissa trender över tid genom att jämföra de olika delområdena. Naturvårdsbränningarna skapar en mosaik i landskapet vilket leder till en mångfald av olika vegetationsstrukturer och därmed olika förutsättningar för kommande successionsprocesser. För att få en allt mer komplett bild av hela områdets variation och mångfald skulle studien kunna ha utökats med fler provytor, för att få tillgång till mer data, samt inkludera ett område som brändes 2002 vilket finns tillgängligt inom reservatet. Vidare skulle det vara intressant att studera brandens djup, som i tidigare studier visat sig vara en av de mest betydelsefulla variablerna för efterföljande artsammansättning och regeneration, mer detaljerat samt fördelningen av rhizomer, vilande knoppar och frön i jordprofilen. Detta för att se om man kan finna ytterligare specifika förklaringar till det redovisade resultatet.

Tack

Jag vill tacka min handledare Lutz Eckstein för hjälpen och det stöd han gett under genomförandet av detta arbete. Tack för bra tips och kommentarer samt korrekturläsning av tidigare versioner. Jag vill även tacka Jenny Sander på Länsstyrelsen i Värmland som har hjälpt till med tillståndsansökan samt bistått med lokalkännedom och värdefullt material till studien.

Referenser

- Alexander, M. E. (1982). Calculating and interpreting forest fire intensities. *Canadian Journal of Botany* 60, 349-357.
- Hallingbäck, T., 2016. *Mossor- en fältguide*. Stenungsund: Naturcentrum AB bokförlag.
- Hallingbäck, T., & Holmåsen, I. (1995). *Mossor – En fälthandbok*. Stockholm: Interpublishing.
- Johnson, E. A. (1992). *Fire and Vegetation Dynamics: Studies from the North American Boreal Forest*. New York: Cambridge University Press.
- Jost, L., 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, Volym 113, pp. 363-375.
- Life-Taiga*. (2018). Hämtat från www.lifetaiga.se/
- Länsstyrelsen Värmland, 2018. *Karta Brännan*. Karlstad: Länsstyrelsen Värmland.

- Martin, P., 2016. *Ecology for a crowded planet*. [Online]
Available at: <https://ecologyforacrowdedplanet.wordpress.com/tag/space-for-time-substitution/>
[Använd 21 05 2018].
- Mc Arthur, N. P., & Cheney, A. G. (1966). *The characterization of fires in relation to ecological studies*. Australia: Forest Research Institute.
- Moberg, R. & Hultengren, S., 2016. *Lavar- en fältguide*. Stenungsund: Naturcentrum AB bokförlag.
- Mossberg, B. & Stenberg, L., 2006. *Svensk fältflora*. 4 red. u.o.:Wahlström & Widstrand.
- Naturvårdsverket. (2008). Naturvårdsbränning. Stockholm. Hämtat från
<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-8370-0.pdf?pid=4055>
- Neary, D. G., Klopatek, C. C., Ffolliott, P. F., & DeBano, L. F. (1999). Fire effects on belowground sustainability: A review and synthesis. *Forest Ecology Management* 122, ss. 51-71.
- Neider, R., & Benib, D. (2008). *Carbon and nitrogen in the terrestrial environment*. Nederländerna: Springer.
- Pharo, E. J., Beattie, A. J., & Binns, D. (1999). Vascular plant diversity as a surrogate for bryophyte and lichen diversity. *Conservation biology*, 282-292.
- Ring, E. (1997). Bränning - effekter på luft, mark och vatte. *SkogForsk, Resultat nr 17*.
- Rowe, J. (1983). Concepts of Fire Effects on Plant Individuals and Species. i R. & Wein, *The role of fire in Northern Circumpolar Ecosystems* (ss. 135-154). John Wiley & Sons Ltd.
- Ryan, K. (2002). *Dynamic Interactions between Forest Structure and Fire Behavior in Boreal Ecosystems*. Montana: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station.
- Sander, J. (2012). *Naturvårdsbränning i naturreservatet Brännan i Årjängs kommun 30 maj 2012*. Karlstad: Länsstyrelsen Värmland.
- Sander, J. (2017). *Naturvårdsbrännig i naturreservatet Brännan i Årjängs kommun 29 juni 2017*. Länsstyrelsen Värmland.
- Sarvas, R. (1937). Observations on development of vegetation in burned areas in Northern Finland. *Silva Fennica nr 44*.
- Shimmel, J., & Granström, A. (1996). Fire Severity And Vegetation Response In The Boreal Swedish Forest. *Ecological Society of America*, ss. 1436-1450.
- Uggla, E. (1958). Skogsbrandfält i Muddus nationalpark. *Svenska växtgeografiska sällskapet* 41, 1-116.
- Wilde, F. (2002). *Naturreservatet Brännan, Årjängs kommun, Värmlands län*. Karlstad: Länsstyrelsen Värmland.
- Zakrisson, O., & Östlund, L. (1991). Branden formade skogslandskapets mosaik. *Skog och Forskning* 4, ss. 13-21.