



**Kandidatarbeten
i skogsvetenskap**
Fakulteten för skogsvetenskap

2018:20

Skogsskötselåtgärders påverkan på risväxter i Sverige

The effects of silvicultural measures on dwarf shrubs in Sweden



Foto: Maria Michold

Maria Michold & Jessica Åström

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp,
Handledare: Jörgen Rudolphi
SLU, Institutionen för vilt, fisk och miljö

Program: Jägmästarprogrammet

Kurs: EX0813 Nivå: G2E

Umeå 2018



Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Maria Michold & Jessica Åström
Titel, Sv	Skogsskötselåtgäders påverkan på risväxter i Sverige
Titel, Eng	The effects of silvicultural measures on dwarf shrubs in Sweden
Nyckelord/ Keywords	Gallring, Slutavverkning, Fältskikt, Riksskogstaxeringen, Boreal skog/ <i>Vaccinium</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Empetrum nigrum</i> , Field layer, Boreal forest.
Handledare/Supervisor	Jörgen Rudolphi, institutionen för vilt, fisk och miljö/ Department of Wildlife, Fish and Environmental studies.
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0813
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Serie	Kandidatarbeten i Skogsvetenskap
Utgivningsår	2018

FÖRORD

Detta är en kandidatuppsats i skogsvetenskap omfattande 15 högskolepoäng genomförd vid Jägmästarprogrammet i Umeå. Vi vill ge ett varmt tack till vår handledare Jörgen Rudolphi som varit till stor hjälp under detta arbete. Vi vill också tacka Hilda Edlund för hjälp med frågor om statistik och Minitab. Tack även till Jonas Dahlgren, analytiker på Riksskogstaxeringen, för tillhandahållande av datamaterialet samt hjälp med såväl stora som små frågor. Slutligen vill vi poängtera att vårt arbete inte hade varit möjligt utan det arbete som Riksskogstaxeringens fältpersonal lagt ned under åren.

Umeå, april 2018

Maria Michold och Jessica Åström

SAMMANFATTNING

Brukandet av skogen har länge påverkat landskapet i riktning mot tätare och yngre skogar med minskad artdiversitet. Många risväxter har viktiga funktioner i ekosystemet som t.ex. födokällor, men har också ekonomiska och rekreativmässiga värden. Det här arbetet syftar till att analysera huruvida gallring och slutavverkning i barrdominerad skog påverkar täckningen av risväxter på kort sikt. Arbetet baserades på data från Riksskogstaxeringen som delades upp på fyra landsdelar. Påverkan studerades på blåbär (*Vaccinium myrtillus* L.), lingon (*Vaccinium vitis-idaea* L.), ljung (*Calluna vulgaris* L.) och kråkbär (*Empetrum nigrum* L.).

Vår studie visade att skogsskötselåtgärder påverkar täckningen av risväxter olika beroende på art, åtgärd och geografisk placering i landet. Täckningen av blåbär minskade signifikant efter slutavverkning i alla studerade landsdelar. Lingon minskade efter gallring i norra Norrland medan ljung ökade efter slutavverkning i Svealand, Götaland och totalt i Sverige. För kråkbär visades ingen signifikant skillnad efter åtgärd. Slutavverkning visades ha större påverkan på risväxternas täckning än gallring. Resultatet tyder också på att förändringen inte har någon genomgående gradient mellan landsdelar.

Nyckelord: Fältskikt, Gallring, Slutavverkning, Riksskogstaxeringen, Boreal skog.

SUMMARY

For a long time, silviculture has affected the landscape towards denser and younger forests with decreased species diversity. Many dwarf shrubs have important functions in the ecosystem e.g. as food source, but also economic and recreational values. The aim of this study was to analyze if thinning and final felling affect the coverage of dwarf shrubs in coniferous forests on a short-term basis. The study was based on data from the National Forest Inventory (NFI) in Sweden which we divided into four regions. The effects was studied on bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.), lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.), common heather (*Calluna vulgaris* L.), and black crowberry (*Empetrum nigrum* L.).

Our study showed that silvicultural measures affect the coverage of dwarf shrubs differently depending on species, measure and geographical location. The coverage of bilberry decreased significantly after final felling in all regions. For lingonberry there was a significant decrease after thinning in the northern Norrland. Common heather increased significantly after final felling in Svealand, Götaland and in Sweden as a whole. For black crowberry no significant impact was found. Final felling was shown to have a bigger impact on the coverage of dwarf shrubs than thinning. The result also indicates that there is no gradient in the affect between regions.

Keywords: *Vaccinium*, *Calluna vulgaris*, *Empetrum nigrum*, Field layer, Boreal forest.

INLEDNING

Mer än hälften av Sveriges yta täcks av skog. Den största delen av landet ligger inom den boreala regionen där barrskogen dominerar (SKA 2017). Skogens utseende och egenskaper påverkas av klimatet och historien. Detta har effekter på många olika växt- och djurarter som specialiserat sig för att leva i de unika livsmiljöer som skogen erbjuder. Skogen är även värdefull för friluftsliv och rekreation samt en viktig källa till förnybara råvaror (Naturvårdsverket 2017a). Sverige har åtagit sig att följa FN:s konvention om biologisk mångfald och riksdagen har bland annat beslutat om miljö kvalitetsmålet Levande skogar. Arbete sker därför för bevarande av viktiga skogsmiljöer och hållbart nyttjande av biologisk mångfald (Naturvårdsverket 2017a; Naturvårdsverket 2017b).

För att nå miljömålet levande skogar behöver bl.a. skogens ekosystemtjänster, biologiska egenskaper, biologisk mångfald och sociala värden bevaras (Skogsstyrelsen 2018). Risväxter, liksom många andra arter, är viktiga ur detta hänseende. De har betydelse, bl.a. ekonomiskt och ekologiskt i Sverige (Jäderlund m.fl. 1996; Jonsson & Uddstål 2002). Exempelvis finns en lång tradition av lingon- och blåbärslockning i landet (Hansen & Malmaeus 2016). Blåbärsris har på ekosystemnivå en stor betydelse för både biomassaproduktion (Havas m.fl. 1983), humusackumulation samt samspel med trädplantor och djur (Cederlund m.fl. 1980; Jäderlund m.fl. 1996). Ljung producerar stora mängder nektar och är därför viktig för pollinatörer (Mahy m.fl. 1998) och kråkbär utgör föda för bl.a. björn och ripa (Pulliainen 1970; Viltskadecenter u.å.).

Skogsbruk har under det senaste seklet förändrat stora delar av skogslandskapet (Östlund m.fl. 1997). Fältvegetationen förändras ständigt och drivs av succession, naturlig- och antropogen störning (Tonteri m.fl. 2016). Pionjärer koloniserar öppna luckor medan stresstoleranta arter tenderar att dominera fältskiktet i äldre skog (Widenfalk & Weslien 2009). Det moderna skogsbruket strävar efter att optimera virkesproduktion (Tonteri m.fl. 2016) och ska samtidigt ta hänsyn till miljö och biologisk mångfald (Skogsstyrelsen 2017). Avverkningar och andra åtgärder där biomaterial extraheras ur ett bestånd förändrar dess struktur och mikroklimat. Detta kan leda till förlust av habitat för främst känsliga arter och i sin tur minskad biodiversitet (Chaudhary m.fl. 2016). En studie av Widenfalk & Weslien (2009) visar att avverkning tillfälligt kan öka den biologiska mångfalden av växter i ett skogsbestånd, men författarna menade ändå inte att intensivare skogsbruk med kortare omloppstider kunde rekommenderas. Gammal skog utgör nämligen habitat för många arter och är nödvändig för att uppnå hög biologisk mångfald i ett landskap.

En minskning i täckningen av fältskiktets arter har visats i Sverige de senaste 20 åren, något som sammanfaller med en förändring mot tätare och yngre skogar (Hedwall m.fl. 2013; Brunet & Hedwall 2015). För risväxter sågs denna minskning i södra Sverige, men inte i norra delen av landet. En studie av Tonteri m.fl. (2016) visar att skuggtåliga arter som blåbär och lingon minskar efter slutavverkning medan ljuskrävande arter som ljung och kråkbär ökar. Samma studie visar att blåbär och lingon ökar efter gallring medan kråkbär och ljung minskar. Studien kan jämföras med Bergstedt & Milberg (2001) som undersökte barrskog i norra och centrala Sverige. De visar en minskning i täckning av blåbär både efter gallring och slutavverkning medan lingon, ljung och kråkbär inte påverkas nämnvärt. Detta resultat för blåbär och lingon visar också Kardell (1980) efter slutavverkning. Även Bråkenhielm & Persson (1980) som undersökte slutavverkning i tallskog beskriver en minskning av blåbär och lingon och dessutom en minskning av ljung och kråkbär.

Få studier har tidigare undersökt gallringens påverkan på fältvegetationen (Tonteri m.fl. 2016). Växter har olika krav på sin omgivning gällande faktorer som t.ex. ljus, fuktighet och näring. Den minskning av växter och djur som kan ses i skogslandskapet idag beror främst på effekter av skogsbruk (Lahti m.fl. 1991; Liljelund m.fl. 1992; Ehnström m.fl. 1993; Gustafsson 1994). Som tidigare nämnts förändras strukturen och mikroklimatet i ett bestånd vid skogsskötselåtgärder. För att bättre kunna anpassa skogsskötsel till bevarande av naturvärden krävs ytterligare kunskap om hur åtgärder påverkar ekosystemet (Naturvårdsverket 2017b).

Syfte

Syftet med detta arbete var att undersöka om gallring och slutavverkning på kort sikt (0-10 år) har någon påverkan på utbredningen av risväxter i Sverige. Då tidigare studier inte visar helt entydiga resultat i frågan är det intressant att undersöka ämnet djupare och bidra med resultat för att fylla de kunskapsluckor som finns. Vårt arbete baserades på Riksskogstaxeringens inventeringsdata från 1993 till 2013. Mer specifikt var syftet att undersöka statistiskt om täckningen av blåbär, lingon, ljung och kråkbär förändrades efter åtgärd, samt ifall det fanns någon skillnad mellan landsdelar. Tre hypoteser formulerades.

1. Täckningsgraden av blåbär och lingon förväntas öka efter gallring i Norrland. I Svealand och Götaland förväntas en minskning efter gallring.
2. Täckningsgraden av ljung och kråkbär förväntas minska alternativt inte påverkas signifikant efter genomförd gallring. En gradient från söder till norr förväntas, med större minskning av risväxter efter gallring i söder.
3. Slutavverkning förväntas ha större påverkan på risväxter än gallring. Alla risväxter förväntas minska över hela Sverige efter slutavverkning i en gradient från söder till norr med störst minskning i söder.

MATERIAL OCH METODER

Datainsamling

Arbetet baserades på data från Riksskogstaxeringens permanenta provytor och bedömning av täckningsgrad. Riksskogstaxeringen är en stickprovsinventering som utförs varje år i Sverige. SLU (2017b) beskriver att inventeringen sker på både permanenta- och tillfälliga provytor. De permanenta provytorna besöks vart femte år och har en radie av 10 m där diverse olika variabler registreras. Bedömning av täckningsgrad för utvalda växter började ingå i inventeringen år 1993 och görs vart tionde år. Fältskiktets täckning registreras på en yta med 5,64 m radie med samma ytcentrum som de permanenta provytorna. Täckningen av de ovanjordiska, levande delarna av varje art uppskattas var för sig. Den täckning som en art uppskattas ha vid full utvecklingsgrad under innevarande vegetationsperiod registreras i m²-klasser. Täckningen skattas som en växts projektion på markytan, d.v.s. den skugga som skulle bildas om växten belystes lodrätt uppifrån. Övertäckning räknas mellan arter men inte inom varje art. Det innebär att en enskild art högst kan ha 100 procents täckning i en provyta men den sammanlagda täckningen för alla arter i provytan kan vara över 100 procent.

Tre inventeringar med bedömning av täckningsgrad har genomförts sedan 1993, men endast data från de två första har hunnit sammanställas så det var dessa arbetet behandlade. De inventeringar som utförts på de permanenta provytorna före och efter den första inventeringen av täckningsgrad var också till användning i arbetet. Från dessa kunde det utläsas ifall åtgärder skett inom 10 år före och efter första inventeringen av täckningsgrad.

Databearbetning

Till arbetet inkluderades endast data från de ytor som ligger på produktiv skogsmark. De variabler som extraherades ut var ytornas ID, T1 (första tidpunkten för inventering av täckningsgrad), T2 (andra tidpunkten för inventering av täckningsgrad), landsdel, huggningsklass T1, huggningsklass T2, trädslagsfördelning T1, gallring före T1, art, oviktad täckningsareal vid T1 och T2, slutavverkat mellan T1 och T2 samt gallrat mellan T1 och T2. Den oviktade täckningsarealen är ett mått som beskriver en enskild ytas bidrag till täckningsarealen i hektar till den del av landet man summerar över (Fridman m.fl. 2014). Vid summering av den oviktade täckningsarealen togs hänsyn till antalet inventeringsår genom att dividera med det antal år som inventeringen spände över. Det är viktigt att poängtera att den oviktade täckningsarealen och täckningsarealen är olika mått. Täckningsarealen benämns i denna rapport härnäst som täckningen.

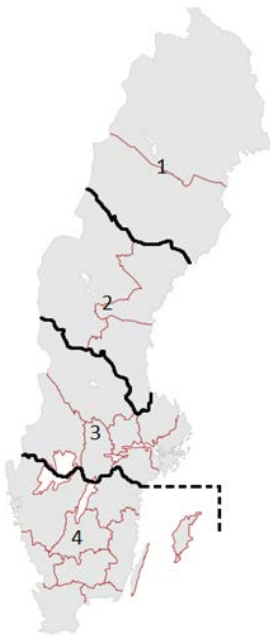
Separata dokument för arterna blåbär, lingon, ljung och kråkbär skapades ur originaldokumentet. I dessa fanns bara de provytor som innehöll den aktuella arten vid antingen T1, T2 eller båda tillfällena. Antalet provytor i dessa dokument varierade mellan ca 600 och 1650 stycken. Därefter sorterades datamaterialet upp inför de statistiska analyserna. De ytor som hade minst 70 % barrskog valdes ut för att undvika ytor med mycket löv. Contortabestånd sorterades också bort, dels på grund av att de täckte liten areal och dels för

att contorta är en introducerad art i Sverige. Att ersätta inhemska trädslag med introducerade arter i ett bestånd kan medföra förändrad artsammansättning och minskad artrikedom (Brown m.fl. 2006). De ytor som hade gallrats före T1 togs bort. Ytor som vid T1 hade huggningsklasserna gallrad grov gallringsskog, äldre gallringsskog, äldre skog som inte uppnått slutavverkningsålder och äldre skog som uppnått slutavverkningsålder valdes ut att ingå i analys.

För att skapa ett datamaterial som representerade åtgärden gallring valdes ytor som hade gallrats mellan T1 och T2 ut. De ytor som hade slutavverkats mellan T1 och T2 sorterades bort, liksom ytor som hade annan huggningsklass än ovan nämnda vid T2. Ett datamaterial för representation av åtgärden slutavverkning skapades genom val av ytor som hade slutavverkats mellan T1 och T2. De ytor som hade gallrats mellan T1 och T2 sorterades bort.

Kontroller för gallring respektive slutavverkning sammanställdes genom att välja de ytor som inte hade påverkats av någon åtgärd mellan T1 och T2. För att bestämma vilka huggningsklasser kontrollerna skulle innehålla studerades huggningsklasserna för de åtgärdade ytorna före åtgärd. De ytor där gallring och slutavverkning skett hade huggningsklasserna 33, 34, 41 eller 42 före åtgärd. Ytor som hade andra huggningsklasser vid T1 eller T2 sorterades således bort i båda kontrollerna.

Till sist gjordes en uppdelning inom datamaterialen gallring, slutavverkning och de två kontrollerna. Uppdelningen gjordes efter landsdelarna norra Norrland, södra Norrland, Svealand, Götaland respektive hela Sverige. Avgränsningen av landsdelar (Figur 1) gjordes enligt Riksskogstaxeringens definitioner. Sorteringen av datamaterialet gjorde att arternas provstorlekar blev olika stora för kontroll och åtgärd.



Figur 1: SWE-Map Län.svg av Lokal_Profil (CC BY-SA 2.5). Karta över Sverige med indelning av län och landsdelar där 1 är norra Norrland, 2 är södra Norrland, 3 är Svealand och 4 Götaland.

Figure 1: SWE-Map Län.svg by Lokal_Profil (CC BY-SA 2.5). Map of Sweden with approximate divisions of regions where 1 is northern Norrland, 2 is southern Norrland, 3 is Svealand and 4 is Götaland.

Statistisk analys

Många av stickproven visade sig inte vara normalfördelade. Det fanns många extremvärden vilket gjorde att medelvärdena kunde hamna väldigt långt från mitten av stickproven. Det var därför mer intressant att undersöka medianer då de gav ett bättre mått på stickprovets mitt. Icke-parametriska test bedömdes vara mest lämpade för analyserna. Provstorlekarna var större för kontrollerna än för grupperna med åtgärder. Det innebär att värdena för kontrollerna var säkrare än värdena för åtgärderna eftersom större stickprov ger säkrare skattning.

Påverkan av gallring och slutavverkning undersöktes genom att titta på ifall täckningen av en art ändrades signifikant från T1 till T2. För att göra det beräknades först differensen mellan oviktad täckningsareal T2 och oviktad täckningsareal T1 (benämns härnäst T2-T1) för alla ytor i grupperna med åtgärd. Därefter gjordes den första analysen, ett tvåsidigt 1-stickprovs Wilcoxon-test, på differenserna för varje art för att se om differensen var skild från noll. Signifikansnivån sattes till 0,05 och i de grupper där differensen var skild från noll antogs en signifikant förändring mellan tidpunkterna. För att veta om förändringen skett i samband med åtgärd eller var ett resultat av tidens gång behövde grupperna för åtgärd jämföras mot kontrollgrupper.

En andra analys gjordes för att undersöka påverkan av åtgärd mot kontrollgrupper. Detta gjordes med ett Mann-Whitney test som undersöker hur mycket två oberoende stickprov skiljer sig från varandra. Signifikansnivån sattes till 0,05 och ett tvåsidigt test valdes. Analysen gjordes endast på de grupper som hade fått ett signifikant resultat i Wilcoxon-testet. Först räknades differensen T2 -T1 ut för alla ytor i åtgärd respektive kontroll. Därefter jämfördes differenserna för åtgärd och kontroll med Mann-Whitney testet. Med hjälp av testet jämförde vi ifall skillnaden mellan T2 och T1 vid åtgärd skiljde sig från skillnaden mellan T2 och T1 i kontrollen.

För de grupper som fick ett signifikant resultat i båda testerna kunde det inte uteslutas att det skett en förändring av täckning efter åtgärd. Därmed kunde slutsatsen dras att det är åtgärden som lett till förändringen.

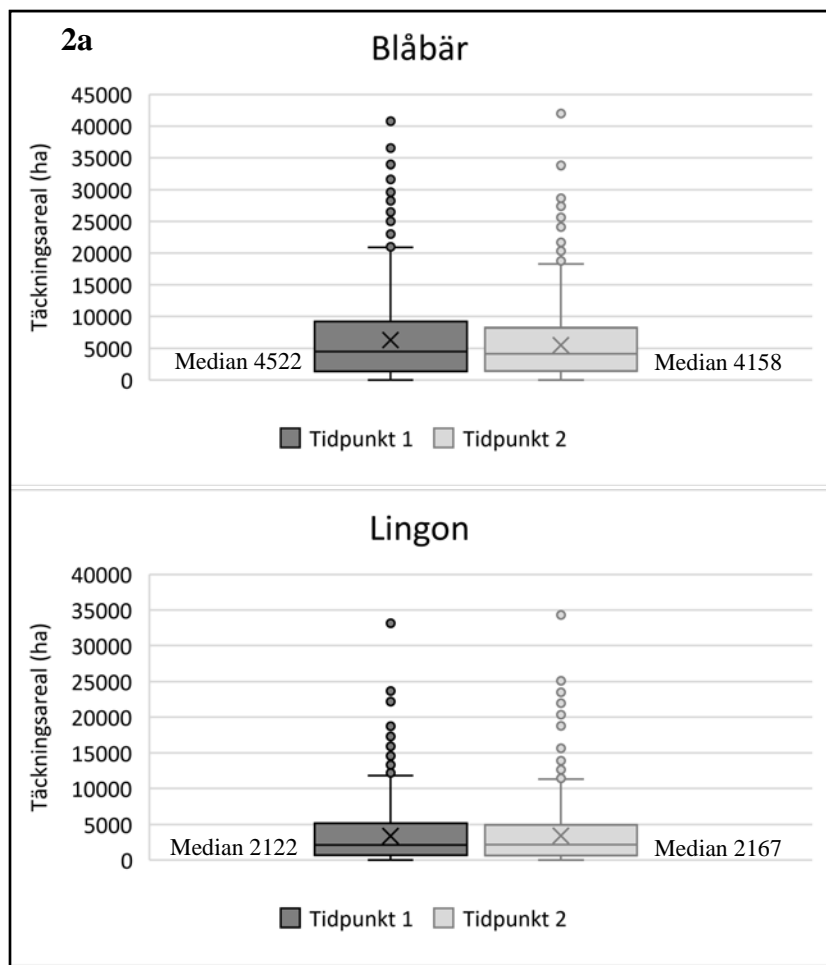
Ett ensidigt Mann-Whitney test gjordes för att undersöka om det fanns någon skillnad mellan landsdelar i förändrad täckning efter åtgärd. De arter som visade en signifikant skillnad för samma åtgärd i fler än en landsdel undersöktes. Testet gjordes genom att undersöka om förändringen T2-T1 i en landsdel var mindre än förändringen i en annan landsdel. De grupper som undersöktes var täckningen av ljungrör för slutavverkning i Svealand och Götaland samt täckningen av blåbär för slutavverkning i norra Norrland, södra Norrland, Svealand och Götaland.

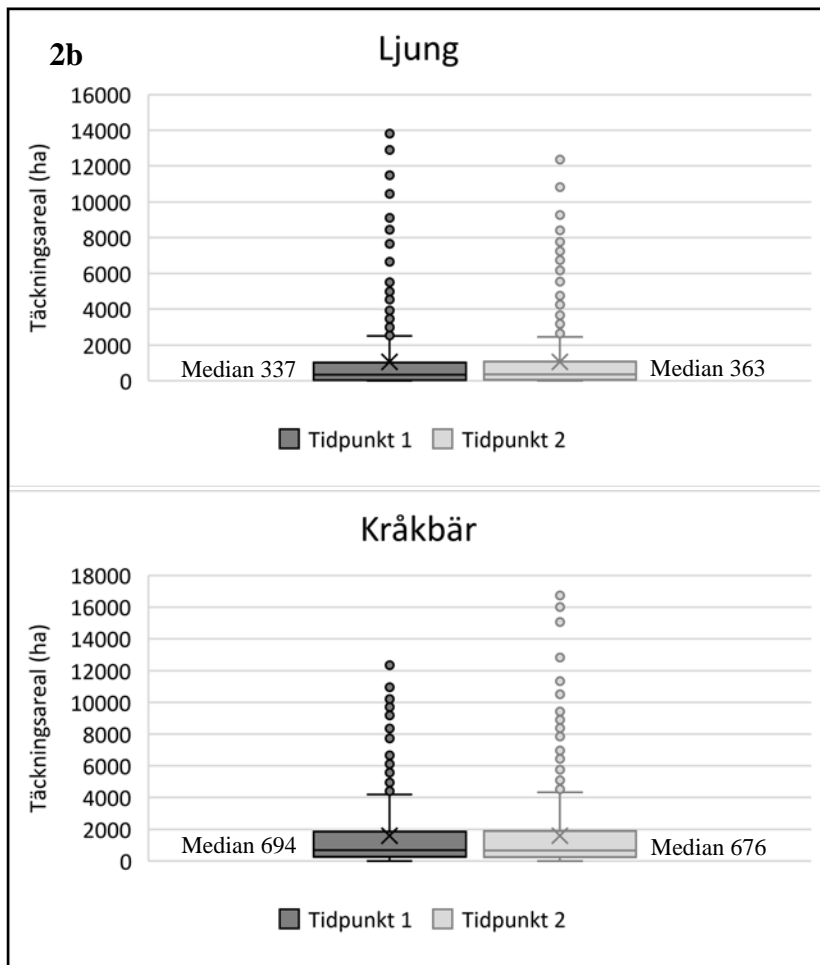
För den databearbetning och analys som gjordes i arbetet användes Access 2016, Excel 2016 och Minitab 17.

RESULTAT

Deskriptiv statistik

Datamaterialet (Figur 2) visar en stor variation i täckningen av risväxter i Sverige. Medianen för täckningen av blåbär minskade med 364 ha, lingon ökade med 45 ha, ljung ökade med 26 ha och kråkbär minskade med 18 ha från T1 till T2 (Figur 2). Dessa resultat har inte testats för statistisk signifikans, de visar endast den faktiska förändringen i areal. När istället förändringen i areal efter åtgärderna studeras (Tabell 1) tyder mönstret på att slutavverkning och gallring har motsatta effekter på täckningen av blåbär och lingon. I hela Sverige ökade täckningen av blåbär med 29 ha och lingon med 2 ha efter gallring till skillnad från en minskning med 245 ha för blåbär och 3 ha för lingon efter slutavverkning. Vad gäller täckningen av ljung och kråkbär ses inga minskningar efter någon av åtgärderna. Ljung ökade med 1 ha efter gallring och 47 ha efter slutavverkning. Täckningen för kråkbär var oförändrad efter gallring och ökade med 35 ha efter slutavverkning. Liksom de tidigare redovisade resultaten är dessa mönster endast en observerad förändring i areal och testades inte statistiskt.





Figur 2: 2a visar blåbär och lingon, 2b visar ljung och kråkbär. Låddiagram som visar förändringen i median av täckningsareal i hektar mellan tidpunkt 1 och 2 i hela Sverige. Det presenterade datamaterialet är en sammanslagning av kontroll, gallring och slutavverkning.

Figure 2: 2a shows blåbär (*Vaccinium myrtillus*) and lingon (*Vaccinium vitis-idaea*), 2b shows ljung (*Calluna vulgaris*) and kråkbär (*Empetrum nigrum*). Boxplot that illustrates the difference in median of land cover in hectares between “tidpunkt 1 and 2” inventory 1 and 2 in Sweden. The presented data consist of the data for control, thinning and final felling merged together.

Statistisk analys

Resultatet av den första analysen visar en signifikant förändring i täckning mellan tidpunkterna före och efter åtgärd i tolv av 40 grupper (Tabell 1). Den andra analysen som jämförde åtgärd mot kontroll visar en signifikant förändring i samband med åtgärd i nio av de tolv grupperna (Tabell 2). För dessa signifikanta resultat kan vi inte utesluta en förändring efter åtgärd och därmed dra slutsatsen att åtgärden lett till förändringen i täckning.

Täckningen av blåbär minskade efter slutavverkning i alla fem grupper. Den minskade med 245 ha i hela Sverige, 559 ha i norra Norrland, 588 ha i södra Norrland, 223 ha i Svealand samt 92 ha i Götaland. För lingon visas en minskning med 277 ha i norra Norrland efter gallring. Täckningen av ljung ökade efter slutavverkning i grupperna hela Sverige med 47 ha, 33 ha i Svealand samt 25 ha i Götaland. För kråkbär sågs inte någon signifikant förändring (Tabell 1).

Tabell 1: Resultat av test som undersöker om differensen av täckningen efter och före åtgärd är skild från noll. N är antal provytor och p är p-värde. Tabellen visar också medianen i hektar för täckningen av arterna före och efter åtgärd i de olika landsdelarna

Table 1: Result of test that analyze if the difference in coverage after and before treatment is separated from zero. N are number of sample-plots and p is p-value. The table also show the median in hectares for the species blåbär (*Vaccinium myrtillus*), lingon (*Vaccinium vitis-idaea*), ljung (*Calluna vulgaris*) and kråkbär (*Empetrum nigrum*) after and before treatment in different regions of Sweden. "Landsdel" is the region, "åtgärd" is treatment where "gallring" means thinning and "slutavverkning" means final felling, "före" is before and "efter" is after

	Landsdel	Åtgärd	N	p	Efter	Före
B	Hela Sv	Gallring	158	0,176	370	341
L	N Norrland	Gallring	16	0,518	956	1053
Å	S Norrland	Gallring	38	0,582	641	563
B	Svealand	Gallring	46	0,505	283	235
Ä	Götaland	Gallring	48	0,013	225	96
R	Hela Sv	Slutavv.	141	<0,001	76	321
	N Norrland	Slutavv.	19	0,001	311	870
	S Norrland	Slutavv.	33	<0,001	108	696
	Svealand	Slutavv.	40	<0,001	70	293
	Götaland	Slutavv.	49	<0,001	50	142
L	Hela Sv	Gallring	126	0,273	206	204
I	N Norrland	Gallring	19	0,013	534	811
N	S Norrland	Gallring	39	0,325	449	373
G	Svealand	Gallring	49	0,492	122	112
O	Götaland	Gallring	36	0,179	94	79
N	Hela Sv	Slutavv.	124	0,156	95	98
	N Norrland	Slutavv.	20	0,097	467	644
	S Norrland	Slutavv.	31	0,056	145	249
	Svealand	Slutavv.	33	0,353	108	61
	Götaland	Slutavv.	40	0,027	24	23
L	Hela Sv	Gallring	67	0,705	25	24
J	N Norrland	Gallring	3	0,423	41	55
U	S Norrland	Gallring	16	0,366	46	86
N	Svealand	Gallring	21	0,677	47	29
G	Götaland	Gallring	27	0,033	23	2
	Hela Sv	Slutavv.	66	<0,001	48	1
	N Norrland	Slutavv.	9	0,343	70	4
	S Norrland	Slutavv.	8	0,107	185	161
	Svealand	Slutavv.	16	0,004	60	27
	Götaland	Slutavv.	33	<0,001	25	0
K	Hela Sv	Gallring	38	0,505	38	38
R	N Norrland	Gallring	9	0,477	41	79
Å	S Norrland	Gallring	15	0,410	61	119
K	Svealand	Gallring	6	0,295	46	29
B	Götaland	Gallring	8	0,624	11	23
Ä	Hela Sv	Slutavv.	33	0,381	72	37
R	N Norrland	Slutavv.	14	0,706	147	117
	S Norrland	Slutavv.	11	0,120	70	35
	Svealand	Slutavv.	5	0,787	27	29
	Götaland	Slutavv.	3	0,181	24	0

Tabell 2: Resultat av test för differenserna T2-T1 (tidpunkt2- tidpunkt1) mellan åtgärd och kontroll för blåbär, lingon och ljung. N_k är antal provytor för kontroll, N_a är antal provytor för åtgärd, p är p-värde, M_k är medianen för differensen T2-T1 för kontroll, M_a är medianen för differensen T2-T1 för åtgärd och R är minsta och största värdet för samplet i hektar. Ur medianvärdena kan endast relationen mellan medianerna utläsas, inte den faktiska förändringen i täckningen. Detta eftersom att ingen hänsyn togs till antalet inventeringsår vid det statistiska testet

Table 2: Result of test for the difference of T2-T1 (inventory 2 and inventory 1) between treatment- and control group for Blåbär (*Vaccinium myrtillus*), Lingon (*Vaccinium vitis-idaea*) and Ljung (*Calluna vulgaris*).

"Landsdel" is the region, "åtgärd" is treatment where "gallring" means thinning and "slutavverkning" means final felling, N_k is the number of sample plots for control, N_a is the number of sample plots for treatment, p is p-value, M_k is the median of the difference T2-T1 in the control group, M_a is the median of the difference T2-T1 in the treatment group and R is the range of the sample in hectares. Only the relation between the medians can be read from the median values, not the actual change in coverage. This because in this statistical test no consideration was taken to the number of years inventoried

	Landsdel	Åtgärd	N_k	N_a	p	M_k	M_a	R_k	R_a
Blåbär	Götaland	Gallring	233	48	0,711	268	220	(-13066;12419)	(-4501;6280)
	Hela Sv	Slutavv.	996	141	<0,001	35	-1265	(-32292;18883)	(-20126;2053)
	N Norrland	Slutavv.	240	19	0,026	-808	-4107	(-32292;18883)	(-14699;1963)
	S Norrland	Slutavv.	256	33	<0,001	-457	-4274	(-15899;13079)	(-20126;1083)
	Svealand	Slutavv.	267	40	<0,001	86	-1241	(-11686;16277)	(-5744;2053)
	Götaland	Slutavv.	233	49	<0,001	268	-603	(-13066;12419)	(-7575;1251)
Lingon	N Norrland	Gallring	243	19	0,013	112	-1795	(-19251;22595)	(-16228;5917)
	Götaland	Slutavv.	193	40	0,945	194	114	(-5415;5489)	(-1390;2212)
Ljung	Götaland	Gallring	27	135	0,072	2	25	(-3653;2889)	(-2284;1106)
	Hela Sv	Slutavv.	66	386	<0,001	5	260	(-7780;7759)	(-6980;6531)
	Svealand	Slutavv.	16	132	<0,001	8	243	(-7780;5837)	(-1185;6531)
	Götaland	Slutavv.	33	135	<0,001	2	237	(-3653;2889)	(-412;5906)

Skillnad mellan landsdelar

Testen mellan landsdelar resulterade i ett signifikant resultat (Tabell 3). Det ses i jämförelsen av täckning för blåbär efter slutavverkning där minskningen (Tabell 1) 588 hektar i södra Norrland var större än minskningen 223 hektar i Svealand. Efter åtgärden visas inte någon signifikant skillnad i täckningen av ljung mellan Svealand och Götaland, inte heller för täckningen av blåbär mellan södra Norrland och norra Norrland eller mellan Svealand och Götaland.

Tabell 3: Resultat för test som undersöker om förändringen av täckningen efter slutavverkning i landsdel a är mindre än förändringen av täckningen i landsdel b. p är p-värde, N_a är antal provytor i landsdel a, N_b är antal provytor i landsdel b, M_a är medianen för differensen T2-T1 (tidpunkt2- tidpunkt1) för landsdel a och M_b är medianen för differensen T2-T1 för landsdel b. Ur medianvärdena kan endast relationen mellan medianerna utläsas, inte den faktiska förändringen i täckningen. Detta eftersom att ingen hänsyn togs till antalet inventeringsår vid det statistiska testet

Table 3: Results for test that analyzes if the change in coverage after final felling in "landsdel a" (region a) is smaller than the change in coverage in "landsdel b". This regards for ljung (Calluna vulgaris) and blåbär (Vaccinium myrtillus). p is p-value, N_a is the number of sample plots in region a, N_b is the number of sample plots in region b, M_a is the median of the difference T2-T1 (inventory 2- inventory 1) in region a, and M_b is the median of the difference T2-T1 in region b. Only the relation between the medians can be read from the median values, not the actual change in coverage. This because in this statistical test no consideration was taken to the number of years inventoried

Art	Landsdel a	Landsdel b	p	N_a	N_b	M_a	M_b
Ljung	Svealand	Götaland	0,462	16	33	243	237
Blåbär	S Norrland	N Norrland	0,284	33	19	-4274	-4107
Blåbär	S Norrland	Svealand	<0,001	33	40	-4274	-1241
Blåbär	Svealand	Götaland	0,085	40	49	-1241	-603

DISKUSSION

Övergripande resultat

Detta arbete är baserat på ett unikt datamaterial där styrkan ligger i dess storlek och omfattning i tid. Materialet som låg till grund för de statistiska analyserna hade stor spridning (Figur 2). Trots spridningen fick vi vid analys signifikanta resultat där vi inte kan utesluta att en förändring av täckning skett efter åtgärd. Slutavverkning visades påverka täckningen av blåbär negativt medan ljung gynnades i tre fall av fem. Efter gallring minskade lingon i ett fall, men i övrigt kunde vi inte påvisa någon förändring efter åtgärden. För kråkbär fann vi inte några signifikanta resultat som talar för en förändring efter varken gallring eller slutavverkning.

Datamaterialet har insamlats av många olika personer som inventerat utifrån tydligt skrivna instruktioner (SLU 2017) för att förhindra feluppskattningar i så stor mån som möjligt. Det kan dock vara svårt att göra rätt bedömning i alla provtytor. Mätfel tillför variation i datat men kan också ge en förståelse för hur mycket det svenska skogslandskapet varierar. Inventeringen skedde under hela barmarkssäsongen och det kan vara svårt att uppskatta full täckningsgrad när växterna är i etableringsfas på våren och faller blad på hösten. Bladfällningen beträffar i vårt fall endast blåbär då de tre andra arterna är vintergröna.

Hypoteser

I den första hypotesen förväntades en förändring i täckningen av blåbär och lingon efter gallring med en ökning i Norrland och minskning i Svealand och Götaland. Vi kunde inte finna stöd för den här hypotesen efter våra analyser för någon av arterna. Efter gallring visades en statistiskt signifikant minskning i täckningen av lingon i norra Norrland. I de övriga landsdelarna sågs inte någon förändring. Kardell (1980) beskrev att lingon inte påverkas så mycket av tätheten i krontaket och stödjer därför vårt resultat för alla landsdelar förutom norra Norrland. Detta till skillnad från Tonteri m.fl. (2016) som i sitt studieområde fann en ökning. Vi har svårt att förstå vårt resultat för lingon i norra Norrland både på grund av de tidigare studierna, men också eftersom vi inte såg någon förändring efter slutavverkning som är en större störning. I vårt resultat syntes inte någon signifikant förändring i täckning av blåbär efter gallring. Detta i jämförelse med den ökning som Tonteri m.fl. (2016) fann efter gallring och den minskning Bergstedt & Milberg (2001) fann. Det är anmärkningsvärt att dessa studiers resultat och vårt skiljer sig så mycket från varandra.

I vår andra hypotes förväntades täckningen av ljung och kråkbär vara oförändrad eller minska efter gallring med en gradient från söder till norr med störst minskning i söder. Vårt resultat visade som förväntat inte någon signifikant påverkan på varken ljung eller kråkbär. Detta stöds av Bergstedt & Milberg (2001) men motsägs av Tonteri m.fl. (2016) som visade en minskning efter gallring i sitt studieområde i Finland. Någon skillnad mellan landsdelar för gallring testades inte för kråkbär och ljung då ingen minskning sågs efter åtgärden.

De huggningsklasser som användes i analysen innehöll skogar som inte gallrats inom tio år före T1, men detta utesluter inte att de kan ha gallrats före det. Ottosson Lövvenius m.fl. (2000) beskriver att strålningsförhållandena vid markytan ändras efter gallring och grundytan i beståndet spelar roll för hur mycket strålning som når marken. Gallringarna som undersöktes i vårt arbete kan ha varit första-, andra-, tredje- eller fjärdegallringar. Om mer avgränsade uppdelningar i huggningsklasser gjorts skulle resultaten ha sett annorlunda ut.

Den tredje hypotesen, slutavverkning har större påverkan på risväxter än gallring och alla risväxter förväntas minska efter slutavverkning i en gradient från söder till norr med störst minskning i söder, stämde delvis med resultatet. För att utvärdera vilken åtgärd som hade störst påverkan antog vi att den som orsakade flest statistiskt signifikanta förändringar påverkade mest. Med det resonemanget stämde vårt resultat med den första delen av hypotesen då åtta av de nio signifikanta förändringarna (Tabell 2) skedde efter slutavverkning. Den andra delen av hypotesen, minskning av alla risväxter efter slutavverkning i en gradient från söder till norr, stämde inte alls. En minskning i täckning efter åtgärden sågs bara för blåbär och den enda skillnad vi fann var mellan södra Norrland och Svealand. En större minskning skedde i södra Norrland jämfört med i Svealand. Gradienten på minskningen var därför motsatt jämfört med vår hypotes.

En studie av Brunet & Hedwall (2015) visade en minskning av risväxter under de senaste 20 åren. Minskningen sågs endast i södra Sverige och det bidrog till att vi i våra hypoteser förväntade oss en gradient i minskningen från söder till norr. Anledningen till att vi inte såg någon sådan gradient i våra resultat skulle kunna bero på att vi undersökte förändringen över en kortare tidsperiod (tio år) än Brunet & Hedwall (20 år). Ytterligare en skillnad är att Brunet & Hedwall (2015) till skillnad från oss undersökte förändring oberoende av åtgärder.

Slutavverkningseffekter

Täckningen av blåbär minskade som tidigare nämnts efter slutavverkning i alla landsdelar. Flera tidigare studier har visat en minskning av blåbärsris efter slutavverkning (Bråkenhielm & Persson 1980; Kardell 1980; Atlegrim & Sjöberg 1996; Bergstedt & Milberg 2001; Tonteri m.fl. 2016). Vårt resultat för lingon visar inte någon förändring efter slutavverkning vilket stöds av Kardell (1980) samt Bergstedt & Milberg (2001) som liksom oss studerade barrskog i Sverige. I motsats till vårt resultat har en minskning av lingon efter slutavverkning tidigare visats (Bråkenhielm & Persson 1980; Tonteri m.fl. 2016) men datamaterialet i de studierna var inte utvalt på barrdominans som vårt, utan på fuktighetsklass respektive tallskog. Blåbär verkar vara känsligare än lingon för ökad solinstrålning och torka (Tolvanen 1994) vilket kan uppkomma efter slutavverkning. Efter markberedning i den övre jordhorisonten har rhizomet hos lingon lättare att återhämta sig än hos blåbär (Tolvanen 1994). Detta för att rhizomen hos blåbär är ytliga (Atlegrim & Sjöberg 1996) och därmed känsliga för markberedning till skillnad från lingon som snabbt kan aktivera vilande knoppar för att skapa nya rhizom. Dessa faktorer kan förklara varför vi efter slutavverkning fann en minskning av blåbär i fler landsdelar än lingon.

Täckningen av ljunng ökade som tidigare nämnts i Svealand och Götaland efter slutavverkning vilket stöds av Tonteri m.fl. (2016). Bråkenhielm & Persson (1980) visade däremot en minskning av ljunng tiden efter slutavverkning. Bergstedt & Milberg (2001) såg inte någon

nämnvärd förändring vilket stödjer vårt resultat för södra och norra Norrland. Ljung har djupa rötter och blad som gör att de klarar torka bra (Tonteri m.fl. 2016) vilket kan komma till fördel efter slutavverkning. Då ökar temperaturvariationerna vid markytan (Magnusson 2015) vilket kan leda till torka. Ljung har också en effektiv sexuell förökning med en stor fröbank i marken (Salemaa & Uotila 2001) och bar jord krävs för att fröna ska kunna gro och överleva (Henning m.fl. 2017). Dessa egenskaper kan förklara den ökning av ljung vi fann efter slutavverkning i Svealand och Götaland.

För kråkbär visade vårt resultat inte någon signifikant förändring efter slutavverkning vilket stöds av Bergstedt & Milberg (2001). Tonteri m.fl. (2016) visade inte någon signifikant förändring i södra Finland efter åtgärden, däremot en ökning i norra Finland. I studien drogs därmed slutsatsen att en ökande temperatursumma påverkar kråkbär negativt. Bråkenhielm & Persson (1980) visade en minskning av kråkbär efter slutavverkning i tallskog.

Framtida studier

De här arbetet har studerat effekter av skogsbruk på kort sikt. Inventeringen av täckning gjordes någon gång mellan 0 och 10 år efter åtgärd. Täckningen av risväxter kan se annorlunda ut efter 10 år jämfört med de första åren efter åtgärd. För framtida studier skulle det vara intressant att undersöka effekterna av åtgärd år efter år och dessutom inkludera en längre tidsperiod. Med data från riksskogstaxeringen kommer det sistnämnda vara möjligt när datat från den tredje bedömningen av täckningsgrad är sammanställt. Det vore också intressant att undersöka om trädslagsfördelning, fuktighetsklass eller bonitet på ståndorten har betydelse för hur åtgärder påverkar risväxterna. Detta var inte möjligt för oss p.g.a. den begränsade omfattningen av arbetet.

Slutsatser

Detta arbete visar tydligt att täckningen av blåbär minskar efter slutavverkning. Samtidigt visas inget som tyder på att blåbär påverkas av gallring. För kråkbär finns inget som talar för en förändring efter någon av åtgärderna. Vad gäller de andra studerade risväxterna är våra resultat inte genomgående i landet. I situationer där täckningen av risväxter är av intresse på kort sikt kan våra resultat vara en del i ledningen av hur skogsskötselåtgärder kan utföras. Detta kan vara användbart i t.ex. tätortsnära skogar med höga rekreativvärden och stort intresse för bärplockning. Våra resultat kan också ge indikationer på hur växter med liknande habitatkrav påverkas av åtgärder. En förändring i växtsamhällets artsammansättning och abundans påverkar organismer i andra delar av näringskedjan. I ett vidare perspektiv är det viktigt att beakta dessa ekologiska mönster över hela landskapet för att nå miljömålen.

REFERENSER

- Atlegrim, O., Sjöberg, K. (1996). *Response of bilberry (Vaccinium myrtillus) to clear-cutting and single-tree selection harvests in uneven-aged boreal Picea abies forests*. Forest Ecology and management, 86: 39-50.
- Bergstedt, J., Milberg, P. (2001). *The impact of logging intensity on field-layer vegetation in Swedish boreal forests*. Forest Ecology and management, 154: 105-115.
- Brown, K.A., Scatena, F.N. & Gurevitch, J. (2006) *Effects of an invasive tree on community structure and diversity in a tropical forest in Puerto Rico*. Forest Ecology and Management, 226: 145–152.
- Brunet, J., Hedwall, P-O. (2015). Klimatförändringar, kvävenedfall och skogsbruk- Effekter på floran i Sveriges skogar under de senaste 20 åren. *Fakta skog nr 13 2015*.
- Bråkenhielm, S., Persson, H. (1980). *Vegetation Dynamics in Developing Scots Pine Stands in Central Sweden*. Ecological Bulletins, 32: 139-152.
- Cederlund, G., Ljungqvist, H., Markgren, G. och Stålfelt, F. (1980). *Foods of moose and roe deer at Grimsö in central Sweden- results of rumen content analyses*. Swedish Wildlife Research, 11 (4): 169-247.
- Chaudhary, A., Burivalova, Z., Koh, L.P., Hellweg, S. (2016). *Impact of Forest Management on Species Richness: Global Meta-Analysis and Economic Trade-Offs*. Scientific Reports, 6: 23954. DOI: 10.1038/srep23954.
- Ehnström, B., Gärdenfors, U., Lindelöw, Å. (1993). *Swedish red list of invertebrates 1993*. Databanken för hotade arter. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Fridman J., Holm S., Nilsson M., Nilsson P., Ringvall A.H., Ståhl G. (2014). *Adapting National Forest Inventories to changing requirements – the case of the Swedish National Forest Inventory at the turn of the 20th century*. Silva Fennica, 48: 3.
- Gustafsson, L. (1994). *A comparison of biological characteristics and distribution between Swedish threatened and non-threatened forest vascular plants*. Ecography, 17: 39-49.
- Hansen, K., Malmaeus, M. (2016). *Ecosystem services in Swedish forests*. Scandinavian Journal of Forest Research, 31: 6: 626-640, DOI: 10.1080/02827581.2016.1164888.
- Havas, P., Kubin E. (1983). *Structure, growth and organic matter content in the vegetation cover of an old spruce forest in Northern Finland*. Annales Botanici Fennici, 20: 115-149.
- Hedwall, P-O., Brunet, J., Nordin, A., Bergh, J. (2013). *Changes in the abundance of keystone forest floor species in response to changes of forest structure*. Journal of Vegetation Science, 24: 296-306.
- Henning, K., von Oheimb, G., Härdtle, W., Fichtner, A., Tischew, S. (2017). *The reproductive potential and importance of key management aspects for successful Calluna*

vulgaris rejuvenation on abandoned Continental heaths. *Ecology and Evolution*, 7: 2091–2100.

Jonsson L, Uddstål R. (2002). *En beskrivning av den svenska skogsbärsbranschen*. SLU, Skog & Trä 2002:1. ISBN 91-973519-5-4.

Jäderlund, A., Zackrisson, O., Nilsson M. C. (1996). *Effects on bilberry (Vaccinium myrtillus L.) litter on seed germination and early seedling growth of four boreal tree species*. *Journal of Chemical Ecology*, 22: 973-986.

Kardell, L. (1980). *Occurrence and production of bilberry, lingonberry and raspberry in Sweden's forests*. *Forest Ecology and Management*, 2: 285-298.

Lahti, T., Kemppainen, E., Kurtto, A., Uotila, P. (1991). *Distribution and biological characteristics of threatened vascular plants in Finland*. *Biological Conservation*, 55: 111-120.

Liljelund, L., Pettersson, E., Zackrisson, O. (1992). *Skogsbruk och biologisk mångfald*. *Svensk botanisk tidskrift*, 6: 227-232.

Lokal_profil. (2010). *SWE-Map Län.svg*. [Online] Tillgänglig: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10214629> [2018-04-18].

Magnusson, T. (2015). *Skogsskötselserien- Skogsbruk- mark och vatten*. Skogsstyrelsen. [Online] Tillgänglig: www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien [2018-03-29]

Mahy, G., De Sloover, J., Jacquemart, A-L. (1998). *The generalist pollination system and reproductive success of Calluna vulgaris in the Upper Ardenne*. *Canadian Journal of Botany*, Vol. 76.

Naturvårdsverket (2017a). *CBD – Konvention om biologisk mångfald*. [Online] Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/cbd> [2018-03-21].

Naturvårdsverket (2017b). *Levande skogar*. [Online] Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/Miljokvalitetsmalen/Levande-skogar/> [2018-03-22].

Ottosson Löfvenius, M., Elfving, B., Jones, J. (2000). *Globalstrålningen i bestånd med olika gallringsstyrka*. *Skog & Trä*, 2000:1.

Pulliaainen, E. (1970). *Winter nutrition of the rock ptarmigan, Lagopus mutus (Montin), in northern Finland*. *Annales Zoologici Fennici*, 7 (3): 295-302.

Salemaa, M. Uotila, T. (2001). *Seed bank composition and seedling survival in forest soil polluted with heavy metals*. *Basic and Applied Ecology*, 2: 251-263.

Skogsstyrelsen (2017). *Skogsvårdslagstiftningen*. Jönköping, Skogsstyrelsen. [Online] Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/lag-och-tillsyn/skogsvardslagen/> [2018-04-18]

Skogsstyrelsen (2018). *Skogsstyrelsen följer upp Levande skogar*. [Online] Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/miljo-och-klimat/miljomal/levande-skogar/> [2018-04-10]

SLU (2017). *Fältinstruktion 2017 RIS Riksinventeringen av skog*. SLU, institutionen för skoglig resurshushållning och institutionen för mark och miljö. [Online] Tillgänglig: <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/om-riksskogstaxeringen1/om-inventeringen/faltinstruktioner/> [2018-03-08].

Tolvanen, A. (1994). *Differences in recovery between a deciduous and an evergreen ericaceous clonal dwarf shrub after simulated aboveground herbivory and belowground damage*. Canadian Journal of Botany, 72: 853-859.

Tonteri, T., Salemaa, M., Rautio, P., Hallikainen, V., Korpela, L., Merilä, P. (2016). *Forest management regulates temporal change in the cover of boreal plant species*. Forest Ecology and Management, 381: 115-124.

Viltskadecenter (u.å.). *BJÖRNSPILLNING-insamling till DNA-analyser*. [Broschyr]. Institutionen för ekologi, SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet ISBN 978-91-86331-80-1. [Online] Tillgänglig: <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/vsc/vsc-dokument/vsc-publikationer/bjornspillningsbroschyr-webb.pdf> [2018-03-23].

Widenfalk, O., Weslien, J. (2009). *Plant species in managed boreal forests- Effects of stand succession and thinning*. Forest Ecology and management, 257: 1386-1394.

Östlund, L., Zackrisson, O., Axelsson A.-L. (1997). *The history and transformation of a Scandinavian boreal forest landscape since the 19th century*. Canadian Journal of Forest Research, 27: 1198-1206.