



**Kandidatarbeten
i skogsvetenskap**
Fakulteten för skogsvetenskap

2018:6

**Det moderna skogsbruket
- ett hot mot biologisk mångfald?**

*Modern Forestry
- a threat to biodiversity?*



Foto: Tove Grönblad

Sara Brandén & Tove Grönblad

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

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ <i>Department of Forest Ecology and Management</i>
Författare/Author	Sara Brandén & Tove Grönblad
Titel, Sv	Det moderna skogsbruket- ett hot mot biologisk mångfald?
Titel, Eng	<i>Modern forestry- A threat to biodiversity?</i>
Nyckelord/ Keywords	Biodiversitet, fragmentering, mossor, renlavar, habitatstruktur, fauna <i>Biodiversity, fragmentation, mosses, Cladina spp, habitat structure, fauna</i>
Handledare/Supervisor	Jörgen Rudolphi, institutionen för vilt, fisk och miljö/ <i>department of Fish, Wildlife, and Environmental Studies</i>
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ <i>Department of Forest Ecology and Management</i>
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap <i>Bachelor Degree in Forest Science</i>
Kurskod	EX0813
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning	G2E
Serie	Kandidatarbeten i Skogsvetenskap
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2018

FÖRORD

Under vårterminen, år tre, skriver studenterna vid jägmästarprogrammet i Umeå ett kandidatarbete på 15 hp. Denna studie är ett kandidatarbete i skogsvetenskap.

Vi valde att fördjupa oss inom skogsskötsel och dess påverkan på markvegetationen, då vi finner detta ämne intressant och dessutom högaktuellt. Vi vill rikta vårt varmaste tack till vår handledare Jörgen Rudolphi, forskare vid institutionen för vilt, fisk och miljö, för ditt engagemang och den vägledning och hjälp du gett oss genom hela arbetet. Vi vill även tacka Jonas Dahlgren, analytiker vid avdelningen för skoglig statistikproduktion, som tålmodigt hjälpt oss med datamaterial och bearbetning. Tack även till Hilda Edlund, konsulent vid avdelningen för skoglig resursanalys, som kommit med värdefulla råd vid de statistiska analyser vi gjort. Tack till riksskogstaxeringens fältpersonal som samlat in detta enorma datamaterial och delat med sig av det till oss och gjort detta arbete möjligt att utföra.

SAMMANFATTNING

Skogen har länge varit en viktig del i människans utveckling. Skogen har bland annat bidragit till föda och skydd, den har fungerat som basresurs för människan under mycket lång tid och utnyttjandet och användandet av skogen har förändrats. När människan ökade i antal ökades brukandet av skogen och det utvecklades ett mer specifikt nyttjande. I och med den industriella revolutionen ökade nyttjandet och brukandet av skogsresursen nästan explosionsartat. I takt med att industrierna krävde allt mer timmer och sågverksindustrin växte fram, avverkades allt mer skog och under tidigt 1900-tal insåg skogsindustrin att något behöver göras för att inte skogsresursen ska försvinna. År 1903 stiftades den första skogsvårdslagen, som bland annat innebar att återplantering efter avverkning nu blev en skyldighet, för att långsiktigt säkerställa virkestillgången.

Avverkningar och ingrepp i skogen leder till fragmentering i skogslandskapet. Detta medför förändringar i såväl habitatstrukturer som arttäthet och biodiversitet. I denna studie görs analyser på en del av riksskogstaxeringens enorma datamaterial för att undersöka huruvida slutavverkning och gallring påverkar biodiversiteten och täckningsgraden av vissa arter av lavar och mossor.

Resultatet av denna studie visar att det för dessa arter finns skillnader i arternas täckningsgrad mellan de två inventeringstillfällena och att dessa skillnader i några av fallen kan kopplas till slutavverkning och gallring. För två av arterna, björnmossa och husmossa, skiljer sig påverkan av gallring signifikant åt mellan landets södra- och norra delar. Generellt tycks täckningsgraden av arterna påverkas mer i norra Sverige, men för detta finns svag evidens i de utförda statistiska testerna.

Nyckelord: biodiversitet, fragmentering, mossor, renlavar, habitatstruktur, fauna

ABSTRACT

During a long time, forest has been an important part of human development. Among other things, forest has contributed as food and shelter, it has for a very long time been served as a basic resource for us and the use of it has changed over time. As humans increased in number, the use of forests increased and a more specific use was introduced. Due to the industrial revolution, the use increased almost explosively. As the industries demanded more timber and the sawmill industry grew, the deforestation increased. In the beginning of the 20th century, something had to be done to ensure the resource and biodiversity. Year 1903, the first forest management act was established which meant, among other things, that reforestation became an obligation, to ensure long-term availability of timber.

Clearcuttings and interventions in forest leads to fragmentation of the landscape. This entails changes in the structure of habitats as well as occurrence of species and biodiversity. In this study, analyzes is made of data from the Swedish National Forest Inventory to investigate whether clear cutting and thinning affect biodiversity and the presence of certain species of lichens and mosses.

The result of this study shows that for these species there is differences in occurrence between the first time of inventory (T1) and the second inventory (T2), in some of the cases these differences can be linked to final harvesting and thinning. For two of the species, *Polytrichum commune* and *Hylocomnium splendens*, the influence of thinning differs significantly between the southern and northern parts of the country. Generally, the occurrence of species appears to be affected more in northern Sweden, but for this there is little evidence in the statistical tests performed.

Keywords: biodiversity, fragmentation, mosses, Cladina spp, habitat structure, fauna

INLEDNING

Tabell 1. Definition av begrepp som används i rapporten.

Begrepp	Definition
Slutavverkning	När man vid ett och samma tillfälle avverkar alla träd i ett bestånd, även fast man lämnar enstaka träd för naturlig förnyring benämner man detta som slutavverkning (Skogssverige 2018).
Dimensionsavverkning	Där man endast tar ut de största och mest värdefulla träden och lämnar de övriga (Skogshistoriska sällskapet 2018).
Trakthyggesbruk	Trakthyggesbruket liknar skogsbruket då likt grödor skogen har en omloppstid. Man börjar med sådd eller plantering, därefter röjning och gallring. När den homogena skogen är mogen skördar man den, därefter sår eller planterar man igen. Detta sker alltså cykliskt (Skogssverige 2018).

Skogsbruket då

Sedan urminnes tider har människan varit beroende av skogen och allt vad den har att erbjuda. Människan har byggt skydd av skogen, hon har hämtat sin mat från skogen då hon jagat och hon har eldat för att hålla sig varm. Skogen har varit en central del i människans utveckling och den har sedan länge varit basresurs för ekonomisk utveckling i stora delar av världen (Angelstam, et al. 2004). Det är därför viktigt att förstå skogens betydelse och värde, inte bara det ekonomiska värdet utan även alla de andra värdena och nyttorna som skogen har att erbjuda. Det är också viktigt att förstå hur skogen fungerar och hur dagens skogsskötsel och människans ingrepp påverkar skogarna och biodiversiteten i dem.

Den historiska användningen av skogen som resurs har utvecklats i flera steg. Då människan levde som jägare-samlare och senare så smått hade utvecklat en livsstil med småskalig djurhållning och boskap, var hon alltid en del av skogsekosystemet. Människan följde sitt boskap och på så vis öppnades landskapet upp på de ställen där boskapen betade. Då, till skillnad från idag, var människan troligtvis inte den allra största faktorn som påverkade skogslandskapets struktur (Angelstam, et al. 2004). Skogen var vid den här tidpunkten olikåldrad och hade en flerskiktad beståndsstruktur. I slutet av 1700-talet började människor allt mer att bruka skogen liknande som vi brukar den idag. I Sverige, till exempel, producerades pottaska från lövträd, tjära utvanns från tall, framställningen av träkol ökade markant och på vissa ställen i landet hade utvecklades en selektiv huggning där stora, värdefulla träd höggs ner (Angelstam, et al. 2004; Ekelund & Hamilton 2001). I och med detta nya sätt att använda sig av skogen som resurs, introducerades ett mer specifikt nyttjande av skogen. Som ett resultat av detta, ökade avverkningen i skogslandskapet (Angelstam, et al. 2004). Under 1800-talet och i samband med den industriella revolutionen tillämpades främst dimensionsavverkningar, där de grövsta träden plockades ut, vilket ledde till att det totala skogskapitalet minskade och beståndsstrukturen förändrades (Skogshistoriska sällskapet. 2018). Uttaget av sågtimmer i Norrland tiodubblades från 1850-talet till 1890-talet (Bernes 2011).

Denna stora, tämligen snabba förändringen, av såväl skogslandskap som habitatstruktur blev på vissa ställen helt ohållbar, med en skogsresurs som höll på att utarmas (Angelstam, et al. 2004). Detta var ett faktum redan under slutet av 1800-talet, det var dock i början av 1900-talet en skogsvårdslag togs fram för att reglera framfarten. År 1903 stiftades den första lagen av sitt slag i Sverige, en skogsvårdslag som bland annat ledde till att återbeskogning efter

avverkning blev en skyldighet för skogsägarna (Bernes 2011). Huvudsyftet med denna lag var att långsiktigt säkerställa virkestillgången. Detta är något som lever kvar än idag och är en grund i svensk skogspolitik (Bernes 2011). Från och med att den nya lagen stiftades började alltså skogsbruket riktas mer mot hållbarhet och en strävan efter balans mellan intensitet på skogsbrukets avverkningar och återväxten, att hushålla med resurserna belystes som viktigt (Ekelund & Hamilton 2001). Fokus låg fortfarande på virkesproduktionen, vilket gick ut över skogens andra värden och den biologiska mångfalden (Skogshistoriska sällskapet 2018). 1948 års skogspolitiska beslut innebar ett ensidigt brukande av skogen med fokus på virkesproduktion. Målet var att öka virkesproduktionen för att säkra en industriell tillväxt (Ekelund & Hamilton 2001). Vidare ledde detta beslut till att trakthyggesbruket med kalhugning blomstrade under 1950-talet (Skogshistoriska sällskapet 2017).

Det moderna skogsbruket

De senaste decennierna kännetecknas av ett ensidigt och målmedvetet skogsbruk som ofta utgår från slutavverkning, markberedning och därefter plantering med plantor från en plantskola. Resultatet av detta karaktäriseras av likåldrade, homogena monokulturer, med förlorad diversitet (Ohlson et al., 1997.). Framför allt under de senaste åren har detta skötselsystem börjat att ifrågasättas och nu eftersträvas allt mer en skötsel och ett system där människor och naturen klarar av att leva i symbios med varandra (Angelstam. et al. 2004). Det eftersträvas ett brukande av skogen som tar hänsyn till flera nyttor med syfte att tillmötesgå svårigheter som uppkommer av detta, t.ex. att bibehålla en hög biodiversitet och skog med höga rekreativvärden.

Sveriges totala landyta är ca 41 miljoner hektar, 28 miljoner hektar räknas som skogsmark och av dessa är ca 23 miljoner hektar produktiv skogsmark, dvs. mark som producerar minst en m³sk per hektar och år (Skogssverige. 2018). Följaktligen är föryngringsskogar, plantskogar och gallrade skogar en livsmiljö och en habitatstruktur synnerligen påverkad av människan, det är långt ifrån det olikåldrade, flerskiktade och brandpräglade landskap det en gång var. Det moderna skogsbruket är, trots strävan efter- och hänsynstagande för biodiversitet, idag starkt riktat mot att optimera timmerproduktionen och minimera kostnader (Tonteri. et.al 2016.).

Förändringar orsakade av skogsbruket

Andrén (1994) skriver att förändring av skogslandskapet alltid varit ett naturligt inslag i ekosystemet, genom olika störningar, i synnerhet brand eller storm. Människans intensivare markanvändning och skogsbruk, med trakthyggesbruk i spetsen, är dock den allra största och viktigaste orsaken till dagens storskaliga landskapsfragmentering, skriver Andrén (1994). Detta intensiva brukandet av skogen har visat sig påverka markvegetationen och biodiversiteten i högsta grad (Leverin. 2014; Andrén. 1994; Widenfalk & Weslien. 2009.). Avverkning och gallring öppnar upp landskap och leder bland annat till ökat ljusinsläpp, ökad näringstillförsel till marken och även en ökad temperatursumma, vilket i sin tur leder till att artsammansättningen förändras (Berg. et al. 2008; Tonteri. et al. 2016).

Fragmenteringens effekt

En förändrad landskapsbild och ett fragmenterat landskap innebär ofta att habitat delas upp i mindre delar och arealer av lämpliga habitat går förlorat. Förändringar orsakade av dagens skogsbruk är huvudorsaken till försvinnandet av växt- och djurarter som observeras idag (Axelsson, et al. 1997). Vissa arter missgynnas och minskar i täckningsgrad som följd av fragmenteringen och förlust i vad som är lämpliga habitat. Det finns även arter som drar nytta av de nya miljöer som bildas över stora ytor efter en slutavverkning med hyggesupptag. Cedergren (2008) poängterar att det framförallt är lättspridda, tämligen vanligt förekommande arter, till exempel kruståtel, som drar nytta av trakthyggesbrukets upprepade störningar, även Bergstedt och Milbergs (2001) studie visar detta och där framgår att markvegetationen ökar efter ökad intensitet av åtgärden och framför allt andelen bredbladiga- och smalbladiga gräs ökar i hög grad efter avverkning. Hannerz och Hånell (1997) hävdar att denna ökning troligtvis beror på den extra näring som tillförs marken efter ett ingrepp, samt ökat ljusinsläpp och minskad konkurrens från överståndare. Arter som är mer svårspridda och sällsynta och kräver speciella livsmiljöer och kontinuitet, t.ex. gamla grova träd, död ved eller hög fuktighet, för att kunna leva och fortplanta sig, missgynnas av denna fragmentering (Cedergren 2008). Widenfalk och Weslien har studerat effekter av beståndssuccession och gallring på arttätheten och skriver bland annat att fragmentering av kontinuitetsskogar och intensiva störningar kan vara fördelaktigt för pionjärarter men slår hårt mot svårspridda arter.

Mossor och lavar

Bernes (2011) beskriver hur flera arter bland lavar och mossor har svårt att etablera sig och överleva storskaliga förändringar och det klimat som råder på ett hygge. Även Hallingbäck och Holmåsen (1995) menar att vissa skötselåtgärder påverkar lavar och mossor negativt, täckningsgraden minskar efter utförd åtgärd och tycks inte hinna återhämta sig fullt ut under en omloppstid. Tonteri, et al. (2016) undersökte i en studie hur skogsbruk resulterar i temporära förändringar i täckning av boreala växtarter. I denna studie drogs slutsatsen att täckningsgraden av vissa mossor minskar efter avverkning och gallring.

För mossornas utbredning är nederbörd och humiditet av stor betydelse och de är mer beroende av fuktiga miljöer för sin fortplantning än vad många andra växter är (Magnusson, 2015). Magnusson (2015) skriver i skogsskötselserien att avrinningen ökar med 50-100% under de närmaste åren efter avverkning och vattenbalans uppnås åter då hygget koloniserar av transpirerande markvegetation och efter att plantorna övergått till en välsluten ungskog. Ett nyupptaget hygge blir dessutom exponerat för sol och vind (Hallingbäck & Holmåsen 1995) och det är uppenbart att arter som är känslig för dessa faktorer samt kräver hög och jämn fuktighet inte trivs där. Berg m.fl. (2008) har studerat hur skogsbruket under de senaste 100 åren har påverkat vissa marklavar som verkar som vinterbete för renarna. Slutsatsen i denna studie är bland annat att lavarna minskat och ca 30-50 % av renarnas vinterbetesområden har förlorats, som en följd av dagens skogsbruk.

Jämfört med flera andra växter har lavar en långsam tillväxt, de växer ofta på utsatta platser som till exempel hållar, klippor och alléträd. Lavar är bland de första arterna som etablerar sig på ny mark efter t.ex. vulkanutbrott. Det är dock inom vissa gränser de tål dessa extrema förhållanden och förändringar av större slag leder ofta till att laven dör. Släktet renlavar (*Cladina spp.*) växer ofta i heltäckande lavmattor på hållmarker och på sandig skogsmark. I fjällen är renlavar vanlig och en mycket viktig föda för renarna. Renlavar förekommer i hela landet (Holmåsen & Moberg 1995).

Vitmossor (*Sphangnum spp.*), björnmossa (*Polytrichum commune, Hedw.*), väggmossa (*Pleurozium schreberi, (Brid.) Mitt.*) och husmossa (*Hylocomium splendens, (Hedw.) Schimp*) förekommer i hela landet. Björnmossa och vitmossor kräver livsmiljöer med hög humiditet (Holmåsén & Moberg. 1995). Då vitmossor består av två olika sorters celler, de gröna fotosyntetiserande och hyalina celler som innehåller vatten kräver den en miljö där det alltid finns tillgång till vatten. Björnmossan växer där det är hög humiditet samt stor nederbörd och föredrar att växa i näringsfattig sumpskog. Väggmossa och husmossa finns i skogsmark i hela nordnorden, väggmossan påträffas även på hedar, ängar och i myrkanter. Dessa arter användes förr till att tillverka bland annat rep, korgar och för att täta husväggar (Hedenäs. 1997).

Syfte

Syftet med denna studie var att undersöka hur dagens skogsbruk med gallring och slutavverkning påverkar biodiversitet och flora och fauna. Studien begränsades till släktet vitmossor, björnmossa, väggmossa, husmossa och släktet renlav. Dessa arter valdes då dessa förekommer i hela landet och är viktiga för biodiversiteten i skogen. Ingrepp som orsakar förluster av dessa arter kan även leda till att andra arter som är beroende av dessa försvinner. Renlavar står för ca 80 % av renarnas föda under vinterhalvåret och en bit in på våren, därför är den livsviktig för renarnas överlevnad. Vi anser att det är viktigt att bibehålla en hög biodiversitet i landets skogar och att skogsbruket bedrivs med hänseende till detta, vi tycker därför att studier av detta slag är viktiga.

I detta arbete har statistiska analyser utförts, med hjälp av analysverktyg i minitab. Detta har gjorts på data från Riksskogstaxeringen för att undersöka hur trakthyggesbruket med slutavverkning och gallring påverkar täckningsgraden och utbredningen av de arter vi valt att studera. Förutom dessa två skötselåtgärder valde vi även att ta hänsyn till geografisk position. Med geografisk position menas provpunkternas placeringar i landet, där de har delats in i norra- och södra Sverige. Gränsen har dragits vid Gävleborgs- samt Jämtlands län där dessa två län inkluderas i norra Sverige. Dessa variabler, åtgärd och landsdel, valdes för att begränsa studiens omfattning då det finns en mängd faktorer som kan påverka dessa arters täckningsgrad och tidsåtgången för studien är begränsad.

Hypotes

Vår hypotes är att liknande resultat kommer nås i denna studie. Vi tror att slutavverkning kommer ha störst påverkan på de arter vi valt att studera då i princip alla träd i ett bestånd tas bort, vilket leder till en drastisk förändring i landskapet och livsmiljöerna för dessa arter. Vi tror att även gallring har en inverkan på arternas täckningsgrad och utbredning, dock i en mindre grad då det endast tas ner ett visst antal träd per hektar. Gallring leder då till en mindre förändring i landskapet såsom ett ökat ljusinsläpp (Magnusson. 2015), vilket också kan påverka dessa arter negativt då gräs och sly kan ta över (Leverin 2014).

Vi förväntar oss även att se en skillnad mellan norra- och södra Sverige då skogsskötseln skiljer sig åt mellan dessa delar av landet. I södra Sverige finner vi en högre artrikedom och ett växtklimat med längre växtperioder. Då vi har en högre tillväxt i södra delen av landet samt fler trädarter, sköts skogen annorlunda jämfört med i norra Sverige, där det råder en lägre tillväxt och därmed generellt längre omloppstider samt färre trädarter vilket leder till en ensidigare skötsel.

Vi har valt att testa följande hypoteser:

1. Åtgärdstyp (slutavverkning eller gallring) reflekteras av storleken på förändringen i täckningsgrad av arterna. Där slutavverkning leder till större negativa förändringar än gallring med avseende på täckningsgrad av samtliga testade arter.
2. Omfattningen av förändringen skiljer sig åt mellan landets norra- och södra delar.

MATERIAL OCH METODER

Riksskogstaxeringen utförs av institutionen för skoglig resurshushållning vid SLU och är en årlig stickprovsinventering av Sveriges skogar. Resultaten från inventeringarna sammanställs och har sedan 1981 publicerats i årsboken SKOGSDATA (Nilsson & Cory. 2017). Statistik från taxeringen redovisas även på bland annat SLUs hemsida och i vetenskapliga artiklar. Syftet med taxeringen är att utvärdera tillståndet samt förändringar i svenska skogar (SLU. 2018). Taxeringen kan delas in i fem delar, med uppgifter från ståndortsinventering, arealinventering, förrådsinventering, flora- och faunainventering och stubbinventering. Då denna rapport behandlar täckningsgraden av utvalda mossor och lavar har vi gjort studien på data från Flora- och faunainventeringen. Flora- och faunainventeringen omfattar inventering av växter, bär och särskilda objekt som har betydelse för den biologiska mångfalden. Här registreras vilka arter som återfinns i bottenkiktet samt täckningsgrad för varje art.

Provytornas storlek i flora- och faunainventeringen är 10 m i radie för de permanenta provytorna och 7 m för de tillfälliga ytorna (Nilsson & Cory. 2017). Det data som använts i detta arbete kommer från två inventeringstillfällen, mellan åren 1995 och år 2013, och har gjorts med tio års mellanrum för varje yta. Ytor som blivit avverkade eller gallrade mellan de två tidpunkterna för inventeringen har jämförts, och ytor där ingen åtgärd har skett fungerade som kontrollytor. Det undersöktes även huruvida det fanns något samband mellan provpunkternas geografiska placering i landet och täckningsgraden av arterna. Södra Sverige (Svealand och Götaland) jämfördes med norra Sverige (norra Norrland och södra Norrland), där en gräns drogs vid Jämtlands- samt Gävleborgs län som båda ingår i norra Sverige.

Antalet provpunkter för varje art varierade kring 2000 punkter innan ett urval gjordes, kontrollytorna och alla ytor som hade en huggningsklass lägre än 33 (se bilaga 1 för definition) sorterades bort då ytorna som skulle jämföras med endast hade huggningsklasser högre eller lika med 33. Även ytor som hade gått från en högre huggningsklass till en lägre utan att någon åtgärd registrerats plockades bort från analysen.

För att arbeta och bearbeta datat använde vi oss av Microsoft Excel 2016 och Microsoft Access 2016. Med hjälp av Minitab 17 utfördes de statistiska testerna i arbetet.

Statistiska analyser

För att undersöka huruvida gallring och slutavverkning påverkar täckningsgraden av arterna har statistiska analyser gjorts på datat. Då datat inte tycks vara normalfördelat uppfyller det inte kraven för att kunna göra ett parametriskt test, vi har därför använt oss av icke-parametriska tester.

Ett icke-parametriskt test är i grunden baserat på rangordning av datat och det utgår från centralmåttet medianen, till skillnad från parametriska test som utgår från medelvärdet. Då data inte är normalfördelat och inte fördelar sig jämnt kring ett medelvärde används med fördel ett icke-parametriskt test, då det bättre klarar av snedfördelat data med så kallade "outliers", värden som avviker från medelvärdet i hög grad. Därför har vi valt att analysera datat med hjälp av Wilcoxon's rangsummetest och Mann-Whiney test.

För att undersöka om någon skillnad fanns i täckningsgrad av arterna mellan inventeringstidpunkt ett (T1) och tidpunkt två (T2) (alltså innan utförd åtgärd och efter utförd åtgärd), räknades differensen i täckningsgrad ut mellan tidpunkt ett och tidpunkt två genom att

subtrahera T2 med T1. På dessa differenser gjordes sedan Wilcoxon's rangsummetest för att undersöka om skillnaderna, i täckningsgrad, mellan dessa tidpunkter var signifikanta. Här testas hypoteserna: H0: median = hypotetisk median versus H1: median \neq hypotetisk median, där medianen som testades var 0,0 (för vidare förklaring se bilaga 2). Signifikansnivån som användes var 5 % ($\alpha=0,05$). Fanns det en signifikant skillnad gjordes ytterligare ett test på dessa ytor men allra först räknades differensen mellan T1 och T2 ut även för kontrollytorna. Ett Mann-Whitney test utfördes sedan för att undersöka huruvida denna signifikanta skillnad på de åtgärdade ytorna, även var signifikant jämfört med kontrollytornas differens och i sådana fall berodde på den åtgärd som utförts. Här jämförs alltså differensen för provytorna med differensen för kontrollytorna i ett Mann-Whitney test. Hypotesen i detta fall var: H0: $\eta_1 = \eta_2$ versus H1: $\eta_1 \neq \eta_2$, där η är medianen. Även här sattes $\alpha=0,05$.

För att undersöka om det finns skillnader mellan landets norra- och södra delar utfördes ytterligare statistiska tester. Denna gång gjordes Mann-Whitney tester och testerna gjordes endast på datat som i de tidigare testerna påvisat signifikanta skillnader för att se om dessa skiljer sig signifikant åt från skillnaden mellan landsdel. Även här sattes $\alpha=0,05$.

Tabell 2. Definitioner av huggningsklasserna C3 till E (Sveriges lantbruksuniversitet 2018).

Huggningsklass ID	Huggningsklass	Definition
33	C3	Skog yngre än lägsta tillåtna ålder för slutavverkning där flertalet härskande och medhärskande träd är grövre än 20 cm i brösthöjd.
34	C4	Skog äldre än lägsta tillåtna ålder för slutavverkning som bör gallras ytterligare minst en gång.
41	D1	Äldre skog som inte uppnått lägsta rekommenderade slutavverkningsålder.
42	D2	Äldre skog som uppnått lägsta rekommenderade slutavverkningsålder.
51	E	Blädningsskog.

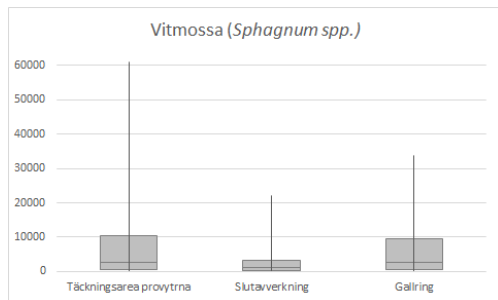
Medelålders skog och äldre gallringsskog (C) är skog där majoriteten av de härskande och medhärskande träden är grövre än 10 cm i brösthöjd. Skogens är ännu inte mogen för avverkning då den inte nått till lägsta tillåtna ålder för slutavverkning. Lägsta tillåtna ålder för slutavverkning baseras på ståndortsindex (Sveriges lantbruksuniversitet 2018).

Den sista huggningsklassen är blädningsskog (E) vilket kännetecknas av att träd i alla utvecklingsstadier förekommer, beståndet ska normalt vara fullskiktat. Avverkning sker genom att det endast tas ner träd som nått avverkningsmogen ålder (Sveriges lantbruksuniversitet 2018).

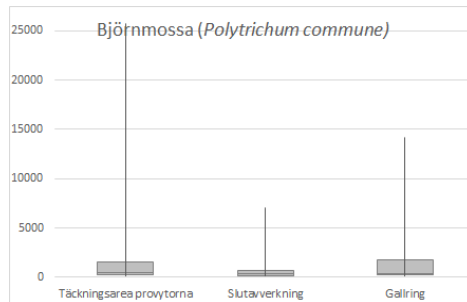
RESULTAT

Figuren 1a-e nedan, ger en överblick över hur frekvent de arter som studerats förekom i landet och hur mycket av respektive art som kom att avverkas samt gallras.

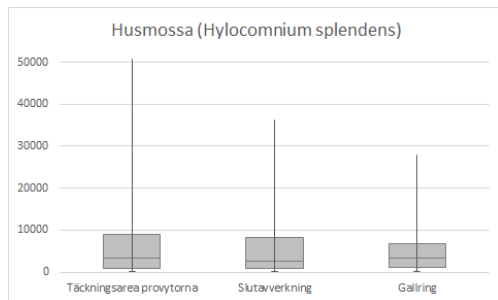
1a



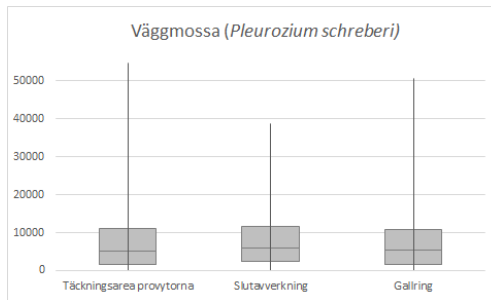
1b



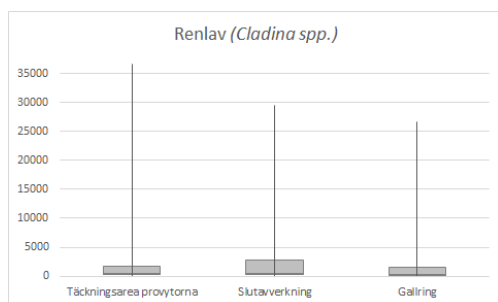
1c



1d



1e



Figur 1 a-e. Figur 1 visar medeltäckningsgraden (i hektar) för de olika arterna vi tittat på i denna studie, samt spridningen kring medianen. Den första "boxplotten" visar hur stor genomsnittliga täckningsgraden för varje art var på de registrerade ytorna i hela landet. Den andra "boxplotten" visar hur mycket som slutavverkades mellan inventeringstidpunkt ett (T1) och inventeringstidpunkt 2 (T2). Den tredje "boxplotten" visar hur mycket som gallrades mellan T1 och T2. Y-axeln anger antal hektar.

Figure 1, a-e, shows the average area (in hectares) covered by each of the different species that has been looked at in this study, as well as the circulation of the median. The first "box plot" shows the average coverage area for all of the registered areas throughout the country. The second "box plot" shows how much was logged between the first time of inventory (T1) and the second time (T2). The third "box plot" shows how much was thinned between T1 and T2. The Y axis enters the number of hectares.

Resultaten som presenteras i tabell 3 visar att vi inte kan utesluta att det finns en skillnad i täckningsgraden av vitmossor innan slutavverkning och efter åtgärden utfördes, i Sydsverige. Täckningsgraden av denna art har minskat med 279,1 hektar mellan de två inventeringstillfällena. Täckningsgraden av björnmossa har mellan T1 och T2 minskat med 744,6 hektar i norra Sverige vid gallring, denna minskning går inte att utesluta. Där det skett slutavverkningar efter första inventeringstillfället, i både Sydsverige och norra Sverige, har täckningsgraden av väggmossa minskat med 2 268 respektive 3 035 hektar fram till andra inventeringstillfället. Denna förändring i täckningsgraden är signifikant, då det inte går att utesluta att det finns en skillnad. I Sydsverige samt norra Sverige indikerar resultaten att det finns en skillnad i täckningsgraden av husmossa, där täckningen har minskat med 849,6 respektive 3 646 hektar mellan de två inventeringstillfällena. Mellan T1 och T2 har renlavarna i Sydsverige signifikant minskat i täckningsgrad med 109,6 hektar. I norra Sverige har täckningsgraden minskat med 196,8 ha, då gallring är utförd mellan de två inventeringstillfällena. För de resultat där p-värdet är över 0,05 kan man utesluta att det finns en skillnad i täckningsgraden mellan de två inventeringstillfällena, T1 och T2.

Tabell 3. Resultat från Wilcoxons rangsummetest. Fetstil text innebär att förändringen i täckning av arten mellan inventeringstillfälle ett (T1) och inventeringstillfälle två (T2) är statistiskt signifikant (Bilaga 2). S och NO står för södra- respektive norra Sverige. N är sampelstorlek.

Table 3. The results from the Wilcoxon signed-rank test. Bold type text means that there are a statistically significant difference in occurrence of species between the two occasions of inventory. The p-value shows if the change in occurrence of the species are statistically significant or not (Attached file 2). T1 is the first inventory and T2 is the second one. "S" stand for the south of Sweden and "NO" for the northern part. "Slutav." means clear cutted and "Gal." means thinned.

			N	Wilcoxon Statistik	p-värde	Skattad mediandifferens	T1		T2	
							Min	Max	Min	Max
Vitmossa (<i>Sphagnum</i> spp.)	S	Slutav.	51	435	0,033	- 279,1	19,86	17 944,92	21,06	17 652,45
		Gal.	67	1 390	0,118	164,9	20,94	21 280,37	22,55	51 855,44
	NO	Slutav.	25	133	0,435	- 373,3	33,28	22 201,16	347,87	17 301,113
		Gal.	20	91	0,614	- 342,6	258,93	33 747,35	271,73	27 376,87
Björnmossa (<i>Polytrichum</i> <i>commune</i>)	S	Slutav.	44	660	0,055	112,9	20,94	2 422,65	23,43	4 919,67
		Gal.	54	887	0,215	106,7	19,86	4 542,71	22,55	8 259,80
	NO	Slutav.	26	185	0,819	67,3	26,15	7 020,52	36,61	3 826,62
		Gal.	24	72	0,027	- 744,6	26,15	14 155,63	38,56	9 044,73
Väggmossa (<i>Pleurozium</i> <i>schreberi</i>)	S	Slutav.	129	2 154	<0,001	- 2 268	9,51	22 086,06	21,06	20 644,39
		Gal.	160	7 357	0,118	432,1	9,30	22 331,29	21,06	61 996,16
	NO	Slutav.	60	569	0,011	- 3 035	33,28	38 668,94	38,63	36 435,53
	Gal.	73	1 573	0,222	958,5	26,15	50 736,53	408,58	44 887,19	
Husmossa (<i>Hylocomium</i> <i>splendens</i>)	S	Slutav.	120	4 342	0,062	512,6	19,86	17 290,30	24,87	11 010,69
		Gal.	146	3 270	<0,001	- 849,6	21,19	16 958,55	21,06	19 517,72
	NO	Slutav.	57	1 072	0,052	1 258	26,15	36 129,52	302,92	23 575,93
	Gal.	69	601	<0,001	- 3 646	25,54	27 957,37	27,17	31 868,98	
Renlav (<i>Cladina</i> spp.)	S	Slutav.	27	97	0,028	- 109,6	9,51	6 355,38	22,55	5 978,10
		Gal.	51	595	0,527	- 26,2	19,86	20 247,94	23,43	23 855,00
	NO	Slutav.	30	146	0,077	- 365,1	25,54	18 732,23	30,62	22 416,23
		Gal.	48	351	0,015	- 196,8	25,54	29 491,93	27,10	32 045,18

Tabell 4 visar att täckningsgraden av vitmossor i de åtgärdade ytorna i Södra Sverige har minskat med 198,6 hektar mer, jämfört med kontrolllytor. Jämför man provytorna med kontrolllytorna kan man inte utesluta att det finns en skillnad i artens täckningsgrad. Därför kan åtgärden, som i detta fall var slutavverkning, vara den faktor som kan kopplas ihop till vad som orsakat skillnaderna mellan T1 och T2. Även för väggmossa ser slutavverkning ut att vara denna faktor. Både i norra- och södra Sverige har denna arts täckningsgrad minskat med 1 576 hektar respektive 2 153 hektar mer jämfört med kontrolllytorna. Björnmossan i de åtgärdade ytorna i landets norra delar, har minskat med 297,7 hektar mer än i kontrolllytorna.

Denna skillnad i artens täckningsgrad mellan T1 och T2 kan kopplas ihop med gallring. Likaså kan göras för husmossan som i norra sverige har minskat med 2 491 hektar respektiva 464,3 hektar mer jämfört med kontrolllytorna. För renlavarna kan inte någon åtgärd kopplas till att vara orsaken till den förändring som skett i täckningsgrad mellan inventeringstillfällena.

Tabell 4. Resultat från Mann-Whitney testet,. Fetstil text innebär att förändringen i täckningen av arten mellan inventeringstillfälle ett (T1) och inventeringstillfälle (T2) två är statistiskt signifikant jämfört med förändringen hos kontrolllytorna.

Table 4. The results from the Mann-Whitney test. Bold type text means that the change in the occurrence of the species, between the two periods, are statistically significant compared to the control areas. T1 is the first inventory and T2 is the second one. "Södra" stand for the south of Sweden and "Norra" for the northern part. "Slutav." means clear cutted and "Gal." means thinned. "Kontrolllyta" means control.

			N	Mediandiff rens	p-värde	T1		T2	
						Min	Max	Min	Max
Vitmossa (<i>Sphagnum</i> <i>spp.</i>)	Södra	Slutav.	51	- 198,6	0,0002	19,86	17 944,92	21,06	17 652,45
		Kontrolllyta				9,51	23 940,42	22,55	26 643,24
Björnmossa (<i>Polytrichum</i> <i>commune</i>)	Norra	Gal.	267	38,4	0,0132	26,15	14 155,63	38,56	9 044,73
		Kontrolllyta				26,15	25 758,77	26,88	15 130,52
Väggmossa (<i>Pleurozium</i> <i>schreberi</i>)	Södra	Slutav.	129	- 1 576,0	<0,0001	9,51	22 086,06	21,06	20 644,39
		Kontrolllyta				10,01	23 697,64	21,48	27 829,92
	Norra	Slutav.	60	- 2 153,0	0,0145	33,28	38 668,94	38,63	36 435,53
		Kontrolllyta				25,54	54 795,45	26,88	51 316,87
Husmossa (<i>Hylocomniu</i> <i>m splendens</i>)	Södra	Gal.	146	- 464,3	<0,0001	21,19	16 958,55	21,06	19 517,72
		Kontrolllyta				10,01	21 014,37	19,05	22 047,12
	Norra	Gal.	69	- 2 419,0	<0,0001	25,54	27 957,37	27,17	31 868,98
		Kontrolllyta				25,54	50 736,53	38,45	44 887,19
Renlav (<i>Cladina spp.</i>)	Södra	Slutav.	27	- 68,0	0,5017	9,51	6 355,38	22,55	5 978,10
		Kontrolllyta				9,51	27 618,78	20,45	26 141,84
	Norra	Gal.	48	- 41,1	0,0854	25,54	29 491,93	27,10	32 045,18
		Kontrolllyta				26,15	31 358,32	26,88	45 391,55

Tabell 5 visar om landsdel, norra- eller södra Sverige, kan vara en faktor som kan kopplas till skillnaden i artens täckningsgrad mellan T1 och T2. Denna koppling kan endast dras för arterna björnmossa och väggmossa.

Tabell 5. Resultatet från Mann-Whitney testet visar om det finns någon statistisk signifikant skillnad i artens täckningsgrad efter att ha utfört samma åtgärd i både norra och södra Sverige. Fetstilta siffror visar på att en statistisk signifikant skillnad finns. T1 är tidpunkten för den första inventeringen och T2 är tidpunkten för den andra inventeringen.

Table 5. The result from the Mann-Whitney test shows if there is a statistically significant difference in the occurrence in the species after performing the same measure was made in the north and the south of Sweden. Bold type numbers means that there is a statistically significant difference. "S" stand for the south of Sweden and "NO" for the northern part. "Slutav." means clear cutted and "Gal." means thinned.

			N	Mediandifferensen	p-värde	T1		T2	
						Min	Max	Min	Max
Vitmossa (<i>Sphagnum</i> <i>spp.</i>)	S	Slutav.	51	-198,6	0,7907	19,86	17 944,92	21,06	17 652,45
	NO	Slutav.	25	-353,9		33,28	22 201,16	347,87	17 301,113
Björnmossa (<i>Polytrichum</i> <i>commune</i>)	S	Gal.	54	27,5	0,0047	19,86	4 542,71	22,55	8 259,80
	NO	Gal.	24	-297,7		26,15	14 155,63	38,56	9 044,73
Väggmossa (<i>Pleurozium</i> <i>schreberi</i>)	S	Slutav.	60	-2 153,0	0,6242	9,51	22 086,06	21,06	20 644,39
	NO	Slutav.	129	-1 576,0		33,28	38 668,94	38,63	36 435,53
Husmossa (<i>Hylocomium</i> <i>splendens</i>)	S	Gal.	146	-464,3	0,0308	21,19	16 958,55	21,06	19 517,72
	NO	Gal.	69	-2 419,0		25,54	27 957,37	27,17	31 868,98
Renlav (<i>Cladina</i> <i>spp.</i>)	S	Slutav.	27	-68,0	0,5924	9,51	6 355,38	22,55	5 978,10
	NO	Slutav.	30	-258,2		25,54	18 732,23	30,62	22 416,23
Renlav (<i>Cladina</i> <i>spp.</i>)	S	Gal.	51	-26,2	0,0742	19,86	20 247,94	23,43	23 855,00
	NO	Gal.	48	-41,2		25,54	29 491,93	27,10	32 045,18

DISKUSSION

Resultat

Som tabell 3 visar, har slutavverkning större negativ påverkan på vitmossor, väggmossa och renlavar än vad gallring har. För björnmossa och husmossa har slutavverkning istället en tendens till positiv inverkan på täckningsgraden av arten. Gallring har i de flest fallen en negativ inverkan på artens täckningsgrad. Täckningsgraden av vitmossor verkar minska vid alla tillfällen, förutom för gallring i södra Sverige. Väggmossan minskar när åtgärden är slutavverkning men ökar vid gallring. En förklaring till detta, tror vi kan vara att vid gallring ökar ljusinsläppet i skogarna, en större mängd nederbörd når marken (Bernes, 2011) och grundvattennivån höjs (Bergstedt & Milberg 2000; Magnusson, 2015), vilket gynnar väggmossan, vars täckningsgrad då ökar. Slutavverkning är däremot ett för intensivt ingrepp som orsakar ett växtklimat som missgynnar väggmossan, t.ex. så ökar ljusinsläppet mycket drastiskt (Bergstedt & Milberg, 2000) och dessutom sker stora markstörningar vid markberedning. Bernes (2011) beskriver hur flera arter bland lavar och mossor har svårt att etablera sig och överleva på ett hygge. Den stående skogen kan även ha fungerat som skydd och växtplats för många arter samt uppehållit vattenbalans i marken. I tabell 3 framkommer det, även fast den skattade mediandifferensen påvisar en ökning eller minskning, att det i fler fall kan utslutas att det finns en skillnad i täckningsgraden mellan de två inventeringstillfällena.

Då vi misstänkte att förändringarna i täckningsgrad berodde på åtgärderna, slutavverkning och gallring, valde vi att göra ett Mann-Whitney test för att se om vår teori stämde. Tabell 4 bekräftar vår teori, mossorna påverkas negativt av åtgärderna. Minskningen av mossor på marker som slutavverkats kan bero på flera saker. Holmåsen & Moberg (1995) menar att då mossor saknar rötter är många av dem känsliga för uttorkning och förhållandena på ett hygge är ofta tämligen torra. Mossorna utsätts även för konkurrens av lättspridda och snabbväxande kärlväxter som drar nytta av ökat ljusinsläpp och ökad näringstillgång. Avverkningsrester som lämnas på marken kan komma att täcka mossorna så dessa blir undertryckta och utan solljus. Resultaten från en liknande studie som gjorts av Bergstedt & Milberg (2000) där de studerat betydelsen av ett ingrepps intensitet, visar att bottenskietsvegetationen i högsta grad påverkas av ingrepp och en större faktor är vilken intensitet ingreppen har.

För vissa arter finns ingen skillnad i täckning mellan T1 och T2 och detta kan tolkas så att åtgärden inte har någon påverkan, varken positiv eller negativ, på arternas täckningsgrad. Genom att studera p-värdena i tabell 3 kan vi se detta för, till exempel björnmossa och husmossa, som båda har ett p-värde $>0,05$ för slutavverkning i hela landet. Detta kan då tolkas som att slutavverkning inte har någon effekt på dessa två arters täckningsgrad. Bergstedt och Milbergs (2000) studie visar att flera av de arter som undersöktes i deras studie var mer eller mindre opåverkad av avverkning.

Av tabell 4 kan det utläsas att renlavar varken påverkas av slutavverkning eller gallring. Detta skulle kunna bero på att renlavar inte kräver humiditet i samma utsträckning som mossor gör. Dock visar Berg. et al (2008) i sin studie att renlavar i allra högsta grad påverkas av skogsbruket. I vissa fall gynnas de och i vissa fall missgynnas de. Detta, menar de, beror på markens egenskaper och jordmån men också hur intensivt ingreppet är. Vidare visar studien att efter små ingrepp, t.ex. en gallring, där resultatet är att ljusinsläppet ökar och att mer näring blir tillgänglig i marken, leder till att täckningsgraden ökar. Är åtgärden mer intensiv kan renlavar konkurreras ut, av framför allt lättspridda och snabbväxande kärlväxter och

därmed minska i täckningsgrad. Avverkning och hyggesupptag kan leda till att lavarnas täckningsgrad ökar under en tid efter utförd åtgärd för att sedan konkurreras ut eller dö på grund av torka.

Genom att studera tabell 3, tycker vi oss även kunna se större förändringar i norra Sverige än i Södra Sverige. För att undersöka om vår visuella analys av detta stämde, jämförde vi skillnaderna mellan norra- och södra Sverige i ett Mann-Whitney test. Testet gav oss resultatet, att vår hypotes om att det finns skillnader mellan norra- och södra delarna av landet, stämmer för arterna björnmossa och husmossa. För renlavarna och de övriga mossorna finns ingen skillnad. Det är därför svårt att dra någon slutsats om provtyperpunkternas geografiska belägenhet har någon betydelse för hur mycket arternas täckningsgrad förändras efter utförd åtgärd.

Påverkande faktorer

Insamlandet av datat sträcker sig över stora areor över hela Sverige och det kan inte uteslutas att de på olika sätt har utsatts för störningar, som orsakat till exempel vindfällena eller annat som kan ha påverkat resultatet. Inventeringarna har utförts, och datat har insamlats av en mängd personer över stora områden. Detta kan medföra en stor variation i datat, samtidigt som vi anser att det speglar hela situationen med stora skillnader inom ett stort geografiskt område.

Studien sträcker sig över en tioårsperiod och då arterna som vi studerat, framförallt renlavarna, har en långsam tillväxt är det svårt att veta huruvida arterna kommer återhämta sig efter ingreppen eller inte. Eller om de minskar/ökar mer ju längre tiden gått efter ingreppet. Eftersom skogsbruket ser ut som det gör idag, med kontinuerliga ingrepp i skogslandskapet, kan vi anta att på många håll kommer vissa av dessa arter ha svårt att överleva. Vid avverkning bryts kontinuiteten i skogen och det medför att många långsamväxande arter som är beroende av kontinuitet har svårt att överleva dagens moderna skogsbruk (Bernes. 2011). Däremot kan vissa arter som är anpassade till fortlöpande förändringar (som tidigare ofta orsakats av skogsbränder eller stormar) dra nytta av att ett skogsbruk där det kontinuerligt görs ingrepp i skogen.

Det finns många faktorer förutom gallring och slutavverkning som kan bidra till att arter antingen ökar eller minskar i täckningsgrad. För framtida forskning tycker vi att det vore intressant att undersöka huruvida t.ex. klimatförändringar, trädslagsblandning och luftföroreningar har någon påverkan på arternas utbredning och täckning. I detta arbete hade vi inte möjlighet att undersöka detta då provstorleken hade blivit för liten. I södra Sverige, där luftföroreningarna är som högst, utarmades delar av lavfloran under 1900-talet. Lavar som registrerats vid inventeringar under 1900-talets första hälft, var borta när samma yta återigen besöktes vid ett senare tillfälle (Bernes. 2011). Vissa av dessa arter hade försvunnit efter avverkning, men en del lavararter försvann från skogar trots att dessa skogar stått orörda under en längre tid. Det höga kvävedofallet, som är en följd av kväveoxidutsläppen från t.ex. bilar och lastbilar, produktion av el och värme samt industriprocesser, missgynnar vissa lavar och mossor som är känsliga för luftföroreningar. Genom gödslingsförsök har det visat sig att t.ex. väggmossa, husmossa och vitmossor missgynnas av ökad kvävetillförsel (Bernes. 2011).

Felkällor

I datamaterialet finns två ytor som både blivit gallrade och slutavverkade mellan tidpunkterna. Det är förstås svårt att veta hur mycket detta spelar in på arternas täckningsgrad. Vissa ytor har blivit gallrade innan T1, det framgår dock inte i datat vilket årtal detta ska ha skett och detta kan såklart påverka det resultat vi fått fram. Blev det gallrat precis innan eller endast ett fåtal år innan T1? Blev det gallrat 20 år innan?

Slutsats

Det finns många faktorer som påverkar arters täckningsgrad och arttäthet, inte minst gallring och slutavverkning. I fallen björnmossa och husmossa finns statistiska evidens för att gallring är den åtgärdsform som påverkar täckningsgraden av dessa två arter mest. För de övriga mossorna finns statistiska evidens för att slutavverkning påverkar mer. För renlavarna finner vi inga statistiska evidens för att det är utförd åtgärd som påverkar huruvida renlavar minskar eller ökar i täckning.

Vad gäller skillnad mellan landsdel finner vi statistiska evidens för att förändringarna i artens täckningsgrad innan gallring eller slutavverkning är större i norra Sverige än i södra Sverige för björnmossa och husmossa. För övriga arter finns inga statistiskt signifikanta belägg för detta.

REFERENSER

Andrén, H. 1994. Effects of Habitat Fragmentation on Birds and Mammals in Landscapes with Different Proportions of Suitable Habitat: A Review *Oikos*, 71(3), pp.355–366.

Angelstam, P, Donz-Breuss, M, & Roberge, J (eds) 2009, Ecological Bulletins, Targets and Tools for the Maintenance of Forest Biodiversity : *Targets and Tools for the Maintenance of Forest Biodiversity*, John Wiley & Sons, Incorporated, Hoboken. Available from: ProQuest Ebook Central.

Bergstedt, J, Milberg, P. (2000). *The impact of logging intensity on field-layer vegetation in Swedish boreal forests*. Linköping: Department of Biology-IFM, Linköping University.

Bernes, C. (2011). *Biologisk mångfald i Sverige*. Uppl. 5000. Mölndal: Elanders Fäth och Hässler.

Cedergren, J., Sverige. Skogsstyrelsen & Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk, 2008. *Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk*, Jönköping: Skogsstyrelsen.

Danielsson, H. IVL Svenska miljöinstitutet (2017). *Metaller i mossor*. Tillgänglig: <https://www.ivl.se/sidor/omraden/luft/luftovervakning/nationell-overvakning/metaller-i-mossa.html> [2018-04-10]

Ekelund, H, Hamilton, G., (2001). *Skogspolitisk historia*, (Skogsstyrelsen R 2001:8A) Jönköping: Skogsstyrelsen. <http://shop.skogsstyrelsen.se/shop/9098/art45/4646045-67b381-1695.pdf>

Hallingbäck, T, Holmåsen, I. (1995). *Mossor En fälthandbok*. 2 uppl. Örebro: Procol Grafiska AB.

Hannerz, M, Hånell, B. (1997). Effects on the flora in Norway spruce forests following clearcutting and shelterwood cutting. *Forest Ecology and Management* 90 (1997) 29-49

Hedenäs, L. Naturhistoriska riksmuseet (1997). *Vitmossor, färggranna mossor på våra myrar*. Tillgänglig: <http://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden/vaxter/kryptogamer/manadenskryp togam/mossor/vitmossorfarggrannamossorpavaramyrar.1016.html> [2018-04-10]

Holmåsen, I, Moberg, R. (1995). *Lavar En fälthandbok*. 3 uppl. Lund: BTJ Tryck AB

Leverin, M. Högskolan i Skövde (2014). *Skogsbrukets påverkan på artmångfald hos mossor och lavar*. Tillgänglig: <http://his.diva-portal.org/smash/get/diva2:727057/FULLTEXT01.pdf> [2018-04-10]

Magnusson, T. (2015) *Skogsskötselserien nr 13, Skogsbruk- mark och vatten*. Skogsstyrelsens förlag. Tillgänglig: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/mer-om-skog/skogsskotselserien/skogsskotsel-serien-13-skogsbruk-mark-och--vatten.pdf> [2018-04-10]

Nilsson, P, Cory, N (2017). *Skogsdata 2017*.

https://pub.epsilon.slu.se/14487/27/skogsdata_2017_170905.pdf [2018-04-11]

Ohlson et al., 1997. Habitat qualities versus long-term continuity as determinants of biodiversity in boreal old-growth swamp forests. *Biological Conservation*, 81(3), pp.221–231 Tillgänglig: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320797000013> [2018-04-10]

Skogshistoriska sällskapet (2018). *Trakthyggesbruk, dimensionsavverkning och blädning*. Tillgänglig: <http://skogshistoria.se/skogshistoria/trakthyggesbruk-dimensionsavverkning-och-bladning/> [2018-04-10]

Skogshistoriska sällskapet (2018). *Århundrade för århundrade*. Tillgänglig: <http://skogshistoria.se/skogshistoria/arhundrade-for-arhundrade/> [2018-04-10]

Skogssverige (2018). *Om trakthyggesbruk*. Tillgänglig: <https://www.skogssverige.se/skog/fakta-om-skog/hallbart-skogsbruk/om-trakthyggesbruk> [2018-04-10]

Sveriges lantbruksuniversitet (2018). Tillgänglig: <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/> [2018-03-26]

Sveriges lantbruksuniversitet (2018). *Fältinstruktion 2018 RIS*. Tillgänglig: https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/mi/ris_fin_2018.pdf?si=242326DCF375DBD094AACACE49FA521C&rid=2142068427&sn=sluEPi6-prodSearchIndex [2018-03-25]

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, pp.115–124.

Widenfalk, O., Weslien, J. (2009). Plant species richness in managed boreal forests—Effects of stand succession and thinning. *Forest Ecology and Management*, 257(5), pp.1386–1394.

BILAGA 1

Tabell 5. Definitioner av huggningsklasserna A1 till C2 (Sveriges lantbruksuniversitet 2018).

Huggningsklass ID	Huggningsklass	Definition
11	A1	Egentlig kalmark. Skog med en täthet som understiger kalmarksgränsen.
12	A2	Olämplig slyskog
21	B1	Plantskog med medelhöjd under 1,3 m
22	B2	Ungskog med en medelhöjd mellan 1,3 och 3 m.
23	B3	Ungskog med medelhöjd över 3 m.
31	C1	Ogallrad skog där flertalet härskande och medhärskande träd är klenare än 20 cm i brösthöjd.
32	C2	Gallrad skog där flertalet härskande och medhärskande träd är klenare än 20 cm i brösthöjd.

Enligt 2018 års fältinstruktion från Riksinventeringen av skog¹⁴ är kalmark (A1) skog med en täthet som understiger kalmarksgärnsen. Kalmarksgärnsen är olika i olika bestånd då det är baserad på antalet stammar per hektar, medelhöjd och ståndortsindex.

Medelhöjden i huggningsklass B innebär huvudstammarnas aritmetiska medelhöjd efter en tänkt eventuell röjning.

BILAGA 2

p-värde $> 0,05$, det finns inget statistiskt signifikant samband.

p-värde $< 0,05$, det finns ett statistiskt signifikant samband.

H₀:(1=2)

H₁:1=2 (1-2=0)

H₀ är alternativhypotesen som säger att 1 och 2 inte antar samma värde. Nollhypotesen H₀ säger att 1 och 2 antar samma värde.

I det här fallet kan man alltså skriva:

H₀= Arterna påverkas inte av gallring.

H₁= Arterna påverkas av gallring.

H₀= Arterna påverkas inte av slutavverkning.

H₁= Arterna påverkas av slutavverkning.

I studien används ett 95 % konfidensintervall vilket leder till signifikansnivån ligger på 5 %.