

SKOGSBRUKETS PÅVERKAN PÅ ARTMÅNGFALDEN HOS MOSSOR OCH LAVAR

**Är artmångfalden större i en skog vid
kontinuitetsskogsbruk än vid trakthyggesbruk?**

FORESTRY IMPACT ON SPECIES DIVERSITY FOR BRYOPHYTES AND LICHENS

**Is the biodiversity larger in continuous cover
forestry than in clear cutting forestry?**

Examensarbete inom ekologi
Grundnivå 15 hp
Vårtermin 2014

Författare: Malin Leverin
b11malle@student.his.se

Handledare: Jenny Lennartsson
jenny.lennartsson@his.se
Examinator: Annie Jonsson
annie.jonsson@his.se

Institutionen för biovetenskap
Högskolan i Skövde
Box 408
541 28 Skövde

Sammanfattning

Sveriges vanligaste skogsbruksmetod, trakthyggesbruket, har medfört problem för skogens artmångfald. År 2010 fanns det i Sverige 319 stycken hotade mossor och lavar som var kopplade till skogen. Varav vissa arter är beroende av lång skoglig kontinuitet, gammal multnande ved, skogsbrand eller andra naturliga fenomen som enbart finns i en mer eller mindre orörd skog. Alternativet till denna skogsbruksmetod finns i kontinuitetsskogsbruket som var vanligt förr, innan skogsbruket blev till en industri. På den tiden då bönderna själva plockade ut det virke dom behövde för sin egen överlevnad kunde skogen fortfarande fungera som ett ekosystem. Denna rapport avser jämföra och redogöra för eventuella skillnader i artmångfalden av mossor och lavar mellan de tre skogstyperna naturskog, kontinuitetsbrukad och trakthyggesbrukad skog. Undersökningen har baserats på fyra olika kontinuitetsbrukade skogar i Skåne, Västra Götaland och Östergötlands län. Utifrån dessa skogars förutsättningar har sedan trakthyggesbrukade skogar och naturskogar valts ut i acceptabel närhet. Resultatet av undersökningen visar att de trakthyggesbrukade skogarna avviker signifikant i artmångfald från de andra skogstyperna. Naturskogarna och de kontinuitetsbrukade skogarna är rikare i artmångfald och har mer kongruenta värden, dock är förekomsten av epifyter högre i naturskogen. Resultatet visar också att förekomsten av signalarter är högre i en skog vid kontinuitetsskogsbruk än vid trakthyggesbruk.

Summary

The most common forestry model in Sweden, the clear cutting forestry, has caused problems for the biodiversity in the forests. In 2010, Sweden had 319 different bryophytes and lichens in the Red List that were connected to the forest. Some of which are dependant of forest continuity, old decaying wood, forest fire or other natural phenomenon found only in more or less undisturbed forests. The alternative to this forestry model is the continuous cover forestry as was common in the past, before forestry became an industry. At the time when the farmers themselves plucked out the wood they needed for they own survival, the forests could still function as an ecosystem. This report aims to compare and account for possible differences in species diversity between the tree forest type natural forest, continuous cover managed and clear-cutting managed forest. This study was based on four different continuous cover managed forests in Skåne, Västra Götaland and Östergötland County. Based on these forests prerequisites, natural forests and clear-cutting managed forests have been selected in acceptable closeness. The results of the survey show that the clear-cutting managed forests differ significant in biodiversity from the other forest types. Natural forests and continuous cover managed forests are richer in biodiversity and have more congruent values, however the presence of epiphytes is higher in natural forests. The result also shows that the presence of indicator species is higher in a continuous cover managed forest than in a clear-cutting managed forest.

Innehållsförteckning

Introduktion	1
Sveriges skog.....	1
Naturskog	1
Kontinuitetsskogsbruk.....	2
Trakthyggesbruk.....	2
Signalarter	3
Skogsbruk och Sveriges miljökvalitetsmål	4
Frågeställning och syfte	4
Metod	5
Utvalda skogar.....	5
Fältarbete	7
Statistiska analyser	8
Resultat.....	9
Diskussion	13
Analyser och slutsats	13
Miljö och ekonomi	15
Begränsningar och framtida undersökningar	15
Tack.....	17
Referenser.....	18

Introduktion

Sveriges skog

Sverige är indelat i olika zoner som skiljer sig åt i växtsammansättning. Den sydliga lövskogsregionen även kallad nemoral zonen är naturligt beväxt av ädellövträd och i de boreala zonerna, barrskogsregionerna, växer mer eller mindre uppblandade barrskogar, se figur 1 (Elmhagen 2014).



Figur 1. Illustration över Sveriges vegetationszoner. Publicerat med tillstånd från Skogssverige.

Naturskog

Den skog som länge varit fri från mänsklig påverkan kallas naturskog (Naturarvet datum ej tillgängligt). En naturskog kännetecknas av olikåldrade träd, olika trädslag och död ved i alla åldrar, storlekar och typer (Länsstyrelsen 2014). Planterad skog räknas inte som naturskog även om den sedan plantering lämnats till fri utveckling, som naturskog räknas enbart skog som naturligt har återetablerats. Ett annat ord som används för en äldre skog som ej brukats på många år är gammelskog. En gammelskog är i södra Sverige minst 130 år gammal och i norra Sverige minst 150 år och har återfått en livscykel med allt från små nygrodda skott till multnade lågor. Åldern är en genomsnittsålder för skogsbeståndet. Skillnaden mellan naturskog och urskog är att urskogen aldrig påverkats av människan. Diskuterbart begrepp i och med föroreningar från nederbörd och luft, men en urskog har aldrig påverkats genom fysiska ingrepp från människan (Naturarvet datum ej tillgängligt).

Dessa skogar är viktiga livsmiljöer för många hotade arter och är en grundpelare för den biologiska mångfalden i Sverige (Naturarvet datum ej tillgängligt). Olika arter har olika krav

varav vissa bara uppfylls i en gammal skog så som exempelvis kontinuitet av gammal grov död ved, kontinuitet i slutenhet etc. Vissa av arterna kan även ha en väldigt lång utvecklingstid så att de ej hinner fortplanta sig i en modernt brukad skog (Naturvårdsverket 2014a).

Kontinuitetsskogsbruk

Kontinuitetsskogsbruket var den vanligaste skogsbrukstypen fram till början på 1900-talet (Lundmark et al. 2013). Denna form av skogsbruk försvann i princip helt i Sverige under senare delen av 1900-talet. 1948 års lag medförde en detaljreglering angående hur gallring skulle bedrivas. År 1950 förbjöds blädning helt på statens marker (Lundqvist et al. 2009). 1948 års lag hade även bestämmelser om föryngringsskyldighet vilket då förbjöd självföryngring i kontinuitetsskogsbruket (Appelstrand 2007). År 1993 kom nuvarande lag som tog bort denna detaljreglering (Lundqvist et al. 2009).

Det finns ingen direkt definition av kontinuitetsskogsbruk och det finns flera olika metoder för hur skogen kan brukas (Long 1997) så som exempelvis blädningsbruk, Lübeckmodellen och naturkulturmetoden. Vid kontinuitetsskogsbruk, även kallat hyggesfritt skogsbruk, hålls marken alltid trädbeväxt trots att den används för skogsproduktion. Hur skogarna brukas i intensitet och metod varierar från fall till fall. Generellt ger kontinuitetsskogsbruket fler yngre än äldre träd eftersom de träd som nått en mogen ålder avverkas. Skogsbrukstypen rekommenderas främst för skuggtåliga träd så som gran och bok (Lundqvist et al. 2009).

Johansson (2008) har studerat hur störningseffekter påverkar lavars uthållighet, tillväxt, kolonisering och återhämtning. Störningar innebar exempelvis kanteffekter, avverkningar och naturliga störningar. Resultaten visar översiktligt negativa effekter på lavars tålighet men att det även beror på störningens omfattning. Återhämtningen för störda lavpopulationer kan enligt studien ta tid och artdiversiteten ökar ej nödvändigtvis i takt med tid. Undersökningen visade även att många lavar är relativt tåliga för olika störningar och därför kan ha bra tillväxt även i en störd skog (Johansson 2008). Ytterligare en studie har gjorts om hur lavartrikedomen på kvarlämnade aspar efter plockhuggning ökar med tid efter avverkning (Lundström et al. 2013). Studien visar att artrikedomen av epifytiska lavar på asp ökar efter plockhuggning. Olika försöksområden har granskats i undersökningen och resultaten visa att nya arter som är knutna till asp och andra arter som gynnas av en öppnare skog kollariserar de kvarlämnade asparna efter avverkning (Lundström et al. 2013).

Trakthyggesbruk

Sedan andra världskriget är denna skogsbruksform den mest tillämpade i Fennoskandien (Kuuluvainen 2012). Trakthyggesbruket bedriver kalavverkningar, även kallat slutavverkning eller föryngringsavverkning, där nästintill alla träd på området avverkas. Denna metod resulterar i jämnåldrade och likskiktade skogar (Kuuluvainen 2012). Trakthyggesbrukets

kalavverkningar innebär drastiska förändringar för alla arter som är direkt kopplade till skogen men också andra organismer i närområdet påverkas. Vid markstörning så som körskador riskerar man humusläckage till närliggande vattendrag och sjöar. Körskador kan komma att ändra ett stort områdes vattenföring vilket i sig kan påverka kringliggande mark och vattens ekologi (Henningsson 2014). Vattenavrinningen från ett kalavverkat område kan till och med efter 18 år fortfarande påverkas av effekterna av avverkningen (Ide et al. 2013). Kvicksilver och metylkvicksilver är bundet till humus och vid markstörning sker således också läckage av dessa ämnen tillsammans med humus. Metylkvicksilver är en organisk form av kvicksilver som är mer fettlösligt och som lättare ackumuleras i organismer (Skjällberg 2003). Omvandlingen till metylkvicksilver sker lättare vid kalhuggning då marken blir vattenmättad och en syrefattig miljö skapas vilket gynnar processen (Kronberg 2014). Läckage av olika mineraler kan också komma att påverka omkringliggande vatten och även skogsmarkens produktivitet (Naturskyddsföreningen 2014).

Signalarter

Arter som indikerar höga naturvärden för ett område kallas för signalarter (Nitare 2010). Dessa arter används numera flitigt vid inventeringar för att bedöma ett områdes naturvärde och för lokalisering av skyddsvärda områden. Olika arter signalerar olika typer av biotoper och de bör vara starkt knutna till områden med höga naturvärden. Områden som saknar signalarter eller enbart hyser några få exemplar kan fortfarande ha ett högt naturvärde (Nitare 2010). Vissa biotoper är naturligt artfattiga medan vissa har en väldigt rik artmångfald, vilket är viktigt att ha med i bedömningen av ett område för att inte enbart förlita sig på antalet återfunna signalarter. En signalart ska vara relativt enkel att upptäcka i fält. Arter som är rödlistade är också bra indikatorer på höga naturvärden men dessa kan vara svåra att artbestämma i fält. Rödlistan redovisar vilka arter som är hotade att dö ut i Sverige samt varför och till vilken grad de är hotade (Nitare 2010). År 2010 hade Sverige 2153 stycken rödlistade arter kopplade till skogen, varav 89 stycken var mossor och 230 stycken var lavar (Artdatabanken 2011).

Inventeringar av signalarter och rödlistade arter av hänglavar och barklavar har tidigare gjorts i kontinuitetsbrukade skogar i Dalarna och norrut. Förekomsten jämfördes mellan naturskog, blädad skog, dimensionsavverkad skog och trakthyggesbrukad skog (Dahlberg 2011). Resultatet visar att förekomsten av naturvärdesarter var likvärdig för en naturskog och en blädad skog men påträffades tätare i naturskogen. I de trakthyggesbrukade skogarna hittades färre arter och med lägre täthet än i både de blädade skogarna och naturskogarna. Beroende av hur blädning bedrivs i intensitet, omfattning och trädval kan metoden till och med skapa gynnsammare förhållanden för en del hänglavar i och med ökad solinstrålning. Avsaknaden av död ved i de kontinuitetsbrukade skogarna ses dock som en brist för artmångfalden i skogen (Dahlberg 2011).

Skogsbruk och Sveriges miljökvalitetsmål

Sverige har olika mål som beskriver en framtida miljö som miljöarbetet ska leda till. Skogsbrukets påverkan på artmångfalden i Sverige berörs direkt eller indirekt i flera olika miljömål (Naturvårdsverket 2014b).

Regeringens formulering av miljömålet ”Levande skogar” lyder: ”Skogens och skogsmarkens värde för biologisk produktion ska skyddas samtidigt som den biologiska mångfalden bevaras samt kulturmiljövärden och sociala värden värnas” (Regeringen 2001). För att nå upp till detta mål krävs det att fler skogsområden skyddas, bevaras och tillåts fri utveckling. Vissa områden kan behöva restaureras eller skötas för att återfå sin naturliga funktion. Många av de naturliga störningarna så som bland annat skogsbrand, vilket tidigare förekom naturligt i skogslandskapet, har idag minskat kraftigt eller till och med upphört. Dessa naturliga störningar kan ha många arter direkt knutna till sig som nu är missgynnade eller hotade. Det krävs också en anpassning av skogsbruket för att bevara och värna om skogens ekosystem, det är en snäv balansgång mellan ekonomisk vinning och biologisk mångfald (Naturvårdsverket 2014b).

Sveriges skogsmark är intensivt brukad och den naturskog som finns kvar är kraftigt fragmenterad. För att få en biologisk mångfald, som efterfrågas i miljökvalitetsmålet ”Ett rikt växt- och djurliv”, krävs det dels många olika biotopstyper för att tillgodose olika arters krav och dels krävs det att spridning mellan dessa biotoper är möjlig. Genom att naturskogen fragmenteras och försvinner minskar också förutsättningarna för de arter som lever där. Kalhuggning av naturskog kan bland annat leda till direkt utdöende från lokalen och minskat genetiskt utbyte i och med ökat avstånd till närmsta population (Naturvårdsverket 2014b). Kalavverkning medför utsläpp av koldioxid till luften samt läckage av näringsämnen till närliggande vattendrag och det kan även medföra läckage av tungmetaller (Naturskyddsföreningen 2014). Denna urlakning efter avverkning kan även ge en negativ påverkan för flera andra miljökvalitetsmål.

Frågeställning och syfte

Denna rapport syftar till att redogöra för hur mossor och lavar påverkas av dagens skogsbruk. Då de hyggesfria skogsbruksmetoderna valts bort med företräde till trakthyggesbruket minskar de gamla skogarna drastiskt och i samma takt rödlistas fler och fler arter som är knutna till just gammal skog. Därför är önskan att med denna rapport kunna påvisa den hyggesfria metodens generösare hänsyn till den biologiska mångfalden i skogen. Denna metod går även mer hand i hand med Sveriges miljökvalitetsmål än trakthyggesbruket. Genom inventeringar och jämförande analyser utifrån insamlad data är förhoppningen att kunna påvisa skillnaden i artmångfalden mellan kontinuitetsbrukad och trakthyggesbrukad skog med fördel för den hyggesfria metoden. Värdena från de två skogstyperna jämförs med naturskog som ej är utsatt för fysisk påverkan från människan och som i detta fall får symbolisera det bästa ur artmångfaldsynpunkt.

Huvudfrågeställningen och delfrågeställningen som denna rapport syftar till att besvara lyder:

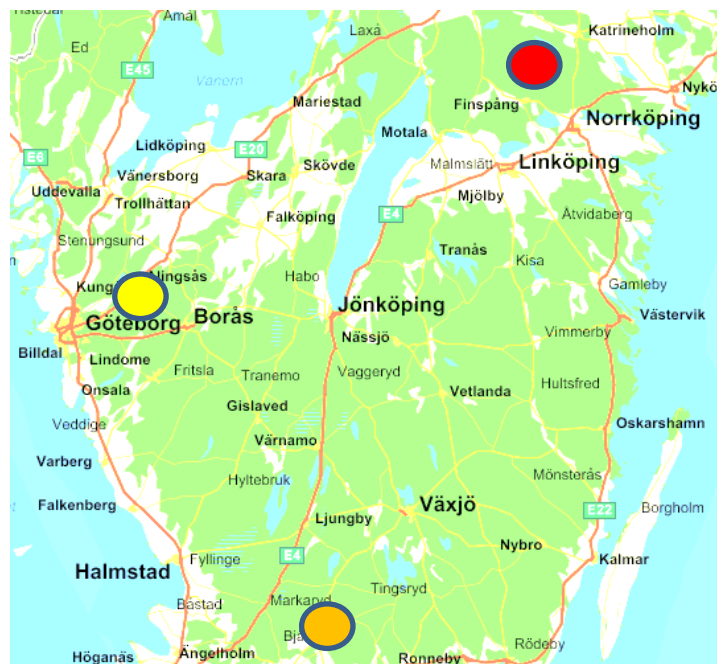
- Är artmångfalden större i en skog vid kontinuitetsskogsbruk än vid trakthyggesbruk?
- Finns det fler signalarter i en skog vid kontinuitetsskogsbruk än vid trakthyggesbruk?

Hypotesen som testas i arbetet (H_0) är att skogarna ej skiljer sig åt i artmångfald. Om de olika skogarna skiljer sig åt förkastas H_0 till fördel för H_1 som då innebär signifikant skillnad mellan skogstyperna. Delhypotesen i arbetet är att det finns fler signalarter i en kontinuitetsbrukad skog än i en trakthyggesbrukad skog.

Metod

Utvalda skogar

Fyra skogar vardera av kontinuitetsbrukad skog, trakthyggesbrukad skog och naturskog valdes ut för denna studie. De kontinuitetsbrukade skogarna ligger i Rumperöd, Simontorp, Ödenäs och Rejmyre, se figur 2. De trakthyggesbrukade skogarna (Tx) som valdes låg alla i närhet till de olika kontinuitetsbrukade skogarna och bedömdes ha en ålder om ca 60 år.



Figur 2. Lokalisering av de kontinuitetsbrukade skogarna. Rejmyre (röd), Ödenäs (gul), Rumperöd och Simontorp (orange). Publicerat med tillstånd från Eniro.

Rumperöd (K1)

Sedan 1950 har skogen i Rumperöd aktivt brukats hyggesfritt. Innan dess plockhögs skogen på gammalt vis och den har aldrig varit utsatt för kalavverkning. Skogen var ca 30 hektar stor och inriktad för granproduktion men var naturligt beväxt av gran, tall, ek och björk (Göransson, D., personlig kontakt, Rumperöd, 15 april, 2014). Området varierade i struktur

med gläntor och tätare områden med bok och gran. Då gläntor bildats hade ljusinsläppet ökat vilket missgynnat många marklevande mossor och tillåtit gräs och sly att ta över.

Simontorp (K2)

Skogen i Simontorp som brukades hyggesfritt var ca 30 hektar stor och hade brukats på samma vis i flera generationer (Blidberg, A., personlig kontakt, Simontorp, 18 april, 2014). Skogen var mestadels beväxt av gran som var fokus i produktionen, men även tall och björk växte naturligt i skogen (se bild 1). Slutenheten i skogen varierade och liksom i Rumperöd fanns det öppnare ytor som var gräsbeväxta.



Bild 1. Kontinuitetsbrukad skog i Simontorp, här syns glänta efter avverkning. Foto Malin Leverin, Simontorp, Skåne, 2014.



Bild 2. Kontinuitetsbrukad skog i Rejmyre. Tät och produktiv skog brukad med god planering. Foto Malin Leverin, Rejmyre, Östergötland, 2014.

Rejmyre (K3)

Skogen i Rejmyre hade brukats hyggesfritt sedan 1959 och vid besök var 1 150 hektar i aktivt bruk. Gran var det trädslag som produktionen var inriktad för men områden fanns med friställda tallar och även rena lövskogar. Skogen brukades med god planering och varje träd som valdes ut för avverkning övervägdes noga för att ge optimal utveckling för kvarvarande träd (Bergström, F., personlig kontakt, Rejmyre, 27 april, 2014). Skogen hade en jämn täckning och släppte in lagom ljus för att tillåta självföryngring, se bild 2. I granskogen bevarades de lövträd som fanns och även en del tall som växte naturligt i området.

Ödenäs (K4)

I Ödenäs besöktes en 3 hektar stor skog som tidigare plockhuggits efter behov men som på senare år brukats efter en egen version av naturkulturmetoden. Det var gran som stod för den största delen av produktionen men även tall avverkades (Lundgren, C-G., personlig kontakt, Ödenäs, 1 maj, 2014). Skogen var i täthet jämförbar med skogarna i Skåne men här var det

blåbärsris som tagit över markvegetationen i stället för gräs. Skogen var till största del beväxt med gran men även tall, björk och en del rönn fanns i området.

Naturskogar (Nx)

Eftersom de kontinuitetsbrukade skogarna var fokuserade på granproduktion valdes naturskogar ut som mestadels var granbeväxta för att ge en rättvis jämförelse. Skog 1 (N1) ligger nära Rumperöd och Simontorp och bestod mestadels av gran. Några bokar och björkar fanns insprängt i skogen. Granen är skuggtålig och klarar att växa tätt vilket på bördig mark, så som i detta område, resulterat i en tät skog. Skog 2 (N2) och 3 (N3) ligger strax norr om Norrköping och var båda till största del beväxta av gran med inslag främst av tall och björk. Skog 4 (N4) ligger i Västra Götaland och bestod av mestadels gran med inslag av tall, björk och även av al vid blötare partier. Denna skog var något glesare än de tidigare nämnda skogar med naturliga gläntor som skapats efter fallna gamla träd, se bild 3.

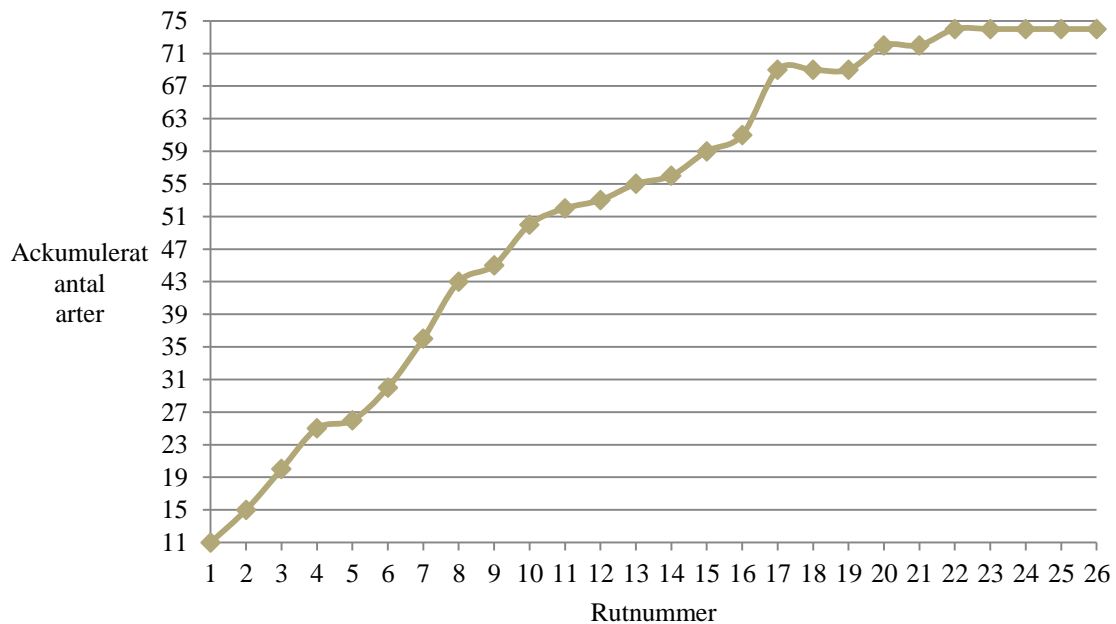


Bild 3. Grannaturskog med naturlig glänta. Foto Malin Leverin, Vaggårdsskogen, Brismene, Västra Götaland, 2014.

Fältarbete

I fält inventerades mossor och lavar, både marklevande och epifyter. Inventeringsmetoden som användes var rutininventering. Då skogarna varierade i storlek har en mall på två hektar använts som ram för alla skogar. Mallen var inrutad i en kvadratmeter stora rutor, för två hektar blev det således 20 000 rutor per skog som var möjliga för inventering. Vilka rutor som inventerades slumpas fram med hjälp av en slumpgenerator. För att antalet inventerade rutor skulle bli tillräckligt många användes en artackumuleringskurva (Ugland et al. 2003). För att en sådan kurva skulle vara möjlig att använda krävdes det att arterna som återfanns på ett eller annat vis artbestämdes, i detta fall tilldelades de ett nummer som skiljde dem åt. För varje ny

art som återfanns steg kurvan och när inga nya arter återfanns så planade kurvan ut och därmed var behovet av antal inventerade rutor uppfyllt (Sobéron & Llorente 1993). Detta illustreras för den kontinuitetsbrukade skogen i Simontorp i figur 3.



Figur 3. Artackumuleringskurva för den kontinuitetsbrukade skogen i Simontorp där 26 rutor inventerades och det återfanns sammanlagt 74 olika arter. För varje ny art i en inventerad ruta stiger kurvan och när den planar ut återfinns inga nya arter.

Mossor och lavar listades separat och vid förekomst av epifyter antecknades trädslag samt stamomkrets. Detta gjordes för att möjliggöra regressionsanalys för att se om artmångfalden ökade i takt med trädens grovlek. Stamomkretsen mättes vid ca 150 centimeters höjd och arter inventerades till ca 200 centimeters höjd.

Statistiska analyser

För att testa om det fanns skillnad mellan de olika skogstyperna användes testet en-vägs anova (analysis of variance) i Excel (Excel 2014). Anova användes här för att testa de tre gruppernas medelvärde (\bar{x}) för att se om H_0 skulle förkastas eller ej. Anova visar dock ej vilket av medelvärdena som avviker. Vid en hypotesprövning anges nollhypotesen H_0 = ingen signifikant skillnad mellan de olika skogarnas medelvärden, mothypotesen H_1 = minst ett av medelvärdena avviker samt signifikansnivån $\alpha=0,05$.

Med anovatestet erhålls ett F-värde, ett p-värde samt det kritiska värdet F-krit. Det finns två sätt som visar om H_0 är sann eller om den ska förkastas till fördel för H_1 . Om F är större än F-krit eller om p-värdet är lägre än den valda signifikansnivån förkastas H_0 (Karolinska Institutet 2014). För att ta reda på vilket värde som avvek krävdes det ytterligare ett test. Tukeytest är ett post-hoc test som testar vilket av medelvärdena som avviker (XL Toolbox 2014). Testet utfördes i Excel och resultatet visade vilket värde som signifikant avvek från de övriga. Vilket eller vilka värden som avviker avgörs av testets delta mean och p-värde. Om

delta mean värdet är större än F-kvoten i anovatestet finns det en signifikant skillnad och H_0 förkastas, H_0 förkastas också om p-värdet $< 0,05$.

Signalartstätheten jämfördes med en täthetsanalys. Summerat antal fynd dividerades med summerat antal rutor för respektive skogstyp vilket gav ett mått på tätheten. Fynd innebär här separata individer som återfanns i de olika rutorna och kan således vara av samma art.

För att ta reda på om förekomsten av epifyter hade något samband med trädens grovlek gjordes en regressionsanalys för de tre skogstyperna. Det innebar att artfynd per träd plottades i en graf med trädets omkrets på x-axeln och antal arter på y-axeln. Utifrån punkterna i grafen drogs sedan en linjär trendlinje som fick ett R-värde (determinationskoefficient) mellan 0 och 1. R-värdet beskriver sannolikheten för, i detta fall, samband mellan antal arter och trädets omkrets. Ju närmare ett som R-värdet är desto större är sannolikheten för samband. För att jämföra förekomsten av epifyter mellan de tre skogstyperna utfördes även här ett tukeytest. Även trädgrovleken i de olika skogstyperna jämfördes med ett tukeytest.

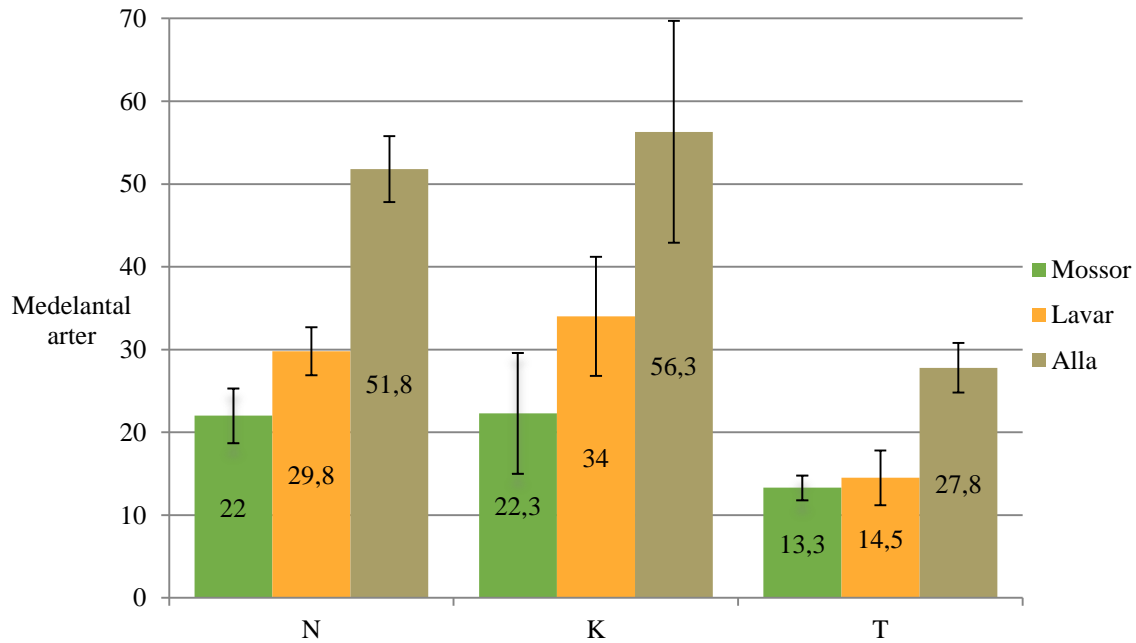
Resultat

Artfyndigheterna sammanställdes i tabell 1. Tolv skogar inventerades och det totala antalet arter i de olika skogarna varierade från 24 arter i T1 till 74 arter i K2.

Tabell 1. Antalet mossor och lavar i de olika naturskogarna (N), kontinuitetsbrukade skogarna (K) och trakthyggesbrukade skogarna (T).

Skog	Mossor	Lavar	Σ (mossor+lavar)
N1	26	28	54
N2	22	34	56
N3	18	29	47
N4	22	28	50
K1	20	29	59
K2	33	41	74
K3	19	26	45
K4	17	30	47
T1	12	12	24
T2	15	12	27
T3	14	15	29
T4	12	19	31

Utifrån de summerade värdena i tabell 1 räknades medelvärden och standardavvikelse fram för de olika skogstyperna, detta illustreras i figur 4. I figuren kan man se en signifikant skillnad med lägre artmångfald för de trakthyggesbrukade skogarna (T) jämfört med de andra två skogstyperna.



Figur 4. Medelantal mossor och lavar för de olika skogstyperna, där N= naturskogar, K= kontinuitetsbrukade skogar och T= trakthyggesbrukade skogar, inklusive standardavvikelse.

Anovaestet utfördes för mossor och lavar tillsammans för de olika skogarna. De värden som testet baserades på var de som finns i tabell 1 under $\Sigma(\text{mossor+lavar})$.

Tabell 2. Resultatet av anovatestet.

Variationsursprung	F	p-värde	F-krit
Mellan grupper	13,84842	0,001792	4,256495

I tabell 2 illustreras resultatet av anovatestet. Anovatestet påvisar att det med 95 % sannolikhet finns en signifikant skillnad hos ett av medelvärdena. Då $F > F\text{-krit}$ samt $p\text{-värdet} < 0,05$ förkastas H_0 i detta fall till fördel för H_1 . För att vidare avgöra vilket medelvärde som avviker utfördes ett Tukeytest, tabell 3.

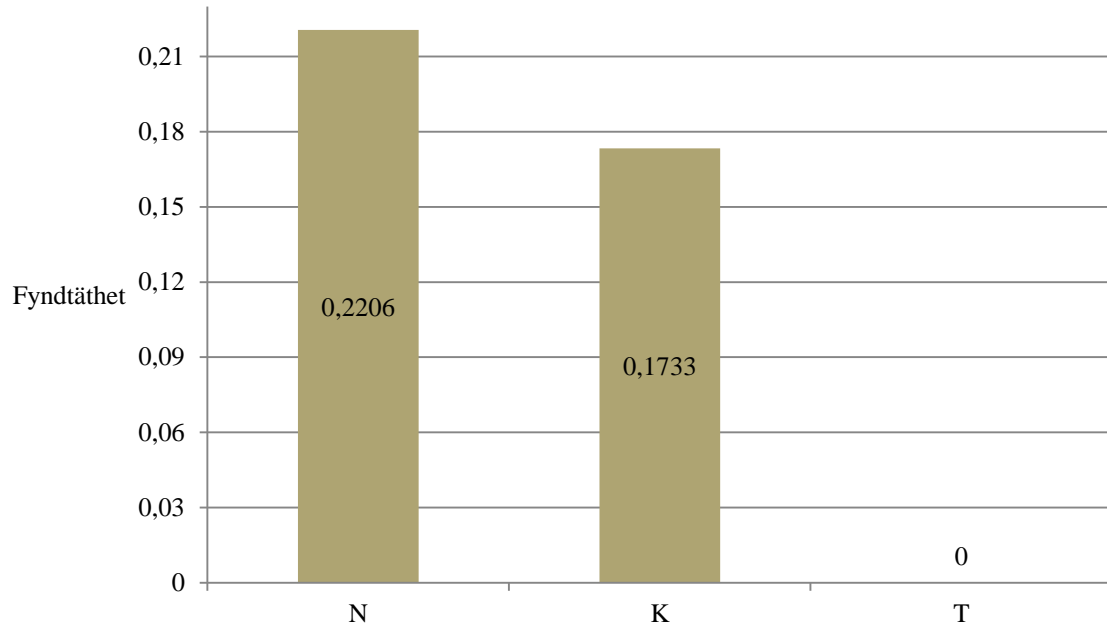
Tabell 3. Tukeytest i Excel för de tre olika funktionerna K&T, K&N samt N&T, där N= naturskogar, K= kontinuitetsbrukade skogar och T= trakthyggesbrukade skogar.

Grupp 1	Grupp 2	Delta means	SE	q	p	Signifikant
K	T	28,5	4,1172	6,9222	0,0022	Yes
K	N	4,5	4,1172	1,0930	0,7281	No
N	T	24	4,1172	5,8292	0,0066	Yes

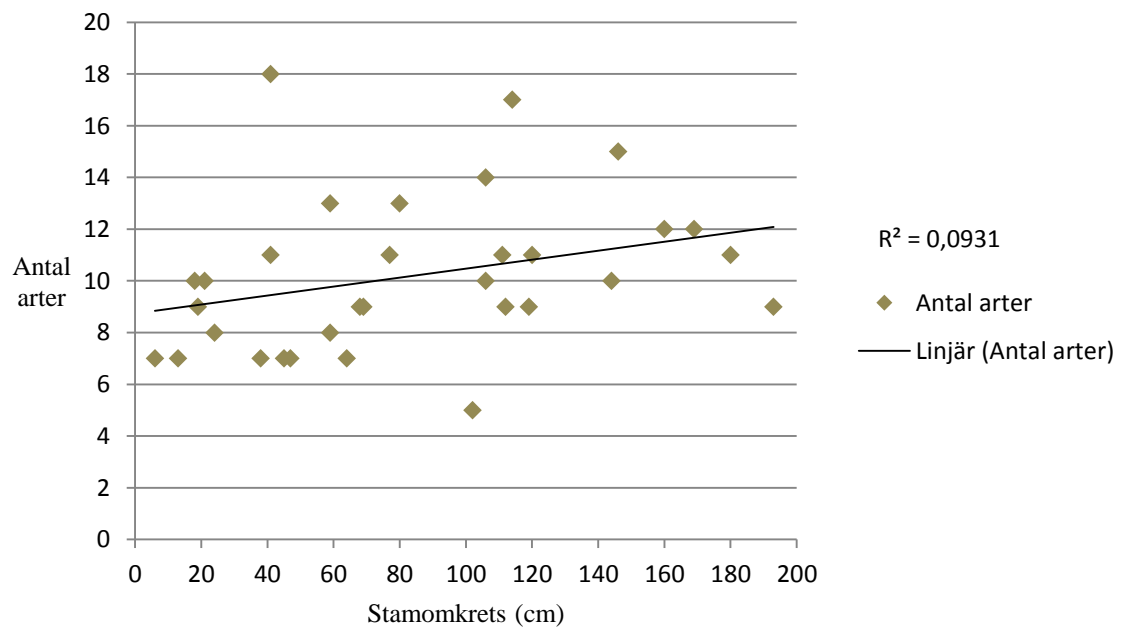
Resultatet av testet i tabell 3 visar att H_0 förkastas för K&T samt N&T till fördel för H_1 . Det finns en signifikant skillnad mellan dessa. Resultatet visar att det är T som med 95 % sannolikhet avviker från de andra. För N&K behålls H_0 då signifikant skillnad ej kan påvisas eftersom delta mean ej överstiger F från anovatestet i tabell 2. Testet kan alltså ej påvisa skillnad mellan de kontinuitetsbrukade skogarna och naturskogarna.

Vid jämförelse av huruvida signalartsförekomsten skiljer sig åt mellan de olika skogstyperna gjordes en täthetsberäkning för de olika skogstyperna. De summerade värdena för respektive

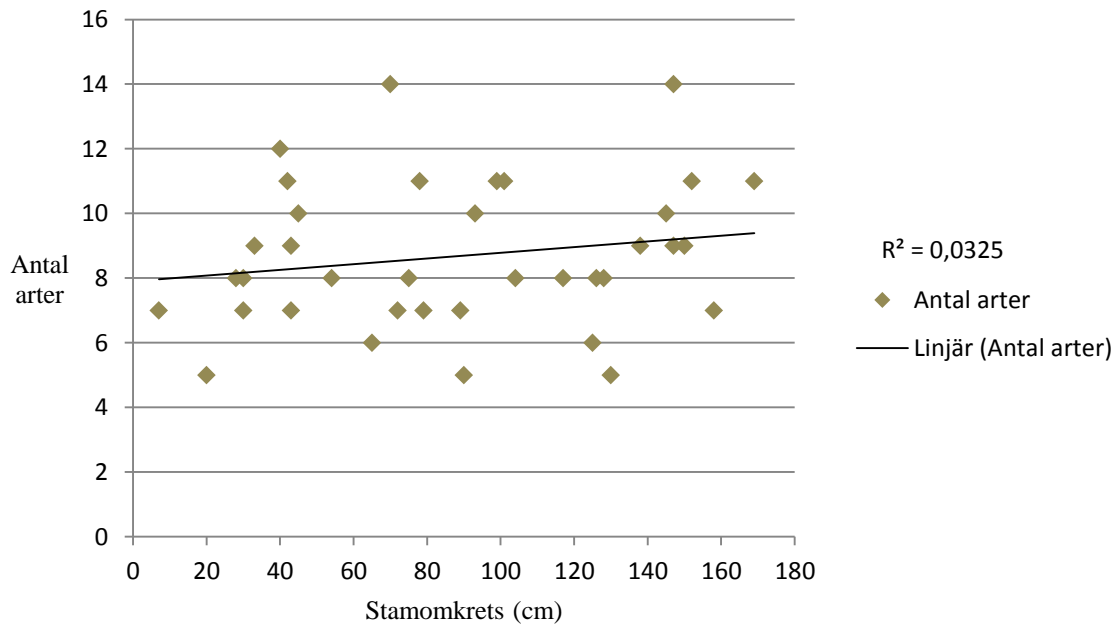
skog ställdes sedan mot varandra i figur 5. Det påträffades ej några signalarter i de trakthyggesbrukade skogarna vilket förklarar värdet 0 i figuren. Figuren visar att det var högre signalartsförekomst vid kontinuitetsskogsbruk än vid trakthyggesbruk. Högst signalartsförekomst var det dock i naturskog.



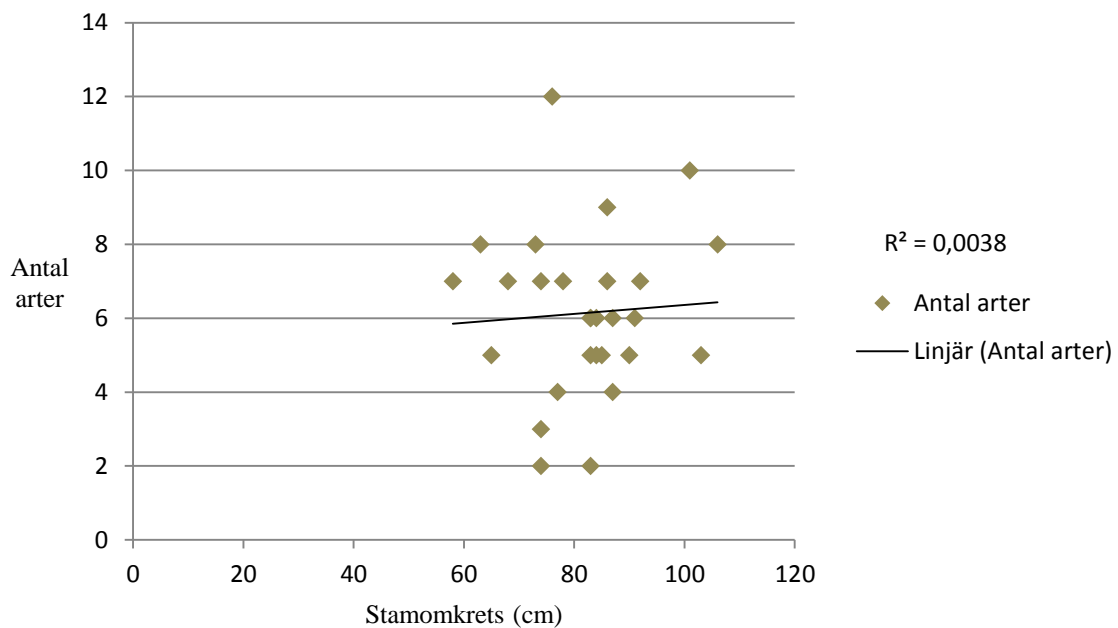
Figur 5. Fyndtätheten av signalarter i de olika skogstyperna, där N= naturskog, K= kontinuitetsbrukade skogar och T= trakthyggesbrukade skogar. Fyndtätheten är antal fynd per skogstyp dividerat med antal inventerade rutor.



Figur 6. Epifytarter per träd i naturskog beroende av stamomkrets.



Figur 7. Epifytarter per träd i kontinuitetsbrukade skogar beroende av stamomkrets.



Figur 8. Epifytarter per träd i trakthyggesbrukade skogar beroende av stamomkrets.

Regressionsanalyserna visade svag positiv korrelation för alla tre skogstyper. Dock avvek R-värdet från trakthyggesbrukade skogar med ungefär en hundradel från de andra två.

Tukeytest utfördes för att se om det fanns en signifikant skillnad i förekomsten av epifyter mellan de tre skogstyperna. Testet visade att det finns en signifikant skillnad mellan alla tre (tabell 4), det vill säga att ingen av skogarna har samma medelvärde. Dock syns mindre avvikelse hos delta mean i tabell 4 vid jämförelse av naturskog och kontinuitetsbrukad skog än av de andra funktionerna.

Tabell 4. Tukeytest för jämförelse av epifytförekomst i de tre skogstyperna N, K och T, där N= naturskogar, K= kontinuitetsbrukade skogar och T= trakthyggesbrukade skogar.

Grupp 1	Grupp 2	Delta means	SE	q	p	Signifikant
N	T	4,0446	0,4601	8,7901	5,28E-06	Yes
N	K	1,5118	0,4293	3,5220	0,03825	Yes
K	T	2,5328	0,4454	5,6867	0,00035	Yes

Trädens grovlek testades också för de tre skogstyperna med ett tukeytest. Testet kunde ej påvisa en signifikant skillnad vilket betyder att skogarnas trädgrovleksmedelvärden är likvärdiga varandra.

Diskussion

Analyser och slutsats

Resultatet av anovatestet visar att alla skogstyper ej har samma medelvärde, utan att ett värde avviker signifikant. Tukeytestet visar att det är de trakthyggesbrukade skogarna som avviker från de andra två. Enligt utförda test är artmångfalden högre i en kontinuitetsbrukad skog än i en trakthyggesbrukad skog. Detta resultat besvarar arbetets frågeställning huruvida artmångfalden är större i en skog vid kontinuitetsbruk än vid trakthyggesbruk. H_0 kan ej behållas utan förkastas till fördel för H_1 då det finns en signifikant skillnad mellan skogarnas medelvärden. Delfrågan i arbetet om det finns fler signalarter i en skog vid kontinuitetsbruk än vid trakthyggesbruk besvaras i figur 5. Eftersom det ej påträffats några signalarter i de trakthyggesbrukade skogarna visar resultatet att det finns fler signalarter i en skog vid kontinuitetsbruk. Även här förkastas H_0 och H_1 antas då skogarna skiljer sig åt i signalartsförekomst. Resultaten visar att arbetets hypoteser är korrekta för de undersökta skogarna. Detta resultat överensstämmer med Dahlbergs (2011) studie om naturvärdesintressanta lavararter i de olika skogstyperna. I en naturskog finns en viss kontinuitet av bland annat funktighet och ljusinsläpp vilket många naturvärdesarter är beroende av. Det finns också ett bredare spann av ålder hos träden än hos både kontinuitetsbrukade och trakthyggesbrukade skogar där mogna träd avverkas. Då intensitet, syfte och hänsyn varierar mellan de olika hyggesfritt brukade skogarna varierar också kontinuiteten och förekomsten av exempelvis gamla träd och död ved. Det som generellt saknades i de kontinuitetsbrukade skogarna jämfört med naturskogarna var förekomsten av död ved. Denna förekomst är en av de brister som Dahlberg (2011) diskuterar gällande hyggesfria metoder. Ur artmångfaldssynpunkt är detta något som bör tillgodoses bättre i de kontinuitetsbrukade skogarna.

I figur 4 där naturskogarnas och de kontinuitetsbrukade skogarnas medelvärden och standardavvikelser illustreras kan man se att de två skogarna är mer likvärdiga i artmångfald och att deras standardavvikelser överlappar varandra. Tukeytestet kan ej påvisa signifikant

skillnad i artmångfald mellan de två skogstyperna, vilket gör att H0 ej kan förkastas. De kontinuitetsbrukade skogar som undersökts i arbetet har haft stor varians sinsemellan vilket man kan se i tabell 1 i kolumn Σ (mossor+lavar) där antalet arter i skog 2 (Simontorp) är 74 stycken medan det i skog 3 (Rejmyre) är 45 stycken. På grund av denna varians blir standardavvikelsen för skogstypen större än för de andra skogstyperna som varit jämnare sinsemellan.

Resultaten visar att artdiversiteten ej skiljer sig åt mellan naturskogarna och de kontinuitetsbrukade skogarna. Alla undersökta skogar har varit inriktade på granproduktion och naturskogarna har varit grannatursskogar. Då gran är ett skuggtåligt träd kan en granskog naturligt växa tätt och på så vis skapa ogynnsamma förhållanden för andra mer skuggkänsliga arter. Beroende på intensitet i avverkningsmängd kan kontinuitetsskogsbruket kanske till och med gynna artdiversiteten då grantätheten minskas. Lundströms (2013) studie visar att artdiversiteten på asp ökar efter plockhuggning i och med ökat ljusinsläpp vilket också talar för att den hyggesfria metoden är mer generös mot den biologiska mångfalden. Beroende på hur mycket som avverkas per gång visar Johanssons (2008) undersökning att lavar kan vara ganska tåliga mot störningar och ha en god tillväxt även i en påverkad skog. Vid plockhuggning av gran, som varit i fokus i denna undersökning, kan troligen de mer skuggkänsliga träden och dess följarter gynnas då ljusinsläppet ökar. I och med att gran kan växa tätt och kan tillväxa snabbt kan den lätt konkurrera ut mer långsamväxande trädslag. Därav kan dessa trädslag gynnas när granbeståndet hålls nere med kontinuerlig plockhuggning.

Regressionsanalyserna för de olika skogstyperna visar alla svag positiv korrelation. Dock avviker R-värdet hos trakthyggesbrukade skogar med mer än en hundradel från de övriga två. I figurerna 6,7 och 8 kan man tydligt se skillnad då trakthyggesbrukade skogarna i figur 8 ej har träd under 58 cm i omkrets medan de andra två skogstyperna har ett betydligt bredare spann av trädgrovlekar. Då de trakthyggesbrukade skogarnas träd är planterade samtidigt är de väldigt likvärdiga i grovlek vilket gör det mindre lätt att av avgöra samband mellan grovlek och epifytmångfald, vilket också förklarar det svaga R-värdet.

Tukeytestet, i tabell 4, som undersökte epifytförekomsten mellan de tre skogstyperna påvisade signifikant skillnad mellan alla skogstyper. Vilket innebär att detta test påvisar skillnad även mellan naturskog och kontinuitetsbrukad skog, till skillnad från den totala artdiversiteten som testas i tabell 3 där dessa två skogars medelvärden är likvärdiga.

Vid jämförelse av trädgrovlekarna mellan de tre skogstyperna kunde ingen signifikant skillnad påvisas. Detta förklaras i och med naturskogarna och de kontinuitetsbrukade skogarnas breda spann av trädgrovlek. I de två skogstyperna finns träd i varierade åldrar och således varierade grovlekar. För naturskogar, i figur 6, är det minsta mätta trädet 6 cm medan det grövst är 193 cm i omkrets. Jämfört med trakthyggesbrukade skogar i figur 8 som har en variation i omkrets mellan 58 cm och 106 cm.

Miljö och ekonomi

Trakthyggesbruket genererar snabb ekonomisk utdelning vid avverkning, dock är det ifrågasättbart huruvida det är värt på bekostnad av artdiversiteten och negativa miljöeffekter. Vid kalavverkning skapas ogynnsamma förhållanden för de flesta arter som levde i skogen och det kan även ge negativ påverkan för närliggande områden i och med läckage av vatten, humus och olika ämnen (Henningsson 2014). Vid kalavverkning försvinner en naturlig lagring av koldioxid och medför faktiskt en ökning av koldioxid till luften. I dagens samhälle där klimatförändringarna starkt diskuteras är kalavverkningarnas effekter förvånansvärt nog knappt omnämnda. Effekterna av dagens moderna trakthyggesbruk strider rakt emot flertalet av Sveriges miljö kvalitetsmål. Miljömålen beskriver bland annat hur en halvering av växthusgaser till atmosfären är nödvändig för att begränsa temperaturökningen (Naturvårdsverket 2014b). Ändå fortsätter trakthyggesbruket intensifieras. Miljömålet *Giffri miljö* preciserar hur all fisk i hav och sjöar ska vara tjänlig som människoföda. Kvicksilver och framförallt metylkvicksilver ackumuleras i fisk och i Sverige finns rekommendationer gällande fiskintag för gravida och ammande kvinnor samt barn (Livsmedelsverket 2014). I studiens inledning beskrivs det hur kvicksilver och metylkvicksilver frigörs vid kalavverkning. Ur flera aspekter är det kontinuitetskogsbruket bättre för artdiversiteten och miljön då marken alltid behålls skogsklädd. Hur mycket bättre beror givetvis på intensitet och omfattning av brukningen men återigen sker inga kalavverkningar och därför sker ej utsläpp av exempelvis koldioxid till atmosfären eller kvicksilver till sjöar.

Skogen i Rejmyre är ett bra exempel på hur ett kontinuitetskogsbruk kan bedrivas med vinst ur flera aspekter, så väl även ekonomiska (Bergström, F., personlig kontakt, Rejmyre, 27 april, 2014). Då denna skogstyp ej har behov av gallring, röjning, markberedning eller plantering är de ekonomiska utgifterna begränsade till själva trädavverkningen. I en skog med självföryngring finns det en variation i trädålder vilket gynnar artdiversiteten och även den ekonomiska vinningen i och med att det alltid finns virke att plocka ut.

Kontinuitetskogsbruket kan alltså bedrivas med ekonomisk vinst utan bekostnad av den biologiska diversiteten. Resultatet av denna undersökning visar till och med att artdiversiteten av mossor och lavar är likvärdig för naturskog och en kontinuitetsbrukad skog. Ekosystemet i en kontinuitetsbrukad skog behålls mer eller mindre intakt och påverkar ej kringliggande områden. Ingen av de besökta skogarna hade vid besök körskador eller andra synbara effekter efter avverkning, det enda synliga var stubbar och ibland lite kvarliggande ris efter avkvistning. Dock visar testet av epifytförekomsten att de kontinuitetsbrukade skogarna har signifikant lägre förekomst än naturskogarna. Vad det är som påverkar detta resultat går ej att påvisa i denna undersökning men det går att återkoppla till tidigare diskussion om hänsyn av kvarlämnande av gamla träd i kontinuitetskogsbruket.

Begränsningar och framtida undersökningar

I och med detaljregleringarna i 1948 års lag samt föryngringsskyldigheten försvann nästan alla tidigare kontinuitetsbrukade skogar. Därav har det varit något problematiskt att finna

sådana skogar som har en kontinuitet i brukandet. Många nyuppstartade projekt finns men dessa har inte varit användbara i denna undersökning då artsammansättningen troligen ej hunnit anpassa sig efter bruksmetoden. De skogar som fanns tillgängliga för denna undersökning ligger i olika vegetationszoner och således skiljer de sig åt i trädslagssammansättning. Skogarna brukas dessutom på olika vis och med olika intensitet. De kontinuitetsbrukade skogarna i Skåne ligger vid gränsen mellan den nemorala och den boreonemorala zonen. Dessa områden är naturligt beväxta av ädellövskogar som norröver beblandas med barrträd. Skogarna är fokuserade på granproduktion men är blandade med olika lövträd. De naturskogar som finns i närområdet är till största del bokskogar eller andra ädellövskogar. Därför blev dessa inte naturliga att jämföra med eftersom artsammansättningen skiljer sig åt mellan en bokskog och en barrblandskog, exempelvis finns det i princip ingen mossvegetation på marken i en bokskog. Skogarna i Rejmyre och Ödenäs ligger i den boreonemorala zonen där granskogen är mer naturligt förekommande än i Skåne vilket gjorde det lättare att finna jämförbar naturskog. Skogen i Rejmyre är den som verkar brukas med mest planering och intensitet. Denna skog skiljer sig från de andra kontinuitetsbrukade skogarna i och med sin täthet och grandominans.

Naturskogarna som valts är något utspridda och mer avlägset belägna från de kontinuitetsbrukade skogarna. Detta på grund av önskemål om grandominans i de olika skogarna. Alla undersökta skogar ligger dock inom den nemorala eller boreonemorala zonen. Tyvärr hittades inget dokument om ålder för ett par av skogarna och därför kan det ej besvaras om de kan betecknas som naturskog eller ej. De var dock alla fullskiktade med variation i trädslag, trädålder och tillgång till död ved i olika grovlekar och stadier vilket är vad som kännetecknar en naturskog.

De trakthyggesbrukade skogarna som undersökts i arbetet har alla legat i närhet till de kontinuitetsbrukade skogarna. Detta för att skogarna ska ha någorlunda lika förutsättningar i vattenförsel, jordmån, produktivitet etcetera. Skogarna har i fält bedömts till ca 60 år och har genomgått en låggallring. De var alla täta skogar med lågt ljusinsläpp.

Optimalt för undersökningen vore att jämföra skogar som ligger i samma vegetationszon, som har samma förutsättningar och som brukas med samma intensitet och metod. Fler skogar i undersökningen vore också att föredra men i och med bristen på de kontinuitetsbrukade skogarna fick arbetet begränsas i detta fall. Skogarnas förutsättningar har i fält bedömts likvärdiga men för att bekräfta och säkerställa detta antagande kan det vara ett bra tillägg till fortsatta undersökningar att jämföra skogarnas jordmån, pH etcetera.

Vidare vore det intressant att undersöka hur mycket störning mossor och lavar klarar av, exempelvis i form av avverkningsmängd vid kontinuitetsskogsbruk. Detta var arbetets initiala inriktning men då detta är väldigt nytt på forskningsnivå var det ej genomförbart i detta fall. Då de olika provytorna som fanns tillgängliga, då undersökningen gjordes, var relativt nyuppstartade och saknade kontinuitet i avverkningarna var det ännu ej möjligt att avgöra påverkningsgrad hos de olika arterna. En utvecklad studie som definierar maximal störningsomfattning samtidigt som majoriteten av mossor och lavar har en gynnsam status skulle kunna säkerställa att avverkningsmängden ej överstiger arternas tålighet. En sådan

studie vore också av vikt inom trakthyggesbruket för att förfina hänsynen som idag är minst sagt bristfällig. I och med testet om epifytförekomsten, som visade skillnad mellan de olika skogstyperna med högst förekomst i naturskogarna och lägst i de trakthyggesbrukade skogarna, vore det intressant att vidare undersöka vad det är som bidrar till denna skillnad. Om det exempelvis är förekomsten av gamla grova träd eller att slutenheten i de kontinuitetsbrukade skogarna varierar så pass att epifyterna påverkas negativt. En inventering av gamla grova träd i de olika skogstyperna vore exempelvis ett intressant tillägg.

Inventeringarna har gjorts utifrån en mall och området har stegats upp i fält. Mer exakta rutplaceringar hade varit möjligt med GPS och punktkoordinater. Även en separat signalartsinventering i samtliga skogar hade varit ett intressant tillägg i undersökningen då det troligen finns fler fynd än de som påträffades. Eftersom rutor i detta fall slumpades ut finns det troligen många intressanta arter i de olika områdena som inte framkom i och med denna inventeringsmetod. Signalarter och rödlistade arter är ett effektivt hjälpmedel vid bedömning av en skogs naturvärde. De skvallrar om kontinuiteten i skogen och är ofta känsliga för störningar eller snabba förändringar. Denna undersökning har begränsats till enbart mossor och lavar, även andra grupper så som exempelvis kärlväxter och svampar kan vara intressanta att undersöka. Begränsningen gjordes på grund av både brist på tid och kunskap om övriga grupper.

Trots dessa begränsningar visar denna studie att det finns en signifikant avvikelse för trakthyggesbruket som har både lägre artmångfald och signalartsförekomst än naturskogarna och de kontinuitetsbrukade skogarna. Förhoppningen med studien var att kunna påvisa just denna skillnad och framhäva kontinuitetsskogbrukets mildare miljö- och artpåverkan.

Tack

Ett stort tack till markägare och ansvariga av de kontinuitetsbrukade skogarna, David Göransson, Anders Blidberg, Fredrik Bergström och Carl-Gustaf Lundgren, som möjliggjorde denna undersökning och som ställde upp med tid och information. Tack även till min handledare Jenny Lennartsson som varit gott stöd i arbetets och rapportens utformning.

Referenser

- Appelstrand, M., (2007) Miljömålet i skogsbruket – styrning och frivillighet, Lunds Universitet, *Lund Studies in Sociology of Law* 2007, 26.
- Artdatabanken, (2011) *Rödlistan/kategorier*, Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig på Internet: <http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/artdatabanken/rodlistan/fordjupning/kategorier/> [Hämtad 2014-04-10].
- Dahlberg, A., (2011), *Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk - Slutrapport för delprojekt naturvärden*, Skogsstyrelsen. Tillgänglig på Internet: <http://shop.skogsstyrelsen.se/shop/9098/art51/10768251-68e6a3-1837.pdf> [Hämtad 2014-05-08].
- Elmhagen, B., (2014) *Fennoskandien*, Zoologiska institutionen, Stockholms universitet. Tillgänglig på Internet: http://www.zoologi.su.se/research/bodil/fenno_sv.html [Hämtad 2014-04-08].
- Excel, (2014), *Anova*. Tillgänglig på Internet: <http://www.excel-easy.com/examples/anova.html> [Hämtad 2014-05-13].
- Henningsson, M., (2014) *Hjulspår skadar både över och under ytan*, Land Lantbruk. Tillgänglig på Internet: <http://www.lantbruk.com/skog/hjulspar-skadar-bade-over-och-under-ytan> [Hämtad 2014-04-16].
- Ide, J., Finér, L., Laurén, A., Piirainen, S., Launiainen, S., (2013), Effects of clear-cutting on annual and seasonal runoff from a boreal forest catchment in eastern Finland, *Forest Ecology and Management* 2013, 304:482–491.
- Johansson, P., (2008), Consequences of disturbance on epiphytic lichens in boreal and near boreal forests, *Biological conservation* 2008, 141:1933-1944.
- Karolinska Institutet, (2014), *Anova*. Tillgängligt på Internet: <http://pingpong.ki.se/public/courseId/9092/publicPage.do?item=6842623> [Hämtad 2014-05-13].
- Kronberg, R-M., (2014) The Boreal Journey of Methyl Mercury - From Forest Harvest to Black Alder Swamps, Sveriges lantbruksuniversitet, *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2014, 11:1652-6880.
- Kuuluvainen, T., (2012), Even-aged and uneven-aged forest management in boreal Fennoscandia: a review, *Ambio* 2012, 41:720–737.
- Livsmedelsverket, (2014), *Råd om fisk*. Tillgänglig på Internet: <http://www.slv.se/sv/grupp1/Mat-och-naring/Kostrad/Rad-om-fisk/> [Hämtad 2014-05-20].

Long, J., (1997), Natural management of woods: Continuous Cover Forestry, *Forest Ecology and Management* 1997, 95:94–95.

Lundmark, H., Josefsson, T., Östlund, L., (2013), The history of clear-cutting in northern Sweden – Driving forces and myths in boreal silviculture, *Forest Ecology and Management* 2013, 307:112–122.

Lundström, J., Jonsson, F., Perhans, K., Gustafsson, L., (2013), Lichen species richness on retained aspens increases with time since clear-cutting, *Forest Ecology and Management* 2013, 293:49–56.

Lundqvist, L., Cedergren, J. & Eliasson, L., (2009), *Blädningsbruk*, Skogsstyrelsen.

Tillgänglig på Internet:

<http://www.skogsstyrelsen.se/Global/PUBLIKATIONER/Skogsskotselserien/PDF/11-Bladningsbruk.pdf> [Hämtad 2014-04-01].

Länsstyrelsen i Norrbottens län, (2014), *Skilnad brukad skog – naturskog*. Tillgänglig på Internet: <http://www.lansstyrelsen.se/norrbotten/Sv/djur-och-natur/skyddad-natur/hur-mycket-ar-skyddat/skyddad-skog-i-norrbottens-lan/skilnad-brukad-skog---naturskog/Pages/default.aspx> [Hämtad 2014-03-31].

Naturarvet, (datum ej tillgängligt) *Om gammelskog*. Tillgänglig på Internet:

<http://naturarvet.se/hem/gammelskog/om-gammelskog/> [Hämtad 2014-03-31].

Naturskyddsföreningen, (2014), *Spår, sår och enformighet*. Tillgänglig på Internet:

<http://www.naturskyddsforeningen.se/vad-vi-gor/skog/ny-var-for-skogen/spar-sar-och-enformighet> [Hämtad 2014-04-01].

Naturvårdsverket, (2014a), *Gammelskog*. Tillgänglig på Internet:

<http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Miljoovervakning/Bedomningsgrunder/Skogslandskap/Gammelskog/> [Hämtad 2014-03-31].

Naturvårdsverket, (2014b) *Miljömål*. Tillgänglig på Internet:

<http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/> [Hämtad 2014-04-01].

Nitare, J., (2010) *Signalarter- indikatorer på skyddsvärd skog, flora över kryptogamer*, (4:e upplagan), Skogsstyrelsens förlag, Skogsstyrelsen, Jönköping.

Regeringen, (2001), regeringens proposition 2000/01:130, *Svenska miljömål – delmål och åtgärdsstrategier*. Tillgänglig på Internet:

<http://www.regeringen.se/content/1/c4/11/97/7808aab9.pdf> [Hämtad 2014-05-13].

Skogssverige, (2014), *Vegetationsregioner*. Tillgänglig på Internet:

<http://skogssverige.se/node/38348> [Hämtad 2014-06-19]

Skyllberg, U., (2003) Distribution of mercury, methyl mercury and organic sulphur species in soil, soil solution and stream of a boreal forest catchment, Sveriges lantbruksuniversitet, *Biogeochemistry* 2003, 64;1:53-76.

Sobéron, J., Llorente, J., (1993), The Use of Species Accumulation Functions for the Prediction of Species Richness, *Conservation Biology* 1993, 7:480-488

Ugland, K., Gray, J., Ellingsen, K., (2003), The species–accumulation curve and estimation of species richness, University of Oslo, *Journal of Animal Ecology* 2003, 72:888–897.

XL Toolbox, (2014), *ANOVA with posthoc analyses*. Tillgänglig på Internet: <http://xltoolbox.sourceforge.net/anova/> [Hämtad 2014-05-19].