

# Långtidseffekter av naturhänsyn efter avverkning

## Slutrapport

### Bakgrund

Naturvårdshänsyn i form av levande och döda träd i såväl grupp som enskilt har regelmässigt lämnats i samband med slutavverkning under de senaste decennierna (1-2). Detta för att gynna arter som annars skulle ha svårt att överleva hygges- och ungskogsfasen. Flera studier har visat positiva effekter av denna metod (3-7). En kritik mot de flesta av dessa tidigare studier är att de endast undersökt korttidseffekter och att den högre frekvensen av arter i hänsynsytor skulle kunna vara resultat av en utdöendeskuld, dvs att arterna som hittas i hänsynsytor bara finns där för att de inte "hunnit" dö än och att de kommer att försvinna därifrån på sikt. Behovet av långtidsstudier är stort då det är först efter längre tid som man kan utvärdera om de positiva effekter man hittills sett bara är en effekt av en utdöendeskuld, eller om arterna faktiskt klarar sig längre tack vare naturvårdshänsynen. Något som man vet ännu mindre om är hur arterna som överlevt i de lämnade hänsynsytor senare klarar av att återkolonisera de avverkade ytorna. Skälet till att man inte kunnat svara på den frågan är att inga studier finns som systematiskt följt arter över tid från före avverkning och sedan efter såväl kort som längre tid efteråt i både hänsynsytor och på den avverkade ytan. Med det föreslagna projektet ville vi svara både på frågan om långtidseffekter av naturhänsyn och om arter klarar av att återetablera sig inom den avverkade ytan då skogen växer upp och exponeringen minskar.

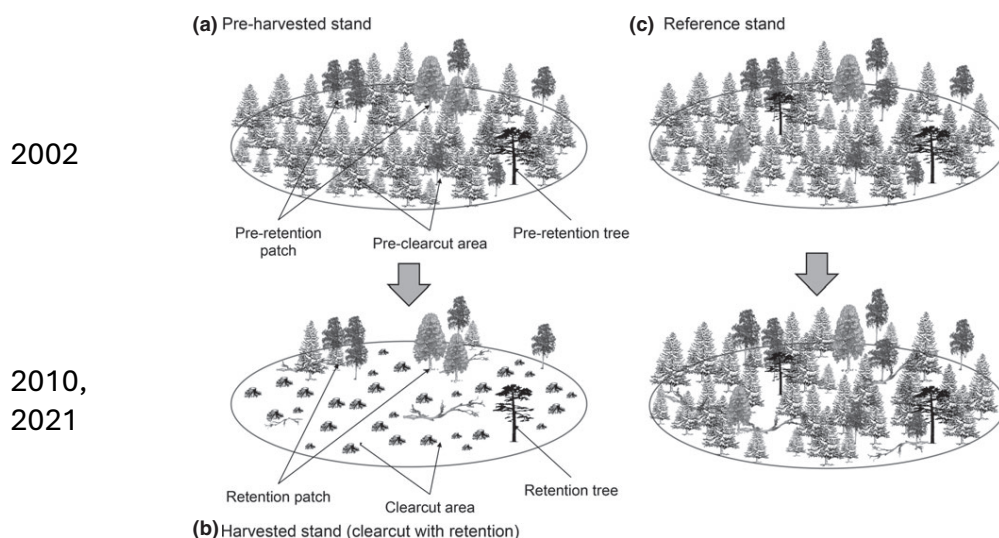
År 2014 publicerade vi en artikel (7) som visade att avverkningskänsliga mossor och lavar överlevde med större sannolikhet i hänsynsytor än på den avverkade ytan. Intressant nog såg vi också att överlevnaden av dessa arter var nästan lika hög i hänsynsytor som i oavverkade kontroller. Detta kunde vi visa tack vare en försöksdesign som var unik för att studera naturvårdshänsyn där vi med detaljerad rumslik information om arternas förekomster kunde följa dessa före och efter avverkning samt jämföra förändringen med oavverkade kontrollskogar. Upprepade inventeringsstudier av naturvårdsmetoder är nödvändiga för att förstå hur skogsbruket bäst kan utformas för att orsaka så liten negativ inverkan som möjligt på den biologiska mångfalden. Eftersom naturvårdsvetenskapen är ett relativt ungt vetenskapsområde och eftersom många av de metoder som används av skogsbruket för att visa naturvårdshänsyn inte använts så länge är det sällsynt att ges möjlighet att studera så pass långa tidsserier som vi haft chansen att göra i detta projekt.

Att visa naturvårdshänsyn i samband med slutavverkning av skog är kanske den mest dominerande strategin för skogsbruket att ställa om mot ekologisk hållbarhet. Träd som lämnas som naturvårdshänsynen är tänkta att verka både som livbåtar för arter under hygges- och ungskogsfasen, men även som spridningskällor när den omgivande skogen växer upp. Det är av yttersta vikt att denna strategi är evidensbaserad och projektet vi nu rapporterar har försökt besvara frågan om naturvårdshänsynen fyller livbåtsfunktionen på längre sikt än vad som tidigare studerats. Vi undersökte även frågan om naturvårdsintressanta arter också kan återkolonisera hyggesytorna efter att skogen börjat växa upp.

## Metod

År 2002 inventerades 30 avverkningsmogna bestånd i Hälsingland och samtliga 10 m x 10 m-provytor med fynd av naturvårdsarter (här definierade som mossor och lavar som var rödlistade år 2000) registrerades (8). Alla provytor med artfynd positionsbestämdes med GPS och den lokala populationsstorleken samt vitalitet uppskattades. Även substratet på vilket arten växte registrerades. År 2010 inventerades bestånden igen efter att 16 bestånd avverkats med naturhänsyn och 12 bestånd lämnats utan åtgärd (två avverkade bestånd var tvungna att stryka ur undersökningen p.g.a. att man använt en icke-representativ avverkningsmetod).

Tack vare forskningsbidrag från Stiftelsen Skogssällskapet gavs vi 2021 möjlighet att följa upp bestånden efter ytterligare 11 år. Vi sökte i möjligast mån att anlita samma inventerare som 2010 för att minimera inventeringsfelet mellan olika inventerare. För lavarna lyckades detta, men för mossorna var det en annan artexpert än sist, men från samma konsultfirma och den anlitate inventeraren hade möjlighet att dubbelkolla såväl metod som artbestämningar med den föregående inventeraren. En stor styrka med projektet var att vi använde oss av samma metod som 2010, vilket innebär en mycket noggrann inventering (7). Metoden går ut på att först låta inventerarna gå över bestånden för att registrera samtliga fynd av naturvårdsarter i varje 10 m x 10 m-ruta. I de avverkade bestånden, som mellan 2010 och 2021 ökat med två i antal, innebär detta att såväl den avverkade ytan som hänsynsyrtorna återinventeras. När detta var gjort fick inventerarna starta en GPS med samtliga fynd från både 2002 och 2010 förprogrammerade för att därefter gå ut igen på beståndet för att säkerställa att de artregistreringar från någon av de tidigare inventeringarna som inte återfinns verkligen saknas. Detta gjorde vi för att undvika att missa några fynd från tidigare inventeringar, men samtidigt inte påverka inventerarna att bara söka efter fynd från tidigare inventeringar. Där arten inte återfanns gör inventerarna en bedömning om trolig orsak till artens lokala utdöende (det kan t ex vara att substratet förstörts i samband med avverkningen).



Figur 1. Studien gjordes som en för-efter-kontroll-effekt-studie där vi inventerat mossor och lavar i bestånd både innan (a) och efter avverkning (b), men även följd utvecklingen i oavverkade kontrollbestånd (c) mellan åren 2002 och 2021. En inventering gjordes även 2010.

Förutom att metoden ger hög säkerhet i att inga artfynd missas så är en stor styrka med denna metod att vi kan uppskatta inventeringsfelet, och därmed kontrollera för det i analyserna. Ett problem med inventeringar av arter är annars att det är svårt att kontrollera för att avsaknaden av fynd verkligen representerar en icke-förekomst snarare än ett detektionsfel. Genom den här metoden kan vi med mycket stor sannolikhet utesluta den här typen av fel.

Arterna som ingår i studien är arter som antingen var rödlistade i rödlistan från 2000, 2005 eller 2020, dvs de vid respektive genomförd inventering gällande rödlista. Detta innebär att listan av arter kan och har förändrats över tid. Vad det här innebär för resultaten och tolkningen av dessa förs det en diskussion om i slutet av rapporten.

Som ytterligare en del av det här projektet har även två examensarbeten genomförts vid institutionen för Vilt, Fisk och Miljö på SLU i Umeå. Ett av arbetena undersökte hur man på ett kostnadseffektivt sätt kan mäta eller skatta mängden död ved och hur olika metoder fungerar i olika typer av skogar. I det arbetet studerade studenten två olika metoder att skatta mängden död ved och jämförde med en metod i vilken han mätte all död ved i provytor. Metoderna för skattning var dels en där han använde ett relaskop för att mäta grundytan av död ved och den andra metoden var den s k linjetransektmetoden. I den senare går inventeraren i känd sträcka över en yta och klavar samtliga vedobjekt som hen kliver över. Genom en formel kan sedan volymen liggande död ved räknas ut. I linjetransektmetoden skattades den stående döda veden genom att samtliga döda stående träd inom ett visst avstånd från transekterna mättes. Det andra arbetet undersöktes om mängden så kallade naturvårdselement (till exempel antalet gamla lövträd eller mängden död ved) skiljer sig åt mellan hänsynsytor och ytorna som i den här studien har agerat som kontrollbestånd, d v s skogar som inte avverkats på väldigt länge. Resultaten från dessa examensarbeten kommer att sammanfattningsvis redovisas nedan, tillsammans med ännu opublicerade resultat från huvudstudien. Examensarbetena i sina helheter bifogas även slutrapporten och där har beskrivningar av metoder, resultat och diskussioner fördjupats.

## Resultat

Jag vill här påpeka att följande redogörelse för resultaten fortfarande är preliminära och opublicerade och att de innan vetenskaplig publicering kan komma att ändras något. Med allra största sannolikhet kommer dock generella mönster och slutsatser inte att ändras nämnvärt.

### *Naturvårdsstrukturer*

Medelarealen för hänsynsytorna var ca 0,7 ha och i medeltal var andelen av varje hygge som lämnats för hänsyn 9,8% med ett spann från 0,8% till som mest 31,5%. I det examensarbete som undersökte olika metoder för att mäta och skatta mängden död ved blev resultatet att både relaskopmetoden och linjetransektmetoden korrelerade väl med provytemätningarna när man analyserar resultaten på plotnivå, medan det var betydligt sämre korrelation när jämförelserna gjordes på beståndsnivå. Något som också framgick från studien var att tiden det tar att mäta in död ved på ett bestånd ökar brantare som en funktion av antalet dödvedobjekt som finns inom ett bestånd när man använder sig av den mer precisa inmättningsmetoden med provytor än med linjetransektmetoden. Baserat på data som samlades in i det examensarbetet var mängden död ved som uppmättes 8,25 m<sup>3</sup>/ha i de avverkade bestånden och 24,7 m<sup>3</sup>/ha i de oavverkade kontrollbestånden.

Det andra examensarbetet som utfördes inom ramen för projektet visade bland annat att antalet levande naturvärdesträd skiljde sig åt för björk och gruppen av arter som bestod av

asp, sälg och rönn, medan det inte var någon skillnad i antalet naturvärdesträd av gran eller tall mellan hänsynsytor och oavverkade kontrollbestånd. Det var genomgående fler naturvärdesträd i de oavverkade kontrollbestånden än i hänsynsytor (tabell 1).

Tabell 1. Jämförelse mellan oavverkade kontrollbestånd och hänsynsytor med avseende på antalet naturvärdesträd.

Naturvärdesträd Art	Kontrollbestånd Median ( <i>spann</i> )	Hänsynsyta Median ( <i>spann</i> )	P-värde	W-värde
<i>Björk</i>	2.9(0-63.6)	0(0-30)	<b>0.03</b>	203
<i>Gran</i>	14.2(0-31.6)	0(0-170)	0.18	182
<i>Tall</i>	2.5(0-10)	2.8(0-160)	0.54	126
<i>Asp/Sälg/Rönn</i>	10.0(0-60)	0(0-37.2)	<b>0.01</b>	218.5
<i>Totalt</i>	32.5(5-111.4)	22.5(0-180.0)	0.37	171

Samma examensarbete visade att det totala antalet grova dödvedsobjekt var signifikant högre i de oavverkade kontrollbestånden än i hänsynsytor (tabell 2). Det gick inte att påvisa någon skillnad mellan dessa två typer av naturvårdsarealer när studenten bröt ner antalet dödvedsobjekt i olika kategorier.

Tabell 2. Jämförelse mellan oavverkade kontrollbestånd och hänsynsytor med avseende på antalet dödvedsobjekt per hektar.

Dödvedstyp	Kontrollbestånd Median ( <i>spann</i> )	Hänsynsyta Median ( <i>spann</i> )	P-värde	W-värde
<i>Gran, liggande död ved</i>	88.3(5-525.2)	70.3(10-382.0)	0.41	169
<i>Tall, liggande död ved</i>	0(0-25)	0(0-63.7)	0.88	139.5
<i>Löv, liggande död ved</i>	43.3(0-191.0)	20.0(0-154.7)	0.08	196
<i>Totalt, liggande död ved</i>	132.5(30-716.2)	96.6(15-445.6)	0.26	178
<i>Gran, stående död ved</i>	55(5-557.0)	33.8(0-196.0)	0.14	188
<i>Tall, stående död ved</i>	2.9(0-15.0)	5(0-63.7)	0.71	133
<i>Löv, stående död ved</i>	25(5-191.0)	28.8(0-63.7)	0.81	136.5
<i>Totalt, stående död ved</i>	80.8(20-748.0)	70.0(25-229.6)	0.28	176.5
<i>Grov död ved</i>	18.3(5-95.5)	0(0-80)	<b>0.009</b>	155.5

## Mossor

Totalt gjordes 492 fynd av elva mossor som ingick i studien. Det vanligaste substratet för denna artgrupp var döda liggande träd där 367 fynd gjordes medan resterande 123 gjordes på levande träd. Samtliga fynd på levande träd var på aspar och i princip samtliga fall handlade detta om *Nyholmiella gymnostoma* (Asphättemossa, som idag är klassad som LC men år 2000 var klassad som NT). I endast två fall var det en annan art och då handlade det om *Neckera pennata* (Aspfjädermossa (VU)). På död ved var de vanligaste arterna i studien *Lophozia guttulata* (Vedflikmossa (NT)), *Crossocalyx hellerianus* (Vedtrappmossa (VU)), samt *Lophozia ascendens* (Liten hornflikmossa (VU)).

Majoriteten, eller 359 fynd, gjordes i oavverkade kontroller medan 133 fynd gjordes i de avverkade bestånden. Totalt hittades nio arter i de oavverkade kontrollbestånden medan fynd av åtta arter gjordes i de avverkade bestånden. Överlappet i artförekomst mellan de avverkade och kontrollbestånden var sex arter som hittades i bägge. De oavverkade kontrollerna var i

genomsnitt betydligt artrikare med 4,4 mossarter per bestånd medan i de avverkade bestånden hittades i genomsnitt 1,5 arter.

Bland de mossfynd som gjordes i de avverkade bestånden var 98 fynd i hänsynsytor och av de fynd som inte gjordes i hänsynsytor var 18 av dessa av samma art *Nyholmiella gymnostoma* (Asphättemossa, som idag är klassad som LC men 2000 var klassad som NT) som växte på hänsynsträd av solitära aspar. Ute på de avverkade ytorna gjordes även 17 fynd på lågor. Nästan samtliga av dessa fynd var av samma art *Lophozia guttulata* (Vedflikmossa (NT)), men även *Crossocalyx hellerianus* (Vedtrappmossa (VU)), samt *Lophozia ascendens* (Liten hornflikmossa (VU)) påträffades i enstaka exemplar. Samtliga dessa arter var emellertid betydligt vanligare i de oavverkade kontrollerna där vedflikmossa påträffades 90 gånger, vedtrappmossa 130 gånger och liten hornflikmossa 32 gånger.

### ***Mossarter som minskat kraftigt eller försvunnit***

Två arter försvann från de bestånd som 2002 var oavverkade men som sedan dess avverkats; *Calypogeia azurea* (Blå säckmossa, VU) och *Neckera pennata* (Aspfjädermossa, VU) som innan avverkning fanns i enstaka exemplar (ett fynd av vardera art år 2002).

Flera arter har minskat kraftigt i de avverkade bestånden, medan de ökat i de oavverkade bestånden: vedtrappmossa minskade med 62% (från 37 fynd 2002 till 14 fynd 2021), vedflikmossa minskade med 73% (från 131 till 36 fynd), liten hornflikmossa minskade med 62,5% (från åtta till tre fynd). Under samma period ökade antalet fynd för samma arter i de oavverkade bestånden med respektive 228% (57 till 130 fynd), 237% (38 till 90 fynd) samt 291% (från 11 till 32 fynd). *Plagiothecium platyphyllum* (Bäcksidemossa, NT) är den enda art som försvunnit från gruppen av kontrollbestånd. Ett fynd gjordes av den arten i ett kontrollbestånd 2002 och även 2010, men arten kunde inte hittas där 2021. Det enda stället den återfanns 2021 är i en hänsynsyta på ett alldeles nyupptaget hygge där arten hittats vid samtliga inventeringstillfällen. Den har aldrig hittats i något av de bestånd som under studien avverkats.

### ***Lavar***

I inventeringen av lavar gjordes 1727 fynd av de totalt 40 arter som ingick i studien. Två arter var väldigt vanligt förekommande: *Alectoria sarmentosa* (Garnlav (NT)) och *Chaenotheca subroscida* (Vitgrynig nållav (NT)). Garnlav stod för överlägset flest fynd med 587 fynd och vitgrynig nållav för 314. Garnlav var så vanligt förekommande så att vi uteslutit den ur jämförelserna för att den inte skulle dominera mönstren i resultaten. På samma sätt har vi gjort med den från även 2002 och 2010 när vi analyserat datamaterialet från dessa år. Vitgrynig nållav är en art som tidigare inte varit rödlistad och är således en art som inte tidigare inventerats i detta projekt. Arten *Lobaria pulmonaria* (Lunglav (NT)) registrerades med 149 fynd som den tredje vanligaste lavarten i studien.

Av de 1140 fynd som gjordes i studien (när garnlavsfynden sorterats bort) hittades majoriteten av observationerna på levande träd med 577 fynd på gran och 332 fynd på lövträd där asp stod för 125 fynd och björk och 112 på säl. Resterande fynd på lövträd gjordes med enstaka förekomster på björk, gråal, jolster och rönn.

Totalt 171 fynd av de studerade arterna gjordes i hänsynsytor och bland dem fanns 23 arter representerade. Sex arter hittades fler än tio gånger vardera i hänsynsytor: 43 fynd av *Chaenotheca subroscida* (Vitgrynig nållav (NT)), 22 fynd av *Chaenothecopsis nana* (Liten svartspik (NT)), 21 fynd av *Biatora ocelliformis* (Blåsvart knopplav (i senaste rödlistan LC, men var listad som DD år 2002 och därför inkluderad i studien)), 17 fynd av *Bryoria nadvornikiana* (Violettblå tagellav (NT)), 17 fynd av *Cliostomum leprosum* (Mjällig dropplav (NT)) samt 12 fynd av *Lobaria pulmonaria* (Lunglav (NT)).



På de avverkade ytorna i de avverkade bestånden gjordes totalt 91 fynd av sammanlagt 17 arter, men endast en art hade fler än tio observationer med 19 fynd av lunglav; så de flesta arter som hittades på de avverkade ytorna förekom i låga antal. I princip samtliga fynd av lunglav (16 av 19) gjordes på levande lövträd (mestadels sälg) med en medeldiameter på 37 cm i brösthöjd. En annan art som tidigare uppmärksammats som en art som skulle kunna klara sig och även kanske kunna etablera sig relativt snart efter avverkning är violettgrå tagellav som i vår undersökning hittades nio gånger utanför hänsynsytor inom de slutavverkade bestånden. Fynden av den arten gjordes uteslutande på antingen döda granar eller döda delar av levande granar där träden hade en medeldiameter av 13,6 cm. Cirka hälften av fynden av violettgrå tagellav utanför hänsynsytor på avverkade ytorna gjordes på granar som hade en diameter under 10 cm, men samtliga av dessa fynd gjordes på granar som växte i kanter mot oppvuxen skog i angränsande bestånd.

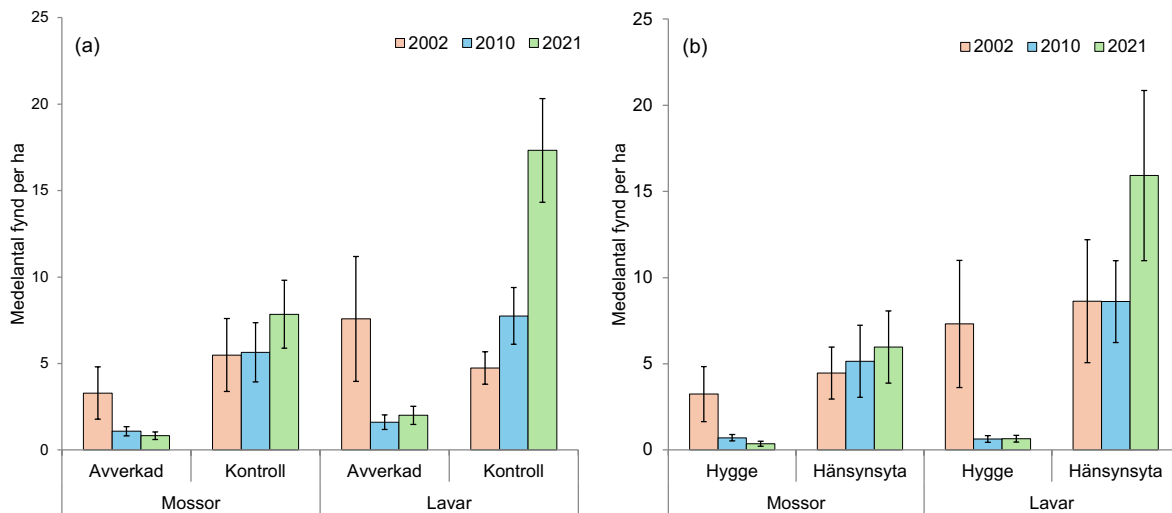
I kontrollbestånden gjordes totalt 877 fynd av sammanlagt 36 lavararter. Av samtliga arter i studien var det alltså sju arter som endast förekom på de avverkade bestånden, medan totalt 13 arter endast hittades i oavverkade kontrollbestånd. De vanligast förekommande arterna i de oavverkade kontrollytorna var vitgrynig nållav med 265 fynd och lunglav med 118 fynd.

### ***Lavararter som minskat kraftigt eller försvunnit***

Tre arter har försvunnit helt och hållet mellan 2002 och 2021 från de bestånd som avverkats under tiden mellan första och senaste inventeringen. De arter det handlar om är: *Stictis populorum* (Vulkanlav, idag inte rödlistad, 2 fynd 2002), *Chaenothecopsis viridialba* (Vitskaftad svartspik, NT, 1 fynd 2002), samt *Collema furfuraceum* (Stiftgelélav, NT, 1 fynd 2002). Den sistnämnda är den enda art som tillsammans med *Allocalicium adaequatum* (Mörkhövdad spiklav, LC i senaste rödlistan, men NT år 2000) försvunnit också i de oavverkade kontrollbestånden. *Collema curtisporum* (Liten aspgelélav, VU), är den enda arten som hittades i ett avverkat bestånd 2021 där den inte hittades innan avverkningen som skedde efter 2002. Den hittades på en asp i en hänsynsyta.

Sex arter som vid det första inventeringstillfället 2002 fanns inom de ytor som senare avverkades har nu försvunnit från dessa ytor. Dessa arter är: *Arthonia incarnata* (Mörk rödprick, VU, 18 fynd 2002), *Chaenotheca gracillima* (Brunpudrad nållav, NT, 23 fynd 2002), *Chaenotheca laevigata* (Nordlig nållav NT, 3 fynd 2002), *Lobaria scrobiculata* (Skrovellav, NT, 1 fynd 2002), *Collema furfuraceum* (Stiftgelélav, NT, 2 fynd 2002; även försvunnen i kontrollerna), samt *Stictis populorum* (Vulkanlav, idag inte rödlistad, 2 fynd 2002).

Bland arter som minskat kraftigt tidigare hittar vi *Rinodina subparieta* (Gammelsälglav, idag LC, men tidigare VU) som gått från att 20 fynd 2002 i de bestånd som senare avverkats till att 2021 endast registreras med ett fynd 2021, medan den finns kvar i sex av de sju bestånd som förblivit oavverkade under tiden mellan 2002 och 2021. *Cheiromycina flabelliformis* (Solfjäderlav, NT) hade 35 fynd år 2002 på ytor som under tiden fram till 2021 senare avverkats. Vid den senaste inventeringen hittades endast ett kvarvarande fynd på dessa ytor. Utvecklingen för den arten i de oavverkade bestånden var 16 till 21 fynd under samma tidsperiod. Blåsvart knopplav och violettgrå tagellav minskade också kraftigt i de avverkade bestånden med en minskning med 76% (från 108 till 26 fynd) för blåsvart knopplav och 90% för violettgrå tagellav i de avverkade bestånden medan vi ser en ökning i de oavverkade bestånden med 25% (från 53 till 66 fynd) för den förstnämnda och 18% (från 39 till 46 fynd) för den sistnämnda.



Figur 1. Antalet fynd av de studerade mossorna och lavarna per hektar. I (a) visas jämförelse mellan år och mellan avverkade bestånd (här inklusive hänsynsytor) och oavverkade kontrollbestånd. I (b) visas jämförelse mellan de olika åren och mellan ytor som år 2021 är hänsynsytor och de ytor som 2021 är kala avverkningsytor. Staplarna för 2002 i (b) representerar hur många fynd som gjordes i dessa ytor innan de avverkades.

Tar man hänsyn till att den inventerade arealen i de olika skogarna skiljer sig åt framträder ett mönster som vi kan se i figur 1. För både mossor och lavar sker den största minskningen i antalet fynd per hektar i samband med slutavverkningen. Antalet fynd per hektar förändras inte nämnvärt i de avverkade bestånden (som i figur 1a inkluderar även hänsynsytor). I de oavverkade kontrollbestånden kan man däremot ana en ökning i antalet fynd per hektar av mossor och till och med en tydlig ökning för lavarna. Om man gör samma typ av jämförelse inom de avverkade bestånden mellan de ytor som idag är hänsynsytor och de ytor som idag är kala hyggesytor (med enstaka hänsynsträd) ser vi även där att många fynd försvinner på idag kala ytor i samband med att de avverkas och att antalet fynd inte återhämtar sig under tiden som studien hittills varat. I hänsynsytorna däremot syns inte samma minskning utan för lavarnas del syns till och med en ökning i antalet fynd per hektar. Viktigt att komma ihåg när man tittar på den här figuren är att framförallt en art, vitgrynig nållav, är inkluderad i inventeringen 2021 som inte tidigare varit med och att den står för 28% av lavfynden i hela undersökningen och 25% av samtliga fynd i hänsynsytorna 2021.

## Diskussion

Det alltjämt bestående resultatet av denna studie är att slutavverkning med kalhuggning drastiskt minskar möjligheterna för rödlistade mossor och lavar att överleva. På beståndsnivå kan de finnas kvar i hänsynsytor, men medan de där i bästa fall överlever en tid syns inte samma positiva populationsutveckling där som vi kan se i de oavverkade kontrollbestånden över den nästan 20-åriga tidsperiod som gått mellan den första och den senaste inventeringen. För mossornas del är det med stor sannolikhet kombinationen av det drastiskt förändrade mikroklimatet på hygget och bristen på död ved hos de avverkade bestånden som orsakar minskningen av antalet fynd. I en alldeles nyligen publicerad studie visar Zhang och medförfattare (10) att maxtemperaturen är i genomsnitt 11 grader högre på ett kalhygge än i en uppvuxen gammal skog. Skillnaden i temperatur märks även mellan hyggen och hänsynsytor där maxtemperaturen i genomsnitt är 5,2 grader högre på hygget än i

hänsynsytor. Med högre temperatur ökar riskerna att arter torkar ut och dör. Men det är inte bara temperaturen som skiljer sig åt mellan de typer av skogar som vi studerat här. Att vi i ett av examenarbetena inom detta projekt ser att mängden död ved skiljer sig åt mellan de avverkade ytorna och kontrollbestånden förvånar kanske inte. Att vi däremot kan visa att antalet dödvedsobjekt i hänsynsytor ännu i de oavverkade kontrollbestånden kan tjäna som en förklaring till varför vi ser en negativ populationstrend hos flertalet både mossor i hänsynsytor medan de samtidigt ökar i kontrollbestånden. Även för lavar spelar säkert förändringen i mikroklimat stor roll, men även att antalet naturvärdesträd är lägre i de avverkade bestånden än i de oavverkade kontrollbestånden. Att det finns tillräckligt med habitat i form av död ved och gamla både löv- och barrträd är viktigt för den långsiktiga överlevnaden för de arter som kräver dessa substrat. Även om flera av både moss- och lavararterna ibland kan överleva länge på ett och samma värdträd så behövs fler värdträd som de kan kolonisera innan lågan arten växer på är helt nedbruten eller trädet den lever på faller omkull.

Som nämndes i resultatdelen ökar mängden fynd av framför allt lavar i hänsynsytor och även i kontrollbestånden mycket tack vare att en art, vitgrynig nållav, tagits med 2021 även fast den inte varit med tidigare år. Vi kunde så klart utesluta den arten på grund av att den inte varit med tidigare men samtidigt ville vi visa att trenden i de avverkade bestånden i helhet och på de avverkade ytorna i synnerhet inte fanns samma ökning trots den artens relativa vanlighet i datamaterialet. Tolkningen av det resultatet är dels att den arten inte trivs på hyggen, men även att om man inkluderar fler arter i studien i takt med att fler arter rödlistas så förändras inte det generella mönstret att hyggen inte utgör en god livsmiljö för rödlistade arter. Trots att det som längst nu gått ca 15 år sedan det första hygget tagits upp bland de studerade bestånden har alltså ingen nämnvärd ökning i antalet fynd av rödlistade arter infunnit sig på dessa även om vi inkluderat fler rödlistade arter i studien.

Ett av målen med undersökningen var att se om de avverkade ytorna hade börjat koloniserats av naturvårdsintressanta arter. Den vanligast mossarten på de avverkade ytorna var vedflikmossa och tittar vi tillbaka till hur det var med den 2010 så kan vi konstatera att den hittades nära dubbelt så ofta på de avverkade ytorna (29 fynd 2010 mot 17 fynd 2021) vid den tidpunkten. Vi kan därför dra slutsatsen att den arten fortfarande minskar och det med största sannolikhet som ett resultat av den utsatta miljön som ett kalhygge erbjuder.

Vid den förra inventeringen 2010 var medelstorleken på de avverkade bestånden 6,4 ha och på kontrollerna 5,0 ha. År 2021 var motsvarande siffror 6,7 ha och 5,4. Orsaken till förändringen är dels att ytterligare två av bestånden avverkats under tiden mellan inventeringstillfällena, men också att skogsbolaget Holmen Skog AB i sina nya beståndsindelningar dragit om gränserna. I somliga fall har detta lett till att det som vi tolkade som en hänsynsyta 2010 nu utgått ur undersökningen då området vid tidpunkten för inventeringen 2021 istället ingår i ett enskilt eller annat bestånd och därför inte kan anses vara en hänsynsyta längre. Vi har då i rättvisans namn valt att inte inkludera fynd i den uteslutna arealen i några jämförelser mellan åren utan i den jämförelsen har endast de fynd som funnits inom gränserna för de nya bestånden ingått.

År 2002 var arealen hänsynsytor på de avverkade bestånden i genomsnitt 0,83 ha och dessa utgjorde då i genomsnitt 12,4 % av beståndsarealen. Vid inventeringstillfället 2021 och med den nya beståndsavgränsningen var medelarealen hänsynsyta istället 0,74 ha vilket utgjorde 9,8% av beståndsarealen. Döda liggande träd stod år 2010 för 69 % av mossfynden medan levande träd stod för 84 % av lavfynden. Motsvarande siffror för 2021 är 75% av mossfynden på död ved och 80% av lavfynden på levande träd. Dessa två substrat är således alltså de viktigaste för rödlistade arter ur dessa artgrupper och visar även på vikten av att inkludera



mer än en organismgrupp i studier av hur både skogsbruks- och naturvårdsåtgärder påverkar biologisk mångfald.

## Slutsats

En viktig slutsats som man kan dra från den här studien är att merparten av de fynd som gjorts under årens lopp i hänsynsytor med största sannolikhet inte gjorts där om man inte lämnat hänsynsgrupper och hänsynsträd på hyggena. Denna slutsats stöds av en rykande färsk artikel i Science där bland annat vår tidigare studie från detta område citeras (11). Där visar man i en global metaanalys av naturvårdsstudier att i två tredjedelar av de analyserade studierna kunde tillståndet för den biologiska mångfalden antingen förbättras eller åtminstone kunde tillståndsförsämringar saktas ner tack vare naturvårdsåtgärder. Vår studie representerar en sådan där vi kan se att lämnandet av hänsynsytor inte förbättrar tillståndet för arterna, men i alla fall mildrar de negativa effekterna av kalhyggesbruket. Vi ser nämligen att utvecklingen för de studerade arterna är mer positiv i kontrollbestånden än i de avverkade bestånden. Vi ser också flera fall där arter försvunnit helt och hållet från bestånd som avverkats även om hänsynsytor lämnats. Detta tyder på att även med hänsynsytor på våra hyggen så kan inte populationerna av dessa i många fall känsliga arter klaras helt och fullt. Det krävs även avsättningar av större sammanhängande arealer. Framför allt gäller detta om man vill säkra den långsiktiga överlevnaden av dessa arter.

En annan viktig slutsats som man kan dra från vår studie och som även den får medhåll från metaanalysen i Science är hur viktigt det är med studien som har just den design vår studie har – där man kan jämföra en åtgärd både före och efter utförandet med ett alternativ där man inte utför åtgärden. Utan den jämförelsen hade vi inte kunnat se att utvecklingen i de oavverkade bestånden är mer positiv och att färre arter försvunnit i dessa. Det är således av största vikt att studier av både skogsbruks- och naturvårdsåtgärder inkluderar opåverkade referensbestånd och att man kommer tillbaka till samma studieområden över tid för att studera hur effekterna av åtgärder över tid kan jämföras med att inte utföra åtgärderna.

## Referenser

1. Gustafsson L, m.fl. 2012. Retention Forestry to Maintain Multifunctional Forests: A World Perspective. *BioScience* 62: 633-645
2. Lindenmayer DB, m.fl. 2012. A major shift to the retention approach for forestry can help resolve some global forest sustainability issues. *Conservation Letters* 5:421-431
3. Perhans K m.fl. 2007. Bryophytes and lichens in different types of forest set-asides in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management* 242: 374-390
4. Sverdrup-Thygeson A m.fl. 2014. Do conservation measures in forest work? A comparison of three area-based conservation tools for wood-living species in boreal forests. *Forest Ecology and Management* 330: 8-16
5. Rudolphi J & Gustafsson L. 2011. Forests regenerating after clear-cutting function as habitat for bryophyte and lichen species of conservation concern. *PLoS ONE* 6(4), e18639
6. Perhans K, m.fl. 2009. Retention patches as potential refugia for bryophytes and lichens in managed forest landscapes. *Biological Conservation* 142: 1125-1133
7. Rudolphi J, Jönsson M T & Gustafsson L. 2014. Biological legacies buffer local species extinction after logging. *Journal of Applied Ecology* 51: 53-62
8. Gustafsson, L., Appelgren, L., Jonsson, F., Nordin, U., Persson, A. & Weslien, J.O. 2004. High occurrence of red-listed bryophytes and lichens in mature managed forests in boreal Sweden. *Basic and Applied Ecology*, 5, 123-129.
9. <https://www.skogsstyrelsen.se/mer-om-skog/malbilder-for-god-miljohansyn/>
10. Zhang, S., Sjögren, J., Jönsson, M. 2024. Retention forestry amplifies microclimate buffering in boreal forests. *Agricultural and Forest Meteorology* 350.
11. Langhammer, P. F. m. fl. 2024. The positive impact of conservation action. *Science* 384, 453-458.