

Denna syntes är ett utdrag ur rapporten "Naturhänsyn vid avverkning - en syntes av forskning från Norden och Baltikum". I rapporten sammanfattas och syntetiseras 120 vetenskapliga studier som belyser effekten av hänsyn vid slutavverkning av skog. Den andra delen behandlar hänsynsytor. Övriga delar har rubrikerna Kantzoner utmed vattendrag, Högstubbar, Död ved, Asp, Kostnadseffektiv hänsyn och Internationella kunskapsöversikter.

Rapporten är framtagen inom forskningsprogrammet Smart Hänsyn och kommer att publiceras i sin helhet våren 2016.

Författare är Lena Gustafsson, SLU, Jan Weslien, Skogforsk, Mats Hannerz och Yvonne Aldentun, Silvinformation.



Syntes

– hänsynsytor

02.



Effekten av hänsynsytor vid avverkning

Med hänsynsytor menar vi trädgrupper som lämnas på hyggen, De är sällan mer än ett halvt hektar stora. Ett viktigt syfte med hänsynsytorna är att skogsarterna ska kunna överleva hygges- och ungskogsfasen. Ibland säger man att de ska fungera som "livbåtar" för arter från den tidigare, äldre skogen. Hänsynsytorna bör då vara så stora som möjligt. De bör också vara representativa för miljön i den gamla skogen, med en liknande art- och trädslagsammansättning.

Ett annat syfte med hänsynsytor är att tillhandahålla död ved och levande träd i solbelysta miljöer och att gynna arter som behöver störning. Sådana miljöer finns ofta i mindre trädgrupper och i kanterna på större ytor, särskilt på de soliga syd- och västvända sidorna.

”Stora hänsynsytor är mer stabila än små”

Många studier om hänsynsytor

Ungefär 30 vetenskapliga studier om hänsynsytor har utförts i norra Europa. Av dessa är mer än 90 % från Sverige eller Finland. I Finland finns exempelvis ett stort experiment om naturhänsyn som har använts till ett 10-tal studier. Insekter, lavar och mossor är de artgrupper som har studerats mest. Endast ett par studier har fokuserat på svampar och kärlväxter. Fyra studier tar upp kanteffekter, d.v.s. hyggets påverkan på mikroklimatet eller arters överlevnad i hänsynsytor, och lika många studerar avdöendet av träd.

Mer vindfällning och större kanteffekter i små hänsynsytor

Stora hänsynsytor är mer stabila än små både vad gäller hur många träd som står kvar över tiden och hur arterna påverkas. Detta är slutsatser från några studier från Sverige och Finland. Den första studien om generell hänsyn i norra Europa publicerades redan 1994 och handlade om avdöende i hänsynsytor av olika storlek, i ett fjällnära och grandominerat område i inre Västerbotten (3). Mätningarna upprepades 18 år senare (6). Efter fem år hade avdöendet minskat betydligt, till 1–4 % per år. Författarna drog slutsatsen att hänsynsytor upp till 1 hektar storlek påverkas av kanteffekter från hygget.

En finländsk studie visade att risken för vindfallen i trädgrupper av gran är betydligt högre på torvmark än fastmark (4). I en annan studie från Finland förändrades samhällena av spindlar i granskog på fuktig mark mindre ju större trädgrupperna var (7). När rödlistade arter och signalarter studerades i ett 70-tal hänsynsytor i mellersta Sverige framkom att två lavar, liten spiklav (*Calicium parvum*) och trädbasdynlav (*Micarea globulosella*), minskade mer i små än större hänsynsytor (8).

Hänsynsytor är ofta mindre artrika än nyckelbiotoper

Hänsynsytor är ofta mer artfattiga än andra skogsmiljöer. Detta visar ett par studier där olika miljöer jämförts, en i Sverige (Hälsingland) och en i Norge (fyra olika landskap).

I Hälsingestudien hade hänsynsytor en avvikande sammansättning av arter jämfört med nyckelbiotoper, reservat och avverkningsmogen

Praktiska råd

- Om syftet är att gynna skogslevande arter bör hänsynsytor vara så stora som möjligt. Skogsmiljön bevaras också bäst om hänsynsytan placeras i skuggade nordlägen.
- Ställ hänsynsytor i så vindskyddade lägen som möjligt, genom att beakta topografi och vindriktning. Detta gäller i synnerhet hänsynsytor på torvmark eftersom träden där är känsligare än på fastmark. Spara gärna träd av mindre storlek i kanten av trädgrupperna för att minska risken för vindfällning.
- Värdefull död ved, t.ex. gamla och måttligt nedbrutna liggande döda träd, kan med fördel flyttas in i hänsynsytor vid avverkningsningen, så att de fortsatt finns i skuggig och fuktig miljö.
- För störningsgynnade arter kan en effektiv metod vara att spara mycket hänsyn (minst 10–20%) och sedan bränna.
- Det är bra att kombinera hänsynsytor med olika typer av avsättningar på landskapsnivå, t.ex. nyckelbiotoper och reservat.



produktionsskog, för mossor, lavar och skalbaggar (2, 10). Hänsynsytorna hade också minst antal dödvodstyper. Nyckelbiotoperna hade överlag många arter i förhållande till de andra kategorierna, såväl sammanlagt som rödlistade.

I den norska studien varierade antalet och innehållet av arter mellan hänsynsytor, reservat och nyckelbiotoper i hög grad mellan de fyra landskapen. Det var svårt att hitta generella mönster för de artgrupper som ingick – svampar knutna till nyligen döda granar och skalbaggar i nyligen döda aspar (13).

En del, men inte alla arter överlever långsiktigt i hänsynsytor

Det finns indikationer på att många arter överlever avverkning om hänsynsytor lämnas, men också att en del arter inte klarar sig. Hittills finns dock endast två studier där utvecklingen av arter följts under flera år efter avverkningen.

I den ena studien inventerades mossor och lavar (rödlistade arter och signalarter) i hänsynsytor några år efter avverkning och 6 år senare i Medelpad och Ångermanland (9). Utvecklingen för mossorna var överlag negativ och antalet fynd minskade med ungefär 30 %. Variationen var dock stor, en del arter ökade och andra minskade. Lavarna förändrades däremot mycket lite över tiden.

I en annan studie i Hälsingland följdes lägesbestämda förekomster av rödlistade mossor och lavar i den gamla skogen fram till 3 till 7 år efter avverkning (12). Ungefär hälften av mossförekomsterna på döda liggande träd fanns kvar vid återinventeringen, såväl i hänsynsytor som i skog som inte avverkat. På de öppna hyggesytorna fanns bara cirka 10 % kvar. Ungefär hälften av de lavar som växte på träd i hänsynsytor överlevde avverkningen medan 75 % fanns kvar i den oavverkade skogen.

Hänsynsytorernas läge

För att uttorkningskänsliga arter ska överleva hyggesfasen, det vill säga om hänsynsytor ska fungera som livbåtar, bör de placeras så skuggigt som möjligt t.ex. i nordexponerade lägen. I en studie från Hälsingland framkom att överlevnaden för flera rödlistade mossor och lavar ökade i hänsynsytor placerade nära nordvända skogskanter och nära gammal skog (12). I en annan studie från Hälsingland (11) och i en studie från Uppland och Hälsingland (1) var skogsarter på död ved på hyggen vanligare närmare kanten mot uppvuxen skog. När tillväxten mättes på några uttorkningskänsliga mossor som placerats ut på hyggen i Västerbotten visade det sig att överlevnaden var högre i kanter som vette mot norr än mot söder, på grund av det mer fuktiga och mörka lokalklimatet (5).

Kostnadseffektivitet

Det är svårt att dra några generella slutsatser från den enda studie som utförts om hänsynsytorers kostnadseffektivitet (10). Ett huvudresultat från denna studie, som omfattade ett 70-tal hänsynsytor i Mellannorrland, var att ju mer kunskap man har om hur hänsynsytorerna ser ut vad gäller arter, strukturer och det ekonomiska värdet på träden, desto mer kostnadseffektivt urval kan man göra. Värdet av fullständig information, dvs. om både naturvärde och ekonomiskt värde, var dock inte särskilt mycket större jämfört med om man bara hade information om antingen naturvärde eller ekonomiskt värde.

Refererade källor

1. Caruso, A., Rudolphi, J. & Rydin, H. 2011. Positive edge effects on forest-interior cryptogams in clear-cuts. *PLoS ONE* 6(11), e27936. - Sid 6
2. Djupström, L. B., Weslien, J. & Schroeder, L. M. 2008. Dead wood and saproxylic beetles in set-aside and non set-aside forests in a boreal region. *Forest Ecology and Management* 255, 3340-3350. - Sid 7
3. Esseen, P. A. 1994. Tree mortality patterns after experimental fragmentation of an old-growth conifer forest. *Biological Conservation* 68, 19-28. - Sid 8
4. Hautala, H. & Vanha-Majamaa, I. 2006. Immediate tree uprooting after retention-felling in a coniferous boreal forest in Fennoscandia. *Canadian Journal of Forest Research* 36, 3167-3172. - Sid 9
5. Hylander, K. 2005. Aspects modifies the magnitude of edge effects on bryophyte growth in boreal forests. *Journal of Applied Ecology* 42, 518-525. - Sid 11
6. Jönsson, M. T., Fraver, S., Jonsson, B. G., Dynesius, M., Rydgard, M. & Esseen, P. A. 2007. Eighteen years of tree mortality and structural change in an experimentally fragmented Norway spruce forest. *Forest Ecology and Management* 242, 306-313. - Sid 16
7. Matveinen-Huju, K., Koivula, M., Niemelä, J. & Rauha, A. M. 2009. Short-term effects of retention felling at mire sites on boreal spiders and carabid beetles. *Forest Ecology and Management* 258, 2388-2398. - Sid 21
8. Perhans, K., Gustafsson, L., Jonsson, F., Nordin, U. & Weibull, H. 2007. Bryophytes and lichens in different types of forest set-asides in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management* 242, 374-390. - Sid 22
9. Perhans, K., Appelgren, L., Jonsson, F., Nordin, U., Söderström, U. & Gustafsson, L. 2009. Retention patches as potential refugia for bryophytes and lichens in managed forest landscapes. *Biological Conservation* 142, 1125-1133. - Sid 23
10. Perhans, K., Glöde, D., Gilbertsson, J., Persson, A. & Gustafsson, L. 2011. Fine-scale conservation planning outside of reserves: Cost-effective selection of retention patches at final harvest. *Ecological Economics* 70, 771-777. - Sid 24
11. 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. - Sid 27
12. Rudolphi, J., Jönsson, M. T. & Gustafsson, L. 2014. Biological legacies buffer local species extinction after logging. *Journal of Applied Ecology* 51(1), 53-62. - Sid 28
13. Sverdrup-Thygeson, A., Bendiksen, E., Birkemoe, T. & Larsson, K.H. 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. - Sid 32

Övriga artiklar om hänsynsytor

- Heikkala, O., Suominen, M., Junninen, K., Hämäläinen, A. & Kouki, J. 2014. Effects of retention level and fire on retention dynamics in boreal forests. *Forest Ecology and Management* 328, 193-201. - Sid 10
- Hyvärinen, E., Kouki, J., Martikainen, P. & Lappalainen, H. 2005. Short-term effects of controlled burning and green-tree retention on beetle (Coleoptera) assemblages in managed boreal forests. *Forest Ecology and Management* 212, 315-332. - Sid 12
- Hyvärinen, E., Kouki, J. & Martikainen, P. 2006. Fire and green-tree retention in conservation of red-listed and rare deadwood-dependent beetles in Finnish boreal forests. *Conservation Biology* 20, 1711-1719. - Sid 13
- Hämäläinen, A., Kouki, J. & Löhmus, P. 2014. The volume of retained Scots pines and their dead wood legacies for lichen diversity in clear-cut forests: The effects of retention level and prescribed burning. *Forest Ecology and Management* 324, 89-100. - Sid 14
- Johnson, S., Strengbom, J. & Kouki, J. 2014. Low levels of tree retention do not mitigate the effects of clearcutting on ground vegetation dynamics. *Forest Ecology and Management* 330, 67-74. - Sid 15
- Koivula, M. 2002. Alternative harvesting methods and boreal carabid beetles (Coleoptera, Carabidae). *Forest Ecology and Management* 167, 103-121. - Sid 17
- Martikainen, P., Kouki, J. & Heikkala, O. 2006a. The effects of green tree retention and subsequent prescribed burning on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in boreal pine-dominated forests. *Ecography* 29, 659-670. - Sid 18
- Martikainen, P., Kouki, J., Heikkala, O., Hyvärinen, E. & Lappalainen, H. 2006b. Effects of green tree retention and prescribed burning on the crown damage caused by the pine shoot beetles (*Tomicus* spp.) in pine-dominated timber harvest areas. *Journal of Applied Entomology* 130, 37-44. - Sid 19
- Matveinen-Huju, K., Niemelä, J., Rita, H. & O'Hara, R.B. 2006. Retention-tree groups in clear-cuts: Do they constitute "life-boats" for spiders and carabids? *Forest Ecology and Management* 230, 119-135. - Sid 20
- Pitkänen, A., Kouki, J., Viiri, H. & Martikainen, P. 2008. Effects of controlled forest burning and intensity of timber harvesting on the occurrence of pine weevils, *Hylobius* spp., in regeneration areas. *Forest Ecology and Management* 255, 522-529. - Sid 25
- Pitkänen, A., Törmänen, K., Kouki, J., Järvinen, E. & Viiri, H. 2005. Effects of green tree retention, prescribed burning and soil treatment on pine weevil (*Hylobius abietis* and *Hylobius pinastri*) damage to planted Scots pine seedlings. *Agricultural and Forest Entomology* 7, 1-12. - Sid 26
- Siira-Pietikäinen, A., Pietikäinen, J., Fritze, H. & Haimi, J. 2001. Short-term responses of soil decomposer communities to forest management: clear felling versus alternative forest harvesting methods. *Canadian Journal of Forest Research* 31, 88-99. - Sid 29
- Siira-Pietikäinen, A., Haimi, J. & Siitonen, J. 2003. Short-term responses of soil macroarthropod community to clear felling and alternative forest regeneration methods. *Forest Ecology and Management* 172, 339-353. - Sid 30
- Siira-Pietikäinen, A. & Haimi, J. 2009. Changes in soil fauna 10 years after forest harvestings: Comparison between clear felling and green-tree retention methods. *Forest Ecology and Management* 258, 332-338. - Sid 31
- Vanha-Majamaa, I. & Jalonen, J. 2001. Green tree retention in Fennoscandian forestry. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16, Supplement 3, 79-90. - Sid 33-34
- Wikberg, S., Perhans, K., Kindstrand, C., Djupström, L. B., Boman, M., Mattsson, L., Schroeder, L. M., Weslien, J. & Gustafsson, L. 2009. Cost-effectiveness of conservation strategies implemented in boreal forests: The area selection process. *Biological Conservation* 142, 614-624. - Sid 35

Positiva kanteffekter långt ut på hygget

Ett referat av: Caruso, A., Rudolphi, J. & Rydin, H. 2011. Positive edge effects on forest-interior cryptogams in clear-cuts. PLoS ONE 6(11), e27936.

I en studie vänder tre Uppsalaforskare på begreppet kanteffekt. Istället för att undersöka hur långt in i den kvarlämnade skogen som kanteffekter syns lägger man istället fokus på hur långt ut i den nya, uppväxande skogen (efter slutavverkning) som man kan se kanteffekter från den gamla skogen. Många skogslevande kryptogamer visar sig överleva i den nya skogen, men de minskar med avståndet till den gamla skogen.

Mossor, lavar och svampar studerades

Femton försöksområden i Uppland respektive Hälsingland valdes ut för att ingå i studien. Försökslokalerna bestod av ung skog (jämnåriga monokulturer 6–21 år gamla) som gränsade mot gammal värdefull skog (nyckelbiotoper eller naturreservat). På varje plats undersökte man förekomsten av ett antal mossor, lavar och svampar. Dessa artgrupper utgör viktiga nyckelkomponenter i skogen för såväl näringscirkulation, livsmiljöer och födotillgång för ett stort antal arter och är därför lämpliga undersökningsobjekt.

Det man ville ta reda på var om arter som vanligtvis lever på död ved i slutna skogar också kan överleva ute på hygget och i den uppväxande skogen. Trettiotvå skogsanknutna arter valdes ut för att jämföras med 8 öppenmarksarter och 9 generalister. Man undersökte sedan förekomst och utbredning av arterna längs förutbestämda linjer så långt som 50 meter ut i den unga skogen. Samtliga ungskogar låg på norrsidan om den gamla skogen.

Arter hemmahörande i slutna skogar återfanns i den unga skogen

Vid inventeringen fann man totalt 21 skogsanknutna arter, sex öppenmarksarter och åtta generalister. Av de skogsanknutna arterna förekom en art i 50 % av de unga skogarna, fyra arter i mer än 10 % av ungskogarna och ytterligare sju arter i mindre än 10 % av ungskogarna. Man kunde också se att de skogsanknutna arterna minskade i antal med ökat avstånd från den gamla skogen.

Öppenmarksarterna däremot ökade i antal med ökat avstånd från den gamla skogen och generalisterna påverkades inte alls av avståndet. Skugga gynnade de skogsanknutna arterna medan tillgången till högstubbar gynnade öppenmarksarterna.

Den här studien visade alltså att åtminstone vissa arter som idag betraktas som beroende av slutna skogar kan överleva och kanske också sprida sig till ung skog efter slutavverkning. De skogsanknutna arterna kan ha överlevt hyggesfasen på död ved som funnits på platsen sedan före avverkningen, om de också spritt sig därifrån ger studien inget svar på. Spridningsvägarna kan sannolikt se olika ut.



För violttickan (*Trichaptum abietinum*, översta bilden) och knöltickan (*Antrodia serialis*, nedersta bilden) visade det sig att tillgången till substrat var viktigare än att skogen var slutna. Foto: Jerzy Opiola, Wikipedia commons.

Substrat viktigare än miljön för vissa arter

Studier av det här slaget ger oss också ny kunskap om olika arters preferenser. Knölticka och violticka, som ingick i studien, betraktas som specialister beroende av slutna skogar. Dessa påverkades inte negativt av ett ökat avstånd från den gamla skogen. Substratet var i stället viktigare än miljön.

Naturhänsyn i norrlägen viktig

I den här studien studerades bara kantzoner i norrlägen. Men det är sannolikt så att kvarlämnade träd och död ved gör större nytta för många kryptogamer i norrlägen och i andra skuggiga områden jämfört med i söderlägen. ■

Flest skalbaggsarter i nyckelbiotoper men speciella arter i hänsynsytor

Ett referat av: Djupström, L. B., Weslien, J. & Schroeder, L. M. 2008. Dead wood and saproxylic beetles in set-aside and non set-aside forests in a boreal region. *Forest Ecology and Management* 255, 3340-3350.

Död ved och vedlevande insekter inventerades i reservat, nyckelbiotoper, äldre produktionsskog och hänsynsytor i Hälsingland. Artsammansättningen i hänsynsytorna skiljde sig från reservat och äldre produktionsskog men inte från nyckelbiotoper. Hänsynsytorna hade färre rödlistade arter än nyckelbiotoper och äldre produktionsskog.

Var finns mångfalden?

I Sverige finns olika skogstyper som man bedömer vara särskilt viktiga för den biologiska mångfalden. I denna studie ville forskarna undersöka hur död ved och skalbaggsarter som lever i död ved skiljer sig åt mellan fyra olika typer av skogar: naturreservat, nyckelbiotoper, äldre (<110 år) produktionsskog samt hänsynsytor på hyggen.

Död ved på cirkelprovytor

Döda träd inventerades och bark sållades på cirkelprovytor i de fyra olika typerna av skog inom ett område i Hälsingland. Tjugo bestånd i varje skogskategori inventerades och i varje bestånd inventerades 1-4 cirkelprovytor med 10 m radie. Antalet ytor bestämdes av beståndets storlek. Med hjälp av insamlade uppgifter om träden beräknades totala volymer av levande och döda träd. Med hjälp av uppgifter från varje dött träd eller träddel kunde man räkna ut antalet dödvedstyper per bestånd baserat på trädslag, diameter, nedbrytningsgrad mm. I varje bestånd sållades bark från fem döda träd (0.5 m² bark per objekt) och skalbaggar i proverna artbestämdes. Totalt hittades 28 000 individer och 129 arter.

Nyckelbiotoper bäst men hänsynsytor speciella

Totalt hade nyckelbiotoper flest och hänsynsytor minst antal arter, antal rödlistade arter och antal dödvedstyper efter korrigering för olika antal provytor. Reservaten var mer lika nyckelbiotoperna och de äldre produktionsskogarna var mer lika hänsynsytorerna för alla tre variablerna.

Artsammansättningen analyserades med hjälp av Sörensens likhetsindex och en ordinationsanalys, som grafiskt illustrerade hur lika eller olika insektssamhällena från de 80 bestånden var. Här visade det sig att hänsynsytorna skiljde sig från övriga skogskategorier. Forskarnas förklaring var att hänsynsytorna har speciella arter som gynnas av solexponering.

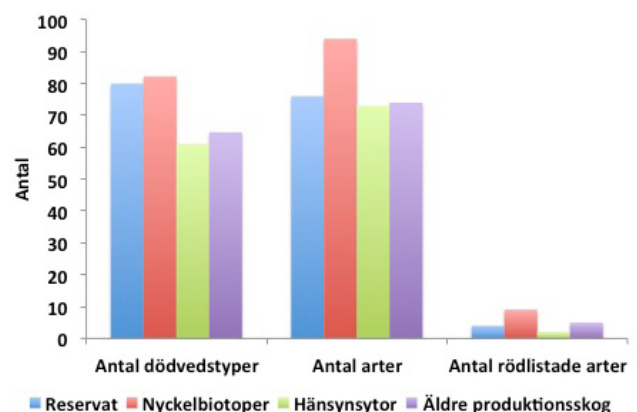
Även produktionsskogen är rik på arter

Ett intressant och viktigt resultat var att den gamla produktionsskogen ibland var väldigt artrik. Antalet rödlistade arter som hittades i dessa bestånd skiljde sig inte statistiskt från reservaten och nyckelbiotoperna, men variationen mellan bestånden var stor. Forskarna menar att det är viktigt att ha en



Spår av sextandad barkborre, *Pityogenes chalcographus*. En art som var speciellt förekommande i hänsynsytorerna. Foto: James Lindsey, Wikipedia commons.

bra och anpassad avverkningsplanering då de gamla skogarna ska avverkas. Höga biologiska världen kan finnas i dessa bestånd, som kommer att ersättas med nya som sannolikt inte blir lika gamla innan de avverkas. ■



Nyckelbiotoperna hyste flest antal arter, flest rödlistade arter och mest död ved.

Risk för vindfällning sträcker sig långt in i kvarlämnade trädgrupper av gammal gran

Ett referat av: Esseen, P. A. 1994. Tree mortality patterns after experimental fragmentation of an old-growth conifer forest. Biological Conservation 68, 19-28.

Kanteffekter i trädgrupper med gammal granskog studerades under en femårsperiod i nordvästra Norrland. Kraftiga vindar första hösten gjorde att många träd blåste omkull. Störst blev vindskadorna i den minsta ytan (1/16 ha) där 98 % av träden blåst omkull då försöket avslutades. I den största ytan (1 ha) blåste 30 % av träden omkull under samma period. Kanteffekterna i trädgrupper upp till 1 ha var mycket tydliga i försöket.

Gardfjället i Västerbotten

Försöket bestod av 5 ytor med kvarlämnade trädgrupper av varierande storlek (1/16 – 1 ha stora) i en grandominerad skog där den omkringliggande skogen slutavverkades. Hygget var 41 hektar stort och låg fjällnära (530–580 möh). Tre referensytor lades ut i intilliggande, sammanhängande skog.

Typisk gammelskog

Skogen i försöksområdet var flerskiktad, inrymde gamla och stora granar och en hög andel döda träd och lågor. Träden bestod till övervägande del av gran med inslag av björk och andra lövräd. Andelen döda träd var större för lövträden än för granen.

Starka västliga vindar

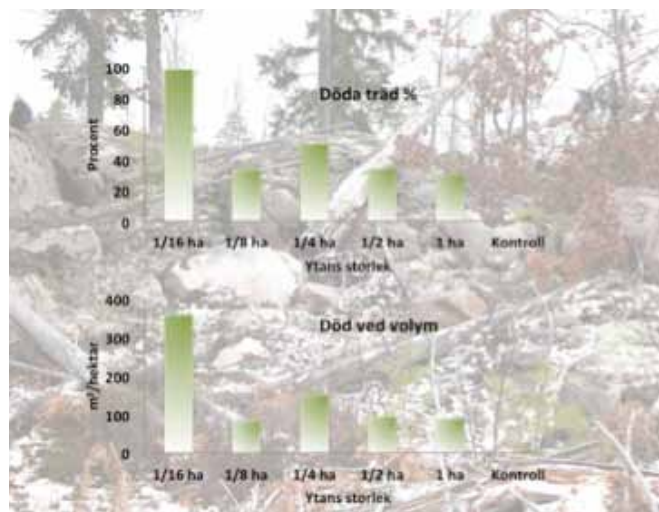
De första månaderna efter avverkningen hände inte så mycket i försöksytorna. Men två oktoberdagar med starka västliga vindar orsakade sedan omfattande stormfällning och skador i samtliga försöksytorna. Störst blev skadan i den minsta ytan (98 % fällda träd) och bäst klarade sig den största ytan med 30 % fällda träd. I referensytorna dog mellan 2–6 % av träden under hela försöksperioden. Vindstyrkan (11 m/s under vid en mätstation på 10 mils avstånd) var inte extrem för området men kanteffekterna blev kraftiga i trädgrupperna.

Skador av olika slag

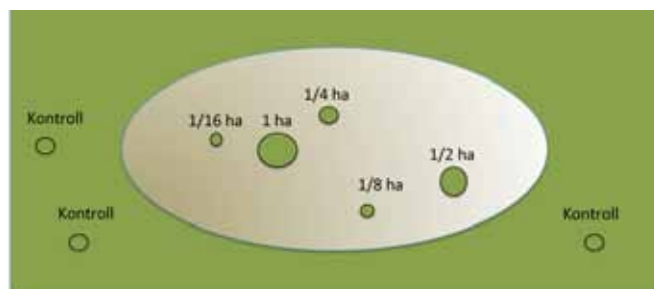
Granarna skadades i lite högre utsträckning än björkarna. Den vanligaste skadetyper var vindfällning (67 %) följt av stambrott (24 %). De träd som drabbades av stambrott var ofta rötade. I försöksytorna var det de stora träden som var mest utsatta för skador och dog medan träd i alla storleksklasser dog i referensytorna där skogen var sluten.

Rotvältor blottar jord

Rotvältor gjorde att stora ytor jord blottades i försöksytorna (3–8 %) medan knappast någon jord alls blottades i referensytorna. Störst jordyta blottades i den minsta försöksytan (1/16 ha) där i stort sett alla träd blåste omkull. Varje träd blottade i snitt en drygt 2 m² stor jordyta. Meterdjupa sår i marken uppstod där träden vält. Ju större träd desto större markskada.



I de minsta ytorna dog nästan alla träden, men skadorna var stora även i trädgrupper på 1 hektar.



Fem runda försöksytor av olika storlek lämnades kvar i samband med avverkning. Det kortaste avståndet från någon yta till intilliggande skog var 80 meter.

Efter 5 år var jordytan som regel täckt med mossor och kärlväxter som mjölkört, hönsbär och vårfryle.

Tydliga kanteffekter

Kvarlämnade ytor (< 1 ha) med gammal granskog i höghöjdsområden kan fungera som rena kanthabitat. Kanteffekterna i försöket var tydliga mer än 50 meter in i ytorna. Kanteffekterna bestod förutom av vindfällna träd även av skadade träd, stor mängd blottlagd jord och en stor mängd död ved i de utsatta områdena. Även artsammansättningen i fältskikt och trädskikt påverkades kraftigt. ■

En uppföljning av försöket gjordes 13 år senare och presenteras i Jönsson et al. 2007.

Många vindfällnen i lämnade trädgrupper

Ett referat av: Hautala, H. & Vanha-Majamaa, I. 2006. Immediate tree uprooting after retention-felling in a coniferous boreal forest in Fennoscandia. Canadian Journal of Forest Research 36, 3167-3172.

Hur många träd lämnade som naturhänsyn står kvar efter ett, två och tre år? Och spelar det någon roll om trädgrupperna står på torvmark eller fastmark? Ett försök i sydöstra Finland visar att vindfällning i trädgrupper dominerade av gran är betydande de första åren efter att den omgivande skogen avverkats. Risken för vindfällning är mer än tre gånger så stor på torvmark som på fastmark.

Försök i södra Savolax

Elva bestånd på torvmark och 8 bestånd på fastmark i sydöstra Finland ingick i försöket. Skogen bestod av gran med ett litet inslag av björk. Torvmarksskogen hade mer död ved (16 m³/ha) än fastmarksskogen (2 m³/ha) och var blötare och något mer varierad. I övrigt var skillnaderna små. Olika stora trädgrupper valdes ut och sparades i samband med avverkningen. På torvmarken följde de kvarlämnade trädgrupperna biotopens utseende medan trädgrupperna på fastmarken gjordes cirkulära. De kvarlämnade trädgrupperna på torvmark var i genomsnitt 0,2 ha medan de på fastmarken var 0,06 ha.

Många vindfällnen även med normal vind

Efter det första året var det inga stora skillnader i vindfällningen mellan de olika marktyperna, men skillnaderna tilltog efter andra och tredje året. Då försöket avslutades hade en nästan dubbelt så hög andel av träden fällts på torvmarken (48 %) jämfört med på fastmarken (15 %). Se tabell 1.

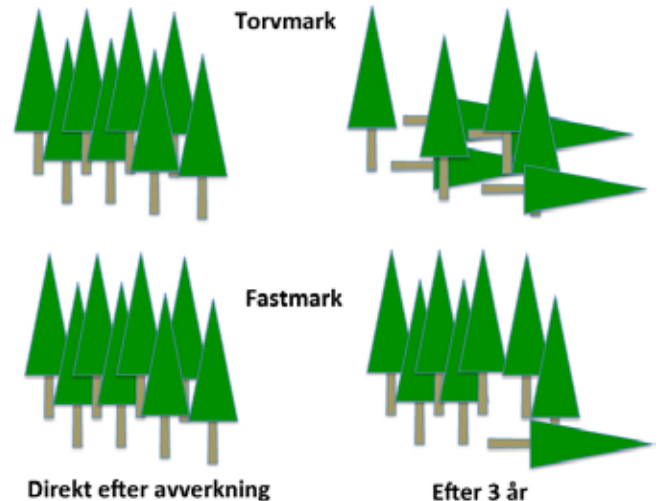
Vindfällda träd (%)	1999	2000	2001
Torvmark	7	39	47
Fastmark	2	12	13

Tabell 1. Andel vindfällda träd i kvarlämnade trädgrupper på torvmark respektive fastmark ett, två och tre år efter avverkning.

Granarna blåste omkull i något högre utsträckning än björkarna. Formen eller storleken på trädgruppen verkade inte ha någon betydelse. Vindarna i området var under hela försöksperioden normala och överskred aldrig 10 meter/sekund.

Risken för vindfällning stor, särskilt på torvmark

Precis som forskarna misstänkt så var risken för vindfällning i kvarlämnade trädgrupper stor de närmaste åren efter avverkning. Särskilt tydlig blev effekten på torvmark. Författarna skriver att torvmarkerna är både våta och steniga vilket ökar risken för vindfällning. Granen har dessutom ett yttligare rotsystem än många andra trädslag vilket ytterligare bidrar till risken för vindfällning.



På våtmarken föll nästan hälften av träden inom 3 år, på fastmarken ungefär ett av åtta.

Författarna diskuterar att de lämnade trädgrupperna bör vara tillräckligt stora, minst de 0,06-0,2 hektar som användes i studien. Mindre träd bör också lämnas i ytterkanten av trädgruppen för att minska risken för vindfällning. Dessa förslag hade dock inte något stöd i försöket. ■

Många av träden i hänsynsytor dör de första åren, särskilt om hyggena bränns

Ett referat av: Heikkala, O., Suominen, M., Junninen, K., Hämäläinen, A. & Kouki, J. 2014. Effects of retention level and fire on retention tree dynamics in boreal forests. *Forest Ecology and Management* 328, 193-201.

I ett finländskt talldominerat naturhänsynsexperiment brändes hälften av hyggena. På de obrända hyggena hade en tredjedel av träden i hänsynsytorna dött efter 10 år. På de brända hade 80 % av träden dött under samma period. På de obrända hyggena var takten i dödligheten jämn över åren medan på de brända hyggena dog de flesta av träden de första åren.

Många träd i hänsynsytor dör och faller till marken. Detta behöver inte vara negativt för den biologiska mångfalden eftersom död ved då skapas, ett substrat som många arter är beroende av. Det är ändå viktigt med kunskap kring storleken och takten i avdöendet och hur det är kopplat till hänsynsnivå och eventuell skötsel. För arter knutna till levande träd är det till exempel inte önskvärt att alla träd dör väldigt snabbt. Studien utfördes i det s.k. FIRE-experimentet som ligger i östra Finland. Skogen var talldominerad och två nivåer på hänsyn lämnades: 10 m³/ha (3 % av volymen) och 50 m³/ha (17 % av volymen), som hänsynsytor. Hälften av ytorna brändes. Vid experimentets början mättes alla träd i hänsynsytorna in direkt efter avverkningen och mätningen upprepades flera gånger under en 10-årsperiod. Totalt följdes 2758 träd med en medeldiameter i brösthöjd på 19 cm och en medelhöjd på 15 m.

Forskarna ville besvara tre frågor:

1) Hur snabbt dör och faller träden efter avverkning?

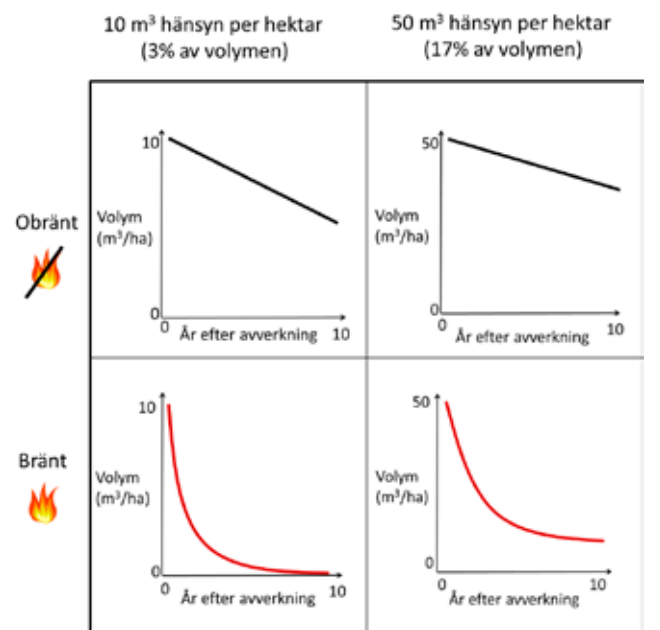
Efter 10 år hade omkring en tredjedel av träden dött i de obrända hänsynsytorna. Dödligheten var ganska jämn mellan åren. Det fanns ingen statistisk skillnad i graden av avdöende mellan den låga och höga hänsynsnivån.

2) Påverkar bränning av hänsynsytorna takten i avdöendet?

Bränningen ökade i hög grad totala avdöendet och också takten i avdöendet. Mer än 80 % av träden i de brända hänsynsytorna hade dött efter 10 år och nästan hälften dog direkt efter branden. På hyggen med 3 % hänsyn hade nästan alla träd dött redan efter fyra år och efter tio år hade bara en enda tall överlevt. På hyggen med högre hänsynsnivå (17 %) överlevde träden längre och efter fyra år hade volymen minskat till 75 %. Författarna tror att skillnaden mellan hänsynsnivåerna berodde på att brandintensiteten var högre i ytorna på hyggena med lägre nivåer eftersom hänsynsytorna där var något mindre i storlek.

3) Skiljer sig avgångstakten mellan olika trädslag?

Ingen skillnad fanns i dödlighet för levande träd mellan olika trädslag i de obrända ytorna. Effekten av bränning var lägre



Volym levande träd på hyggen med och utan bränning under en 10-årsperiod efter avverkning, för två hänsynsnivåer (10 m³ per hektar resp. 50 m³ per hektar) där all hänsyn utgjordes av hänsynsytor.

för tall jämfört med andra trädslag och detta gällde för båda hänsynsnivåerna. 10 år efter bränningen fanns inga lövträd kvar på de brända ytorna och bara några granar.

Bränning i kombination med 10-20% hänsyn kan vara ett bra alternativ

Att bränna hyggen med små hänsynsytor kan vara mycket negativt för arter som är knutna till levande träd, eftersom nästan alla träden dör snabbt. Författarna anser att hänsynsnivåer på 10-20 % i kombination med bränning ger ett bra resultat eftersom variationen i substrat då blir hög och att variationen kvarstår under en lång tid. ■

Skogslevande mossor växer sämre i solexponerade kantzoner

Ett referat av: Hylander, K. 2005. Aspects modifies the magnitude of edge effects on bryophyte growth in boreal forests. Journal of Applied Ecology 42, 518-525.

Husmossors tillväxt är en bra indikator på förändringar i mikroklimatet. I ett experiment i mellersta Norrland hade husmossorna lägre tillväxt i sydexponerade kantzoner mot hygge jämfört med nordexponerade. Kantzonseffekten sträckte sig 15-16 meter in i beståndet för vanlig husmossa och 35-37 meter för arten mörk husmossa. Studien tyder på att kantzoner är viktiga att beakta i ett landskapsperspektiv eftersom hygget påverkar mer än själva hyggesarealen.

Transplanterade husmossor i kantzoner

Studiens syfte var att undersöka hur kantzoner mot hyggen påverkas av kantens exposition (syd- eller nordvänt), trädhöjd, hyggesstorlek och andra miljöfaktorer. Kanteffekternas djup (hur långt de tränger in i skogen) undersöktes också. Som indikator på de mikroklimatiska förändringarna användes två arter av husmossor (vanlig husmossa, *Hylocomium splendens*, och mörk husmossa, *Hylocomium umbratum*) som var planterade i plastkrukor. Husmossorna är bra indikatorer eftersom de tål nedtorkning till en viss gräns, men sedan fortsätter att växa när förhållandena är mer gynnsamma. Husmossors tillväxt är också lätt att mäta eftersom de producerar en ny "våning" varje år. Tillväxten under en definierad period blir därför ett mått på hur mycket klimatet förändras jämfört med den slutna skogen.

I mellersta Norrland valdes mogna grandominerade bestånd ut som hade en tydlig kant mot ett hygge. Skogarna hade alla ett bottenlager med hus- och väggmossa. Totalt undersöktes åtta kantzoner mot norr och nordost, och åtta mot syd och sydväst. I varje kanton placerades plastkrukor med de båda husmossarterna längs transekter från hygget och upp till 80 meter in i beståndet. Mossorna placerades ut sommaren 2000, 2-5 år efter hyggesupptagningen, och efter tre månader samlades de in för mätning av tillväxten.

Kanteffektens djup definierades som det avstånd där tillväxten var 80-90 % av den maximala tillväxten.

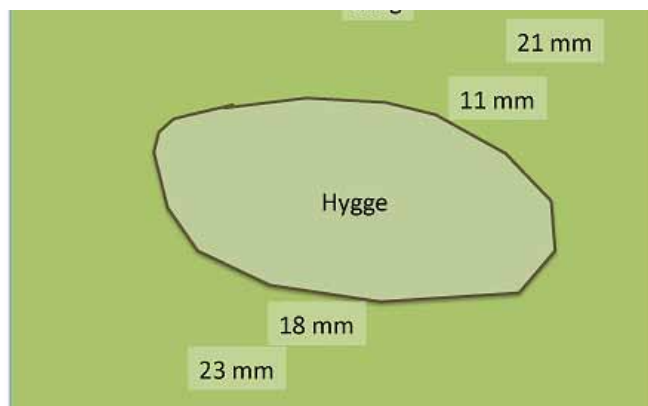
Störst förändring i sydexponerade kanter

Mossornas tillväxt var som lägst i de kanter som vatte mot söder, och det gällde både vanlig och mörk husmossa. Tillväxten var 52 % respektive 31 % av den tillväxt som mättes längre in i skogen. För de nordexponerade kanterna var tillväxten 78 % respektive 66 % för de båda mossarterna.

Kanteffekten visade sig vara djupare för mörk husmossa än vanlig husmossa. Gränsen för tillväxt motsvarande 90 % av full tillväxt gick vid 15-16 meter för husmossa och 35-37 meter för mörk husmossa. Däremot gick det inte att statistiskt fastställa om kanteffekten sträckte sig längre i syd- jämfört med nordexponerade skogskanter.



Tillväxten av husmossor (bilden visar vanlig husmossa *Hylocomium splendens*) mättes i kantzoner mot hygge. Foto Walter Siegmund, Wikipedia Commons.



Husmossans tillväxt i zonen närmast hygget (0-4 m) och längre in i beståndet (45-80 m). Husmossan växte sämst i den sydexponerade kantonen.

Naturhänsyn måste beakta exposition

Författaren drar slutsatsen att mossornas tillväxt i krukorna ger ett bra mått på de komplexa mikroklimatiska effekterna. Ofta kan det vara svårt att mäta dessa på ett rättvist sätt, eftersom solljus, temperatur, vind och luftfuktighet samvarierar för att skapa det klimat som bottenlagret påverkas av.

Det var tydligt att sydexponerade (och därmed mer solbelysta) kanter var mer påverkade än nordexponerade. Liknande resultat har noterats i andra studier för lavar. Det var också tydligt att effekten sträckte sig in i beståndet, och det är något som måste beaktas när man tittar på hyggeskanter i ett landskapsperspektiv. Författaren föreslår att man bör lämna bredare buffertzoner med träd mellan skog och hygge i de sydexponerade kanterna. Det gäller inte minst när man lämnar hänsynsytor. ■

Både bränning och kvarlämnade träd gynnar vedlevande skalbaggar direkt efter avverkning

Ett referat av: Hyvärinen, E., Kouki, J., Martikainen, P. & Lappalainen, H. 2005. Short-term effects of controlled burning and green-tree retention on beetle (Coleoptera) assemblages in managed boreal forests. *Forest Ecology and Management* 212, 315-332.

Kontrollerad bränning och lämnade trädgrupper påverkar artsammansättningen av skalbaggar i boreal skog. Det visar ett försök från östra Finland där man såg tydliga effekter redan en månad efter avverkning och bränning. Rödlistade skalbaggar och andra ovanliga vedlevande skalbaggar ökade i antal efter bränning. Minst påverkades artsammansättningen på ytor som inte brändes och där ett stort antal träd lämnades kvar. Bränning och kvarlämnade träd kan förbättra levnadsförutsättningarna för många vedberoende arter i skogen.

Storskaligt försök i östra Finland

Försöket utfördes i talldominerad skog i östra Finland undersökte en grupp forskare effekterna av kontrollerad bränning och lämnande av trädgrupper för skalbaggsfaunan. I 24 olika områden (3-5 ha stora) lämnades 0, 10 eller 50 m³ skog kvar per hektar samt ett kontrollvid avverkningen. Avverkningen gjordes under vintern, och i juni brändes sedan hälften av ytorna i varje försöksled. En månad senare uppmätte man mellan 5 och 10 m³ nydöd ved i de brända områdena.

Skalbaggarna uppskattade förändringarna

Tio fönsterfallor sattes ut i varje försöksyta året före avverkning och bränning och sedan direkt efter bränningen. Insamlingen pågick en knapp månad efter bränningen. Såväl antalet arter som antalet individer av skalbaggar ökade i försöksområdet efter de utförda åtgärderna. Sammanlagt fångades 34 175 skalbaggsindivider av 740 arter.

De fångade skalbaggarna delades in i olika grupper: vedlevande, icke vedlevande, ovanliga vedlevande, ovanliga icke vedlevande och rödlistade skalbaggar. I stort sett samtliga grupper ökade i antal arter efter avverkning och/eller bränning. I kontrolledet minskade däremot artantalet.

Bränning ökar individantalet skalbaggar

Antalet individer ökade rejält efter avverkning och bränning för alla grupper utom de ovanliga icke vedlevande arterna som knappast påverkades alls. De vedlevande (både rödlistade och ovanliga) arterna ökade mest i antal efter bränningen. I kontrolledet, där skogen inte avverkats, kunde man däremot inte se någon förändring i individantalet.

Vinnare och förlorare

Artsammansättningen av skalbaggar skiljde sig åt mellan de olika försöksleden vilket visar att bränningsgraden och träd mängden hade betydelse för vilken uppsättning skalbaggar man fick. Skillnaderna kunde man se hos såväl vedlevande som icke vedlevande skalbaggar. Bland skalbaggarna fanns



Skalbaggen korthårig kulhalsbock (*Acmaeops septentrionis*) var en av de arter som ökade mycket i de brända delarna. Foto: Wikipedia commons.



Artantal av rödlistade skalbaggar efter avverkning och bränning.

både vinnare och förlorare. Ett femtiotal arter i studien ökade mer än tiofaldigt i antal efter avverkning och bränning medan ett tjugotal andra arter minskade till mindre än en tiondel av sitt ursprungliga antal. Däremot hittades endast små skillnader mellan de tre hänsynsnivåerna.

Bland de rödlistade arterna försvann fem av de tio arter som fanns före avverkningen. Däremot tillkom 14 nya rödlistade arter, varav några i större mängd. Platt punktbagge (*Sacium pusilla*), korthårig kulhalsbock (*Acmaeops septentrionis*; se bilden) och kantad kulhalsbock (*A. marginata*), som alla finns på den svenska rödlistan, tillhörde de 20 främsta kolonisatörerna. Dessa arter ökade framför allt på brända ytor.

Bränning och lämnade träd gör nytta

Författarna menar med stöd av sina resultat att kontrollerad bränning och kvarlämnade träd vid avverkning snabbt kan bidra till att förbättra förutsättningarna för vedlevande skalbaggar i skogen. Försöket beskriver effekterna den första månaden efter bränning och kvarlämnande av träd. ■

I en senare uppsats belyser författarna effekterna på skalbaggar av bränning och kvarlämnade träd två år efter utförda åtgärder, se: Hyvärinen et al. 2006.

Brand och lämnade trädgrupper gynnar rödlistade och ovanliga vedlevande skalbaggar i boreal skog i Finland

Ett referat av: Hyvärinen, E., Kouki, J. & Martikainen, P. 2006. Fire and green-tree retention in conservation of red-listed and rare deadwood-dependent beetles in Finnish boreal forests. *Conservation Biology* 20, 1711-1719.

Finska forskare visade i ett storskaligt försök i östra Finland att rödlistade skalbaggar och andra ovanliga vedlevande skalbaggar ökar omedelbart efter bränning och lämnande av trädgrupper. Nu återkommer de med resultat som visar att antalet rödlistade och ovanliga vedlevande skalbaggar fortsätter att öka i de brända områdena också under det andra året. I obrända områden sker däremot en viss minskning av artantalet jämfört med föregående år. Slutsatsen är att bränning och lämnade träd kan förbättra levnadsförutsättningarna för många vedlevande arter i skogen.

Storskaligt försök i östra Finland

Försöket utfördes i talldominerad skog i östra Finland. I 24 olika områden (3-5 ha stora) lämnades 0, 10 eller 50 m³ skog per hektar kvar efter avverkning. Ett kontrollområde utan avverkning lämnades också. Hälften av ytorna brändes sedan.

Skalbaggar fångades före, direkt efter och under andra året

I varje försöksyta sattes fönsterfallor ut året före avverkning och bränning, direkt efter bränningen och under sommaren året därpå. I det andra årets uppföljning fokuserade man på rödlistade skalbaggar och ovanliga vedlevande skalbaggar (betecknade som "ROV").

Hälften av arterna var samma före och efter

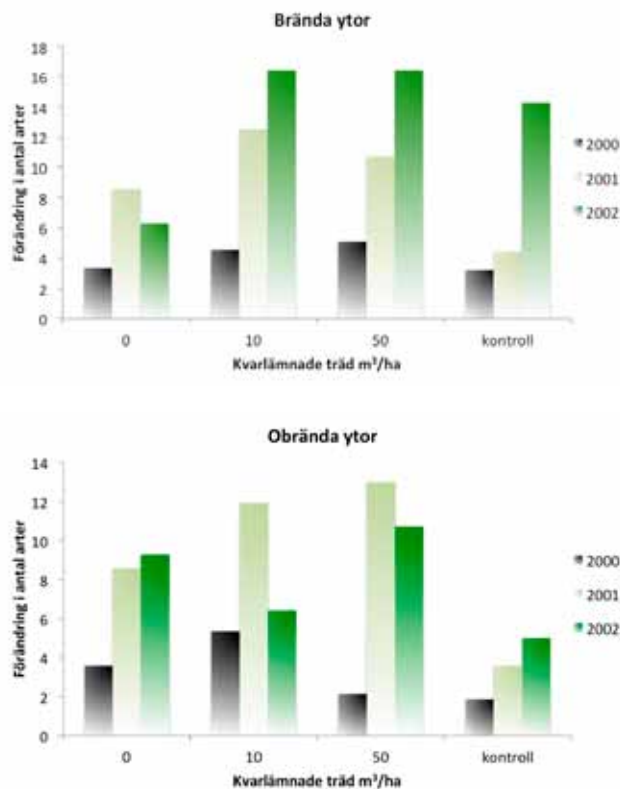
Sammanlagt 2107 skalbaggsindivider av 84 ROV-arter fångades under de tre fångstperioderna. Av dessa var 36 arter rödlistade och de återstående 48 arterna ovanliga, men inte rödlistade. Ungefär hälften av de 84 arterna fångades både före och efter avverkning och bränning medan den andra hälften förekom antingen före eller efter utförda åtgärder.

Arterna fortsatte att öka i brända områden

Antalet ROV-arter fortsatte att öka det andra året i de brända områdena. Man kunde också se att skalbaggar andra året i högre utsträckning drogs till områdena med lämnade trädgrupper. I de brända områdena var antalet ROV-arter högre än i icke brända områden såväl första som andra året efter bränningen.

En fjärdedel av de rödlistade arterna brandberoende

Av de rödlistade arterna som fångades i försöket var en fjärdedel direkt brandberoende (pyrofila). De pyrofila arterna utgjorde 99 % av individantalet rödlistade arter det första året och 73 % det andra året. Proportionerna i de obrända områdena var 73 % respektive 32 %. Kolsvart trädbasbagge (*Sphae-*



Figuren visar hur antalet arter av rödlistade och ovanliga vedlevande skalbaggar (ROV) har ökat efter behandlingen. Kontroll= bränt eller obränt område utan avverkning. Observera att skalorna på y-axeln skiljer sig åt.

riestes stockmanni) och platt punktbagge (*Clypastraea pusilla*) var de numerärt mest vanliga ROV-arterna i försöket.

Bränning och lämnade träd är bra naturvård

Författarna menar med stöd av sina resultat att kontrollerad bränning och kvarlämnade träd vid avverkning snabbt kan bidra till att förbättra förutsättningarna för vedlevande skalbaggar i skogen. Försöket beskriver effekterna efter ett och två år. Författarna drar dock inga slutsatser om vilken nivå av lämnad hänsyn som är tillräcklig, men konstaterar att även några få kubikmeter ger effekt. ■

I en tidigare uppsats beskriver författarna effekten på skalbaggsfaunan den första säsongen efter avverkning och bränning: Hyvärinen et al. 2005.

Tallar som lämnas vid slutavverkning är värdefulla för lavfloran men brand är negativt

Ett referat av: Hämäläinen, A., Kouki, J. & Löhmus, P. 2014. The value of retained Scots pines and their dead wood legacies for lichen diversity in clear-cut forests: The effects of retention level and prescribed burning. *Forest Ecology and Management* 324, 89-100.

Ett 11-årigt finländskt experiment visar att många lavar kan växa på tallar som lämnas som naturhänsyn vid slutavverkning. Totala antalet arter per träd skiljde sig inte mellan olika nivåer på hänsynen (10 m³/ha och 50 m³/ha) och inte heller då jämförelser gjordes med oavverkad skog. Däremot så var antalet arter av små lavar (mikrolavar) lägre i avverkad jämfört med oavverkad skog och vissa arter fanns bara i gammal, orörd skog. Bränning utfördes i vissa delar av experimentet och detta gjorde att totala antalet lavar minskade signifikant.

Talldominerad skog i östra Finland

Lavar registrerades på drygt 200 tallar (levande och döda) i ett experiment i talldominerad skog som hade etablerats 11 år tidigare i trakten av Lieksa i mellersta, östra Finland. Experimentet bestod av avverkning med 10 m³/ha respektive 50 m³/ha kvarlämnade träd och oavverkad skog som referens, med tre upprepningar per behandling. Dessutom brändes en del av dessa områden. De nedersta delarna av stammarna på levande träd, döda stående träd och liggande träd undersöktes.

"Mikrolavar" vanligare i oavverkad skog

Totalt hittades nästan 100 arter lavar och antalet var tämligen lika mellan 10 m³/ha och 50 m³/ha hänsyn och kontrollbestånden. Dock var vissa arter, som knappåslavarna *Calicium parvum* och *Chaenotheca ferruginea*, betydligt vanligare i den oavverkade skogen. Inte heller medelantalet lavararter per träd skiljde sig mellan avverkade och oavverkade områden. Om arterna däremot delades upp i "makrolavar" (stora lavar) och "mikrolavar" (små lavar, skorplavar) så visade det sig att antalet arter mikrolavar var signifikant högre på levande tallar i oavverkad skog jämfört med avverkad skog med 10 m³/ha lämnad hänsyn.

Färre lavararter på brända ytor

Bränning utförs ibland som en naturvårdsmetod på hygen, för att efterlikna naturskogens dynamik och gynna den biologiska mångfalden. Studiens resultat tyder dock på att det kan vara negativt för lavar på levande och döda stående tallar. Medelantalet arter på tallar på brända ytor var signifikant lägre jämfört med obrända ytor. Även artsammansättningen skilde sig betydligt mellan brända och obrända ytor.

Lavarna gynnas av att både döda och levande tallar sparas

Studien visar att lavarna generellt gynnas av att tallar sparas vid slutavverkning, såväl levande som döda. I den här studien hittades t.ex. drygt 70 arter på levande tallar och dessa hade



I studien minskade antalet lavar på tallstammar efter bränning. Foto: Lena Gustafsson.

ju inte funnits om traditionell kalavverkning hade utförts, där alla levande träd tas bort. Vissa lavar är dock mer eller mindre beroende av oavverkad skog, vilket innebär att områden utan skogsbruk är viktiga. En intressant iakttagelse var att en del sällsynta lavar, som garnlav *Alectoria sarmentosa* och grenlav *Evernia mesomorpha*, hade koloniserat döda tallar under experimentets gång. Författarna påpekar att experimentet är för litet för att säkra slutsatser ska kunna dras om vad nivån på hänsynen (10 m³/ha respektive 50 m³/ha kvarlämnade träd) betyder. ■

I ett finländskt experiment räckte inte 17 % hänsyn för att motverka kalhuggningseffekten på markvegetationen

Ett referat av: Johnson, S., Strengbom, J. & Kouki, J. 2014. Low levels of tree retention do not mitigate the effects of clearcutting on ground vegetation dynamics. *Forest Ecology and Management* 330, 67-74.

Markvegetationen följdes 10 år efter avverkning i ett experiment i östra Finland. En del av ytorna brändes. Ingen skillnad i markvegetation kunde påvisas mellan obrända hyggen där ingen hänsyn lämnats, där 3 % lämnats och där 17 % lämnats. Bränning med den högre hänsynsnivån gav en något annorlunda markvegetation jämfört med den lägre nivån och de helt kalavverkade bestånden.

Få studier om naturhänsyn och markvegetation

Förvånansvärt få studier har gjorts i Nordeuropa om hur naturhänsyn vid slutavverkning påverkar markvegetationen. Markvegetationen är viktig för vissa ovanliga arter. En del kärllväxter och mossor som växer på marken är också funktionellt viktiga, t.ex. lingon och blåbär för bärproduktion och vissa mossor som kvävefixerare. Ett av naturhänsynens syften är att kvarlämnade trädgrupper ska kunna fungera som livbåtar och bevara en del av vegetationen från innan avverkningen intakt över hygges- och ungskogsfasen.

10-årigt experiment i Finland



Studien utfördes i det s.k. FIRE-experimentet som ligger i östra Finland. Skogen var talldominerad och två nivåer på hänsyn lämnades: 10 m³/ha (3 % av volymen) och 50 m³/ha (17 % av volymen), som hänsynsytor. Hyggen med 0 % hänsyn och oavverkade äldre skogar utgjorde referens (såväl brända som obrända). Hälften av ytorna brändes. Provytor spriddes ut jämnt över bestånden för att ge en representativ bild av markvegetationen. I provytorna registrerades alla kärllväxter, makrolavar och mossor. Inventering upprepades flera år under en 10-årsperiod.

Kraftig effekt av avverkningen men naturhänsynen påverkade inte

Avverkningen påverkade markvegetationen kraftigt. Efter 10 år var täckningen av blåbär mer än 90 gånger högre och täckningen av husmossa (*Hylocomium splendens*) mer än 8 gånger högre i oavverkade än i avverkade skogar. Avverkningen gynnade bland annat gräset krustätel (*Deschampsia flexuosa*) som efter 10 år hade mer än 40 gånger högre täckning på hyggena än i skogen.

Markvegetationen skiljde sig mycket mellan obrända och brända hyggen. Mossor som brännmossa (*Ceratodon purpureus*) gynnades av bränningen medan t.ex. väggmossa (*Pleurozium schreberi*) missgynnades. Linnea (*Linnea borealis*) försvann helt vid bränningen.

Ingen effekt kunde påvisas på markvegetationen av de två nivåerna på hänsyn i de obrända delarna. Lingon hade dock dubbelt så stor täckning på brända hyggen med 17 % hänsyn jämfört med brända hyggen utmed 0 % eller 3 % hänsyn.

	10 m ³ hänsyn per hektar (3% av volymen)	50 m ³ hänsyn per hektar (17% av volymen)
Obränt 	Ingen effekt på markvegetationen	Ingen effekt på markvegetationen
Bränt 	Ingen effekt på markvegetationen	Viss effekt på markvegetationen

Effekterna var små på markvegetationen jämfört med avverkning helt utan hänsyn. Endast för bränning med 17 % hänsyn kunde viss effekt påvisas.

Sammanlagda effekten över hyggesytorna var i fokus

Författarna påpekar att med experimentets utformning kunde enbart vegetationen studeras övergripande för bestånden, dvs. för de öppna, avverkade ytorna och hänsynsytorerna tillsammans. Skulle hänsynsytorernas vegetation jämföras med de avverkade ytornas skulle resultatet kunna bli annorlunda. Författarna drar slutsatsen att om naturhänsynen ska ha någon effekt på markvegetationen så måste nivåerna höjas i områden med förhållandevis låg hänsyn, t.ex. som är fallet i Nordeuropa. ■

Avdöendet i trädgrupper minskar efter de första årens vindfällning

Ett referat av: Jönsson, M. T., Fraver, S., Jonsson, B. G., Dynesius, M., Rydgard, M. & Esseen, P. A. 2007. Eighteen years of tree mortality and structural change in an experimentally fragmented Norway spruce forest. *Forest Ecology and Management* 242, 306-313.

Små hänsynsytor löper större risk att drabbas av vindfällning än stora ytor, vilket har visats i en tidigare studie från ett långtidsförsök i granskog på Gardfjället i Västerbotten. Under den första femårsperioden dog alla träd i den minsta trädgruppen (1/16 ha) och 28 % i den största ytan (1 ha). I en uppföljande studie har trädgrupperna följts fram till 18 år efter avverkningen. Efter de första fem åren minskade avdöendet betydligt till 1-4 % per år. De flesta träden dog på rot och inte av vindfällning.

Gardfjället i Västerbotten

Försöket som lades ut 1985 bestod av 5 ytor med kvarlämnade trädgrupper av varierande storlek (1/16 - 1 ha stora) i en grandominerad skog 550 m över havet där den omkringliggande skogen slutavverkades. En storm åtta månader efter avverkningen orsakade stor vindfällning i trädgrupperna. Tre referensytor hade lagts ut i den intilliggande, sammanhängande skogen.

Uppföljning 18 år senare

Arton år senare gjordes en uppföljning i området för att beskriva den fortsatta utvecklingen i trädgrupperna. Dödligheten i trädgrupperna hade då, under de senaste 13 åren, sjunkit till i genomsnitt 1- 4 % per år jämfört med 6-20 % under den första femårsperioden. I referensytorna var dödligheten hela tiden densamma, 0,7 %.

Vinden inte längre främsta dödsorsaken

Vinden hade också minskat som främsta dödsorsak i trädgrupperna från 71 % under den första undersökningsperioden till 22 % under den andra perioden. Under den senare perioden var det istället vanligare att träden dog stående på rot (45 %). Fortfarande var dödligheten störst i de västliga delarna av trädgrupperna till följd av de förhärskande västliga vindarna. De grövre träden fortsatte också att ha en högre dödlighet än de med en lägre diameter.

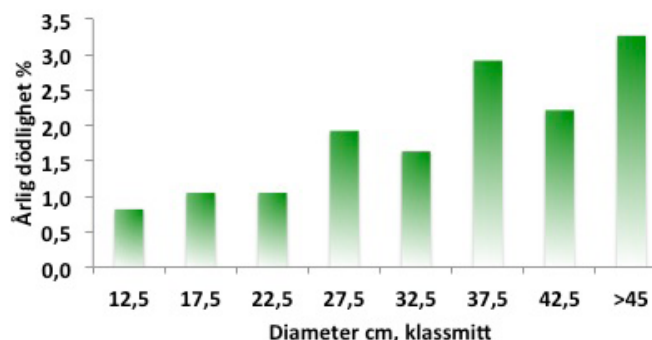
Mycket död ved i trädgrupperna

Sedan försöket startade hade mängden död ved (≥ 10 cm) ökat med $132 \text{ m}^3/\text{ha}$ i trädgrupperna medan tillskottet under samma period var $32 \text{ m}^3/\text{ha}$ i den intilliggande, oskötta skogen. Författarna diskuterar möjligheten att höga mängder död ved i trädgrupper skulle kunna kompensera för de lägre volymerna död ved i medelålders skog. Trädgrupper upp till 1 ha i storlek i vindutsatta höjdlägen påverkas tydligt av kanteffekter och erbjuder inte samma miljö som den slutna skogen. ■

Den första femårsperioden av försöket beskrivs i: Esseen, P. A. (1994). Tree mortality patterns after experimental fragmentation of an old-growth conifer forest. *Biological Conservation* 68; 19-28



Hänsynsytor med gran i exponerade lägen drabbas ofta av vindfällning de första åren. Studien visar att avdöendet fortsätter men i lägre omfattning de följande åren. Foto: Lena Gustafsson.



Dödligheten under perioden 5-18 år var störst bland de grova träden, precis som under den första femårsperioden

Jordlöparnas artsammansättning förändras efter avverkning

Ett referat av: Koivula, M. 2002. Alternative harvesting methods and boreal carabid beetles (Coleoptera, Carabidae). Forest Ecology and Management 167, 103-121.

Artsammansättningen av jordlöpare förändras olika mycket och olika snabbt efter avverkning, beroende på hur avverkningen görs. Ju mer virke som tas ut, desto mer förändras skalbaggsfaunan. På helt kalavverkade ytor var generalisterna flest i antal. Med luckhugning och lämnade trädgrupper klarar sig skogsberoende arter bättre. En annan faktor som påverkar jordlöparna är graden av fuktighet. Det visade en finsk studie.

Jordlöpare är bra indikatorer

Jordlöpare är ganska vanliga i boreal skog och de har tydliga krav på sin miljö. Det gör dem till lämpliga studieobjekt för olika miljöförändringar. I ett försök i centrala Finland följdes förändringarna i skalbaggsfaunan under tre somrar efter olika hårda avverkningar. I åtta områden lade man ut vardera fyra ytor där en yta kalavverkades helt, på en annan lämnades trädgrupper, på en tredje togs bara mindre luckor upp och den fjärde ytan fungerade som kontroll (oavverkad skog).

Närmare 22 000 jordlöpare av 47 arter fångades

I nergrävda fallfällor, 6 på varje yta, fångades närmare 22 000 jordlöpare av 47 olika arter under den tid försöket pågick. Dessutom fångades 2,5 miljoner röda skogsmyror. *Calathus micropterus* (skogsmarklöpare) och *Pterostichus oblongopunctatus* (skogsvartlöpare) utgjorde tillsammans 66 % av de fångade jordlöparna. Femton arter jordlöpare fångades i mer än 100 exemplar vardera.

Stora skillnader mellan olika ytor

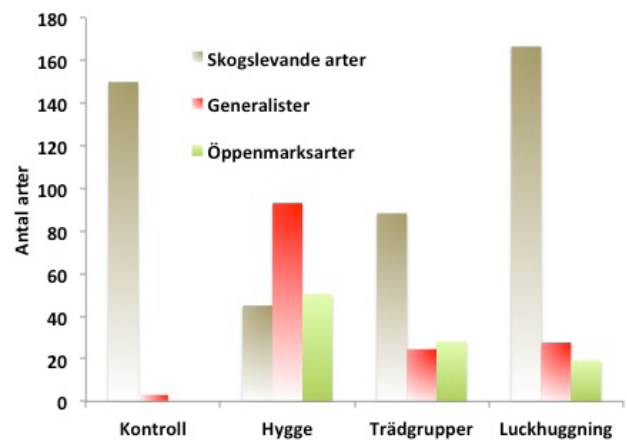
Det var stora skillnader i fångsterna av skalbaggar mellan olika ytor och även mellan olika år. Den största förändringen kunde man se på de ytor som kalavverkats helt. Där ökade såväl öppenmarksarter som generalister bland jordlöparna, särskilt andra och tredje sommaren efter avverkningen. Minst förändrades jordlöparfaunan i de områden där skogen bara avverkats i mindre luckor, men även dit hade öppenmarksarterna hittat den tredje sommaren.

En del har svårt att flytta på sig

De förändringar i artsammansättningen av jordlöpare som man kunde se i försöket redan de första åren efter avverkning tyder på att flertalet jordlöpare, åtminstone bland generalisterna och öppenmarksarterna, är bra på att förflytta sig. Men det finns andra arter, speciellt bland skogsarterna, som saknar flygförmåga. Sådana arter har svårare att anpassa sig till förändringar i landskapet, och är därför beroende av ett nätverk av mogen skog för sin spridning. ■



Trädgårdslöpare (*Carabus hortensis*) är exempel på en art som förflyttar sig på marken. Den trivs i mogen skog och minskade efter avverkning i studien. Om det finns lämpliga substrat i närheten av hygget ökar chansen att den kan sprida sig. Foto: Sigyn, Wikipedia commons..



Sammansättningen av infångade skalbaggar under tredje säsongen efter avverkning. Staplarna visar antal individer av de arter som klassats som skogslevande, generalister och öppenmarksarter.

Fler jordlöpararter med bränning på hygget

Ett referat av: Martikainen, P., Kouki, J. & Heikkala, O. 2006a. The effects of green tree retention and subsequent prescribed burning on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in boreal pine-dominated forests. *Ecography* 29, 659-670.

I ett storskaligt finskt försök studerades effekten av kvarlämnade träd och bränning för jordlöpare (en familj skalbaggar) i talldominerad, boreal skog. Såväl antalet arter som individer påverkades positivt av framför allt bränning men också av kvarlämnade träd. Många arter koncentrerades till de brända ytorna, däremot hade kvarlämnade träd mindre betydelse. Författarna menar att jordlöpare är väl anpassade till störningar och att bränning är en viktig åtgärd för att behålla mångfalden av dessa arter

Storskaligt försök i östra Finland

I ett försök i talldominerad skog i östra Finland undersökte en forskargrupp effekterna av kontrollerad bränning och lämnade trädgrupper på jordlöpare. Denna grupp skalbaggar valdes som studieobjekt eftersom deras reaktion på olika skogsbruksåtgärder är välkända.

I 24 olika områden (3-5 ha stora) lämnades 0, 10 eller 50 m³ skog kvar per hektar, plus opåverkade kontroller, i samband med avverkning. Hälften av områdena brändes därefter.

5770 jordlöpare av 63 olika arter

Under fyra månader året efter avverkningen och bränningen fångades jordlöpare i fallfällor, placerade i marknivå. Sammanlagt fångades 5770 jordlöpare av 63 olika arter.

Nordsvartlöparen, *Pterostichus adstrictus*, utgjorde 60 % av individerna och var den i särklass vanligaste skalbaggsarten i försöket. Skogsmarklöpare, *Calathus micropterus*, och skogsvartlöpare, *Pterostichus oblongopunctatus*, utgjorde tillsammans ytterligare 20 % av fångsten. Sextio andra arter delade på de återstående 20 procenten.

Bränning bra för jordlöpare

Antalet insekter ökade signifikant på samtliga de brända ytorna. Nordsvartlöparen ökade nästan explosionsartat. Då nordsvartlöparen exkluderades ur analysen kunde man se att kombinationen av kvarlämnade träd och bränning gynnade även andra jordlöpare, både i antal individer och arter.

Jordlöpare ofta störningsanpassade

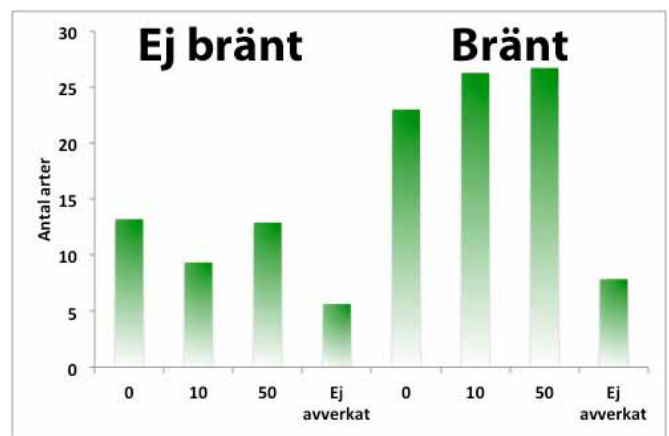
För 26 arter som förekom med fler än 10 individer i fallfångsterna studerades också miljöpreferenser. Fyra arter var förknippade med opåverkad skog.

Två arter påverkades inte av täckningsgraden av skog medan de övriga 20 arterna bara hade fångats på avverkade ytor. Huvuddelen av dessa 20 arter drogs dessutom till de brända ytorna.

Författarna menar därför att jordlöpare som regel är väl anpassade till störningar och att brand är en viktig åtgärd för att behålla mångfalden arter av jordlöpare. ■



Nordsvartlöparen (*Pterostichus adstrictus*) är en brandgynnad jordlöpare, och den som fångades i absolut störst individantal. Foto: D. Siga, Wikipedia commons.



Antal arter som fångades i och utanför trädgrupperna på de ytor där 10 och 50 m³ lämnats per hektar.

Märgborren ingen stor fara efter lämnande av trädgrupper och kontrollerad bränning i boreal tallskog

Ett referat av: Martikainen, P., Kouki, J., Heikkala, O., Hyvärinen, E. & Lappalainen, H. 2006b. Effects of green tree retention and prescribed burning on the crown damage caused by the pine shoot beetles (*Tomicus* spp.) in pine-dominated timber harvest areas. *Journal of Applied Entomology* 130, 37-44.

Kvarlämnade trädgrupper i samband med avverkning och kontrollerad bränning verkar inte ha någon påtaglig effekt på populationsstorlekarna av större och mindre märgborre i talldominerad boreal skog. Det är resultatet av en finsk studie där man följt märgborrarnas utveckling i ett storskaligt fältförsök två och tre år efter utförda åtgärder. Nivåerna av märgborrar liknar de vid andra skogliga åtgärder som gallring och slutavverkning.

Storskaligt försök i östra Finland

I ett försök i talldominerad skog i östra Finland undersökte en forskargrupp effekterna av kontrollerad bränning och lämnande av trädgrupper på märgborrar (*Tomicus piniperda* och *T. minor*). Större utbrott av dessa arter kan ge betydande tillväxtnedsättningar på tall och därför behövs mer kunskap om hur de reagerar på nya skötselmetoder.

I 24 olika områden (3-5 ha stora) lämnades 0, 10 eller 50 m³ skog kvar per hektar samt ett opåverkat kontrollområde i samband med avverkning. Hälften av ytorna brändes sedan. Huvuddelen av träden i de kvarlämnade trädgrupperna hann dö till följd av bränningen fram till andra hösten efter bränningen.

Märgborrars närvaro studerades

Flygande insekter fångades i insektsfallor i samtliga försöksytorna året före avverkning och bränning och de två därpå följande somrarna. Dessutom räknades tallskott som brutits av märgborrar och fallit till marken andra och tredje sommaren efter åtgärderna. Även larvgångar av märgborrar räknades på ett antal grövre tallar som dött av bränningen.

Fler märgborrar men begränsade skador

Endast ett fåtal märgborrar fångades i försöksytorna före avverkning och bränning. Efter åtgärderna ökade framför allt den större märgborrens antal på de obrända ytorna. Även antalet larvgångar av såväl större som mindre märgborre var väsentligt högre på de obrända ytorna än på de brända.

Som mest hittades inte mindre än 18 000 tallskott per ha på marken (ca 36 skott per tall). Det kan tyckas mycket men det bör enligt författarna inte ge några allvarliga tillväxtnedsättningar. Antalet tallskott på marken var som regel störst 10-20 meter in i den angränsande skogen för att plana ut till bakgrundsnivån vid 80-100 meters avstånd från de avverkade ytorna. Skillnaderna mellan de olika försöksleden var små. Antalet tallskott på marken var klart färre det tredje året än det andra året.



Större märgborren gräper ur skotten på tallarna så att de till slut faller av. Studien visade dock att det inte blir mer märgborreskador efter bränning och lämnande av trädgrupper än efter en vanlig avverkning. Foto: Claes Hellqvist.

Ungefär som vanlig avverkning

Mängden tallskott och de beräkningar av märgborrarnas närvaro i övrigt som gjordes i de olika försöksleden tydde inte på någon oroväckande förhöjning av antalet insekter. Författarna menar att effekten av de utförda åtgärderna ligger i nivå med andra skogliga åtgärder som gallring och avverkning. ■

I samma försöksområde i Finland har två andra studier av skadeinsekter utförts: Pitkänen et al. 2005 och 2008.

Betydelsen av trädgruppers storlek för spindlar och jordlöpare

Ett referat av: Matveinen-Huju, K., Niemelä, J., Rita, H. & O'Hara, R. B. 2006. Retention-tree groups in clear-cuts: Do they constitute 'life-boats' for spiders and carabids? *Forest Ecology and Management* 230, 119-135.

I ett försök i östra Finland undersökte en grupp forskare vilken betydelse storleken på kvarlämnade trädgrupper har för spindlar och jordlöpare med olika habitatkrav. Forskarna förväntade sig att ljus- och fuktighetsförhållandena i trädgrupperna skulle variera med trädgruppernas storlek och att detta skulle ge utslag i vilka spindlar och jordlöpare som fångades. Skogslevande arter minskade medan arter förknippade med halvöppna och torra miljöer ökade under försöksperioden. De studerade variablerna kunde emellertid inte förklara skillnader i individ- och artantal.

Kvarlämnade trädgrupper i östra Finland

Genom att fänga spindlar och jordlöpare (en skalbaggsfamilj) i fallfällor i marknivå ville en grupp forskare undersöka hur dessa påverkas av kvarlämnade trädgruppers storlek i samband med slutavverkning. Elva trädgrupper, 0,09–0,55 ha stora, fördelade på tre avverkningsområden ingick i försöket. Trädgrupperna bestod mestadels av gran på fuktig mark medan den omgivande kalavverkade skogen var torrare.

Spindlar och jordlöpare fångades året före och under tre somrar efter avverkningen. Fyra olika hypoteser, baserade på olika arters kända krav på skugga och markfuktighet, testades för att se inverkan av trädgruppernas storlek.

Ljus och fukt viktiga faktorer

Graden av ljus och fuktighet bedömdes vara viktiga faktorer för förekomsten av spindlar och jordlöpare. Dessa faktorer påverkas i sin tur av trädgruppernas storlek. I de 84 fällor som placerades inne i trädgrupperna fångades närmare 6000 spindlar av 126 olika arter och drygt 2000 jordlöpare av 25 olika arter.

Skogsarter minskade och andra arter ökade

I försöket kunde man se att medelantalet individer av skogsan-knutna arter och arter med måttliga fuktighetskrav minskade under de tre åren efter avverkningen. Samtidigt kunde man se att arter som förknippas med halvöppna och halvtorra miljöer under samma period ökade med avseende på medelantalet individer.

Svårt knyta resultaten till storleken på trädgrupperna

Trots att man i stort kunde se vissa förändringar i art- och individantal var det svårt att med statistisk säkerhet knyta resultaten till storleken på de kvarlämnade trädgrupperna. Vissa arter reagerade som förväntat, andra arter reagerade i motsatt riktning. Det fanns också variationer mellan åren, och för spindlar också mellan könen.



Skogsspindeln *Agyneta conigera*, en av de arter som hittades i försöket. Foto: Wikipedia commons.

Oklart vilka arealkrav arterna har

Författarna menar att det kan finnas olika skäl till att förklaringsgraden inte blev högre i försöket. Det är bland annat oklart vilka arealkrav spindlar och jordlöpare har. Kanske var det så att alla kvarlämnade trädgrupper i försöket var så pass små (kanthabitat) att det inte gick att få något tydligt utslag i arternas reaktion. Försöksperiodens längd är en annan osäkerhetsfaktor. ■

I en senare uppsats görs en utvidgad analys av samma data som ökar förklaringsgraden: Matveinen-Huju et al. 2009.

Kvarlämnade trädgrupper och kantzoners betydelse för spindlar och jordlöpare i boreal skog

Ett referat av: Matveinen-Huju, K., Koivula, M., Niemelä, J. & Rauha, A. M. 2009. Short-term effects of retention felling at mire sites on boreal spiders and carabid beetles. *Forest Ecology and Management* 258, 2388-2398.

Artsammansättningen av spindlar och jordlöpare förändras i samband med slutavverkning. I en finsk studie såg man att arter med olika habitatkrav reagerade olika i kvarlämnade trädgrupper, i kantzoner mellan trädgrupp och hygge samt ute på hygget. Spindlarna reagerade tydligare än jordlöparna. Arter knutna till sluten skog ersattes efterhand av arter knutna till halvöppna och öppna miljöer, även inne i trädgrupperna. En slutsats är att trädgrupper på fuktig skogsmark måste vara väsentligt större än studiens genomsnitt på 0.2 ha om de ursprungliga arterna ska bevaras. Studien är en utvidgning av tidigare delvis publicerat material.

Studie i östra Finland

Genom att fänga spindlar och jordlöpare i fallfällor i marknivå undersökte man hur artsammansättningen förändrades från året före och under tre somrar efter avverkning. Arternas krav beträffande skugga och markfuktighet var sedan tidigare kända. Studien är en utvidgning av tidigare delvis publicerat material där man försökte koppla arternas reaktion till de kvarlämnade trädgruppernas storlek.

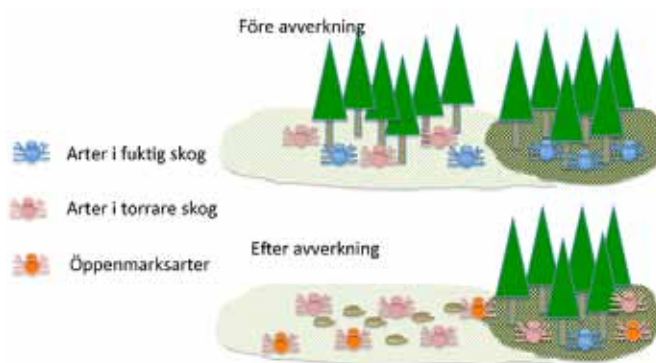
I den här studien gör man en delvis annorlunda ansats då man istället för att endast undersöka hur faunan i trädgrupperna förändras, också undersöker hur faunan förändras i kantzonen mellan trädgrupp och hygge och ute på hygget. Frågeställningen var alltså: hur förändras faunan i tre mikromiljöer (trädgrupp, kant, hygge) beroende på antalet träd i gruppen och olika arter krav på skugga och fuktighet. Elva trädgrupper, 0,09-0,55 ha stora, fördelade på tre avverkningsområden ingick i försöket. Trädgrupperna bestod mestadels av gran på fuktig mark.

Förändring i artsammansättningen

I försöket fångades närmare 25 000 spindlar av 184 olika arter och nästan 10 000 jordlöpare av 43 olika arter. Arternas förekomst såväl totalt som i de olika mikromiljöerna jämfördes med arternas kända habitatkrav. Såväl faunan av spindlar som jordlöpare förändrades tydligt från år till år under försöksperioden som ett resultat av den förändrade miljön.

Störst förändring på hygget

Efter avverkningen minskade antalet arter av såväl spindlar som jordlöpare knutna till sluten skog medan arter knutna till halvöppna och öppna miljöer ökade i antal. Denna förändring var tydligare på hygget än i trädgrupperna. Spindlarna reagerade över lag tydligare på förändringen i miljön än jordlöparna. Det förklarar forskarna med att de flesta jordlöpare i Finland är successionsarter som är väl anpassade till förändringar och som sannolikt klarar ett trakthyggesbruk.



Efter avverkningen förändrades art- och individualsammansättningen för både spindlar och jordlöpare. Skogslevande arter med krav på fuktig mark minskade kraftigt både på hygget, i kantzonen och inne i trädgrupperna, men förändringen var mindre i trädgrupper med många träd. Skogslevande arter som föredrar torrare marker minskade också efter avverkningen medan arter som föredrar öppen eller halvöppen mark ökade, även inne i trädgrupperna.

Ju fler träd, desto bättre, men ett halvt hektar är ändå för litet

Även om artsammansättningen av spindlar förändrades i alla de studerade miljöerna (trädgrupp, kantzon, hygge) så var förändringen ändå mindre i trädgrupperna än på hygget och ju fler träd i trädgruppen desto mindre var förändringen. Forskarna gör bedömningen att trädgrupper upp till den storlek som används i försöket är för små för att på längre sikt hysa skogsberoende arter. Trädgrupperna bedöms ändå fylla en viktig funktion genom att ge skydd, föda och utgöra yngelplats för många arter. ■

I en tidigare studie försökte forskarna förklara förändringen i artsammansättningen med hjälp av trädgruppernas storlek. De resultaten blev inte lika tydliga: Matveinen-Huju et al. 2006.

Mossor och lavar i naturreservat, nyckelbiotoper, hänsynsytor och gammal skog

Ett referat av: Perhans, K., Gustafsson, L., Jonsson, F., Nordin, U. & Weibull, H. 2007. Bryophytes and lichens in different types of forest set-asides in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management* 242, 374-390.

I Sverige använder man olika metoder för att bevara den biologiska mångfalden i skogen. Områden kan skyddas i naturreservat, i nyckelbiotoper och i hänsynsytor. En studie jämförde förekomsten av mossor och lavar i sådana områden med förekomsten i gammal, brukad skog. Nyckelbiotoperna hade generellt flest arter, såväl rödlistade som andra.

80 områden studerades

Inom ett område på 150 x 150 km i norra delen av Gävleborgs län valde man ut 80 försöksytor. Med hjälp av bl.a. satellitbilder och ett antal kriterier på skogen (>70 % gran, >110 år) slumpades 20 försöksytor ut i var och en av de fyra kategorierna skog: naturreservat, nyckelbiotoper, hänsynsytor och brukad skog. I mitten av varje försöksyta inventerades mossor och lavar i en cirkelyta med 10 meters radie. En totalinventering av alla typer av mossor gjordes, på alla typer av substrat, upp till 2,5 meter ovan mark. Lavar inventerades däremot endast på gran (levande, döda, stående och liggande). Endast förekomst av en art registrerades, inte mängden. Sammanlagt hittade man 428 arter vid inventeringen, 252 mossor och 176 lavar.

Hänsynsytorna hade förhållandevis låg kvalitet

Hänsynsytorna hade färre rödlistade arter och indikatorarter än nyckelbiotoper och reservat och skilde sig inte signifikant från den gamla, brukade skogen i någon av analyserna. Avsaknaden av skillnad mellan hänsynsytor och avverkningsmogen produktionsskog tyder på att urvalet av hänsynsytor inte alltid sker baserat på naturvårdskvaliteter utan att också ekonomiska avvägningar görs.

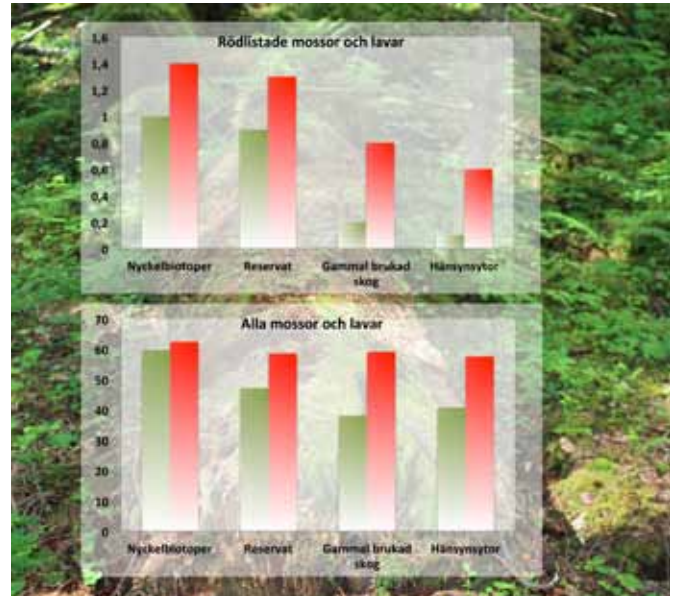
Nyckelbiotoperna var artrikast

Nyckelbiotoperna och naturreservaten hade ett signifikant högre antal rödlistade mossor och indikatorarter av mossor än hänsynsytorna och den gamla, brukade skogen. För lavarna kunde endast ett signifikant högre antal rödlistade arter ses i nyckelbiotoperna jämfört med hänsynsytorerna.

Om man plockade bort alla de arter som förekom i samtliga fyra skogskategorier så återstod ett antal mera ovanliga arter och de var vanligast i nyckelbiotoperna. Nyckelbiotopernas höga innehåll av ovanliga arter är logiskt med tanke på att nyckelbiotopinventeringens syfte är just att identifiera områden med höga naturvärden. Naturreservaten inrymmer ju ofta nyckelbiotoper, men där ingår också buffertzoner och andra skogsområden som lagts till för att reservatet ska få en fungerande storlek och avgränsning.

Naturreservaten tryggare i det långa loppet

Då man i en annan analys krävde att det skulle finnas minst



Nyckelbiotoper och reservat hyste framför allt fler rödlistade mossor och lavar, men också fler övriga arter. Foto: Mats Hannerz

tre förekomster av en art i en yta, som kan ses som ett tecken på ökade överlevnadschanser på sikt, ökade naturreservatens värde för arterna till nästan samma nivå som för nyckelbiotoperna.

Gammal, skött skog fortfarande artrik

Den gamla, skötte skogen inrymde ett högt artantal och uppvisade flera likheter med de skyddade skogarna. Att denna del av Sverige har många gamla, brukade skogar med höga biologiska kvaliteter har noterats också i tidigare studier. Det kan hänga samman med att många skogar sannolikt hittills aldrig har slutavverkats, utan att det funnits en skoglig kontinuitet i området. Kvaliteter som löper risk att försvinna eller försämrats med kommande avverkningar.

Olika skyddsformer behövs

Hänsynsytor, nyckelbiotoper och naturreservat fyller olika funktioner i skogslandskapet och bör fortsätta att användas sida vid sida. Att arbeta med olika verktyg i skyddsarbetet innebär också en riskspridning. Snarare än att ersätta den enskyddsformen med den andra bör man arbeta med att optimera innehållet i varje skyddsform. ■

Många mossor minskade men lavar varierade i reaktion i hänsynsytor under 6 år

Ett referat av: Perhans, K., Appelgren, L., Jonsson, F., Nordin, U., Söderström, U. & Gustafsson, L. 2009. Retention patches as potential refugia for bryophytes and lichens in managed forest landscapes. *Biological Conservation* 142, 1125-1133.

En inventering av mossor och lavar (rödlistade arter och signalarter) i hänsynsytor i nyligen avvercade bestånd upprepades efter sex år. Mossorna, inte minst de rödlistade, visade överlag en negativ utveckling. En del lavar ökade, även rödlistade, medan andra minskade men totala antalet fynd ändrades nästan inte alls.

74 hänsynsytor i södra Norrland

Studien omfattade 74 hänsynsytor i södra Norrland (Medelpad och Ångermanland) som lämnats i samband med slutavverkningar som utfördes år 1998-1999. Hänsynsytorna varierade i storlek från 0,01-0,5 hektar (medeltal 0,12 hektar) och alla fanns på privatskogsmark. I bestånden taxerade forskarna mossor och lavar (rödlistade arter och signalarter för nyckelbiotoper) direkt efter avverkningen. Efter 6 år följdes inventeringen upp.

Totalt var det 44 lavararter och 20 mossarter som kunde jämföras mellan de olika inventeringarna. Av dessa var 15 lavar och 4 mossor rödlistade (alla levermossor).

Många mossor minskade...

Antalet fynd av mossor var 455 år första inventeringsåret och 308 sex år senare. 27 respektive 15 fynd berörde rödlistade mossor. Av alla mossor ökade fyra arter i antal, 14 minskade och två var oförändrade. Om man bara tar hänsyn till de fyra rödlistade arterna så minskade alla. För mossorna hade olika typer av hänsynsytor olika effekt. Den största minskningen fanns i kantzoner mot vatten, och den minsta i trädgrupper med lövträd.

...medan lavarnas reaktion varierade

Antalet fynd av lavar var 1061 vid första inventeringstillfället och 1047 sex år senare.

Till skillnad från mossorna så ökade många lavar i antal; 17 arter ökade, 22 minskade och fem var oförändrade. När man bara tar hänsyn till de rödlistade arterna så var det fyra stycken som ökade, åtta som minskade och tre som var oförändrade.

Totala antalet observationer av rödlistade arter ökade från 221 till 291 mellan de sex åren. Ökningen berodde framförallt på violettgrå tagellav (*Bryoria nadvornikiana*) som ökade med nästan 70 %. För lavarna såg man ingen skillnad mellan olika typer av hänsynsytor.

Storlek och form har betydelse

För några arter gick det att skatta effekterna av hänsynsytornas form och storlek. Mörk husmossa (*Hylocomiastrum umbratum*) minskade mer i hänsynsytor med oregelbunden form än i mer sammanhållna hänsynsytor. Liten spiklav (*Calicium parvum*) och trädbasdynlav (*Micarea globulosella*) minskade mer i små hänsynsytor än i större ytor.



Violettgrå tagellav (*Bryoria nadvornikiana*) var en art som ökade under perioden. Foto: Lena Gustafsson.

Ett nätverk av hänsynsytor behövs

Resultaten pekar på att det finns mossor och lavar som klarar av att överleva i hänsynsytor. För känsliga arter, som levermossorna, är hänsynsytor dock kanske inte tillräckligt stora för att de ska klara sig tills den nya skogen har slutit sig. Studien visar också att inte alla rödlistade arter är beroende av gammal skog. Den violettgrå tagellaven ökade under perioden. I andra inventeringar har man kunnat visa att arten förekommer oftare i unga än i gamla bestånd. Ett nätverk av hänsynsytor i det brukade skogslandskapet är sannolikt ett värdefullt hjälpmedel för att skydda arter under ungskogsfasen. ■

Mer information om hänsynsyornas innehåll och kostnad skulle kunna ge ett kostnadseffektivare urval

Ett referat av: Perhans, K., Glöde, D., Gilbertsson, J., Persson, A. & Gustafsson, L. 2011. Fine-scale conservation planning outside of reserves: Cost-effective selection of retention patches at final harvest. *Ecological Economics* 70, 771-777.

Ett 70-tal hänsynsytor i Mellannorrland beskrevs med avseende på naturvärde (innehåll av mossor och lavar samt förekomst av strukturer) och ekonomi. Med denna kunskap som bas kunde ett urval av ytor med högt naturvärde och en låg kostnad göras. Om bara naturvärdet vägdes in minskade kostnadseffektiviteten medan om bara kostnaden vägdes in så var urvalet fortfarande nästan lika effektivt.

Mest mångfald för pengarna

I en studie av 74 hänsynsytor i i Medelpad och Ångermanland togs information fram med syftet att se om det går att välja hänsynsytor på ett kostnadseffektivt sätt, dvs. att få så mycket mångfald som möjligt för pengarna. Naturvärdet mättes på två sätt, dels rödlistade arter och signalarter av mossor och lavar, dels strukturer, t.ex. gamla träd och död ved, med hjälp av "Skogsbiologernas metod". Diametern mättes på alla träd grövre än 8 cm i brösthöjd för att få information om virkesvolymen. Regionala prislister användes för att få fram virkesvärdet. Kostnaden för hänsynen mättes som kostnaden för det virke som lämnas i skogen, inklusive den framtida virkesproduktionen på hänsynsytan.

Den mest kostnadseffektiva hänsynen är den som ger högst naturvärde (i detta fall flest arter alternativt strukturer) per krona virke. Optimeringsanalyser (linjärprogrammering) användes för att analysera kostnadseffektiviteten. Som referens användes alternativet där man både tar hänsyn till kostnad och naturvärde, eftersom detta är det mest kostnadseffektiva. Referensen jämfördes med tre alternativ: 1) om man bara tar hänsyn till naturvärdet i form av arter, 2) om man bara tar hänsyn till naturvärdet i form av strukturer och 3) om man bara tar hänsyn till kostnaden.

Överlag skiljde sig inte kostnadseffektiviteten särskilt mycket mellan alternativen. Om bara naturvärdet i form av arter vägdes in minskade kostnadseffektiviteten med 5-15 %. Om hänsyn enbart togs till naturvärdet i form av strukturer så minskade effektiviteten med 1-9 % och om bara ekonomin beaktades så minskade den med 2-5 %.

Slutsatsen från denna studie är att om urvalet av hänsynsytor baseras på kunskap om såväl naturvärde som virkesvärde för ytorna, så får man mer för pengarna än om man baserar urvalet på enbart naturvärde eller enbart virkesvärde.

Aspgrupper och sumppartier mest kostnadseffektivt

Av de sex typerna av hänsynsytor så var aspdominerade grupper och småträdklädda sumppartier de mest kostnadseffektiva. De övriga var hållmarksområden, kantzoner mot myr, kantzoner mot vattendrag och barrdominerade grupper. De olika typerna hade dock delvis olika innehåll av arter och



En av de hänsynsytor som ingick i studien. Medelpad, Ö Hornsjön.
Foto: Lena Gustafsson

författarna påpekar att det därför ändå viktigt att ha en stor variation av typer.

Den här studien är den första i sitt slag och det går inte att dra tydliga slutsatser för praktiken. Det viktigaste som framkom var att det skulle gå att utveckla aspekten på kostnadseffektivitet mer. Men, för att kunna ge konkreta råd så skulle många fler undersökningar behövas av olika typer av hänsynsytor i olika delar av landet. ■

Studien bygger delvis på samma material som Perhans, K., Appelgren, L., Jonsson, F., Nordin, U., Söderström, B. & Gustafsson, L. 2009. Retention patches as potential refugia for bryophytes and lichens in managed forest landscapes. *Biological Conservation* 142: 1125-113.

Trädgrupper och bränning lockar till sig snytbaggar på föryngringsytor i boreal skog

Ett referat av: Pitkänen, A., Kouki, J., Viiri, H. & Martikainen, P. 2008. Effects of controlled forest burning and intensity of timber harvesting on the occurrence of pine weevils, *Hylobius* spp., in regeneration areas. *Forest Ecology and Management* 255, 522-529

En studie i östra Finland undersökte hur bränning och kvarlämnade trädgrupper påverkar mängden snytbaggar. På kalavverkade ytor ökade fällfångsterna 10-24 gånger jämfört med den orörda skogen. Om ytan brändes ökade fångsterna till 35-55 gånger. Allra mest snytbaggar fångades inne i trädgrupper. Det kan betyda att trädgrupperna erbjuder alternativ föda, vilket kan minska risken för gnag på hyggets plantor.

Storskaligt försök i östra Finland

I ett försök i talldominerad skog i östra Finland undersökte olika forskargrupper effekterna av kontrollerad bränning och lämnande av trädgrupper för skalbaggsfaunan. Snytbaggar (*Hylobius abietis*) är kända skadegörare i barrträdsplanteringar där de äter barken främst nertill på plantorna så att de riskerar att ringbarkas och dö.

I 18 olika områden (3-5 ha stora) lämnades 0, 10 eller 50 m³ skog per hektar i samband med avverkning. I sex andra skogsområden utfördes ingen huggning. Hälften av områdena brändes därefter. Huvuddelen av träden i de kvarlämnade trädgrupperna hann dö till följd av bränningen fram till andra hösten efteråt.

Snytbaggar studerade under tre säsonger

Mängden snytbaggar studerades i de olika försöksleden under tre säsonger. Flygande insekter fångades under alla tre åren. Det tredje året användes också en typ av ”fallfällor” där de snytbaggar som rörde sig på marken fångades.

Få snytbaggar i opåverkad skog

Året före avverkning och bränning fångade man bara 56 snytbaggar i de 240 fällor som placerats ut i de 24 olika områdena. Samma låga frekvens av snytbaggar bestod under de kommande säsongerna i de skogsområden som förblev opåverkade av avverkning och bränning.

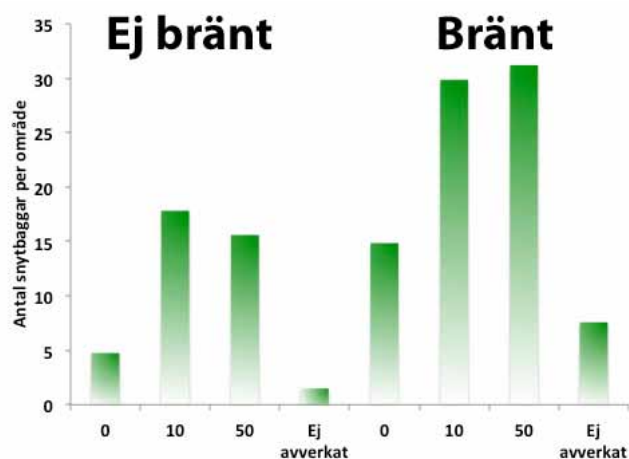
Bränning och kvarlämnade träd attraherar snytbaggar

Antalet flygande snytbaggar ökade dramatiskt efter avverkning både på brända och obrända områden. Snytbaggarna var över lag fler i de brända jämfört med de obrända områdena under den första och andra sommaren efter avverkning. F

I de fällor som sattes ut på marken var antalet insekter 10-24 gånger högre i avverkade områden jämfört med i opåverkad skog och 35-55 gånger högre i områden som både avverkats och bränts.

En del snytbaggar fortsätter att flyga efter svärmning

Snytbaggarna är som mest rörliga tidigt på sommaren i samband med svärmning men resultaten från den utförda studien



Antalet fångade flygande snytbaggar per område i obrända och brända ytor med och utan kvarlämnade trädgrupper den andra sommaren efter avverkning.

tyder på en betydande flygaktivitet även senare på säsongen. Sannolikt är det de yngre snytbaggarna som fortsätter att flyga. Betydligt fler snytbaggar, både flygande och gående, fångades i trädgrupperna jämfört med de kalavverkade ytorna.

Fler kvarlämnade träd kan ge mindre snytbaggeskador

Författarna menar att trädgrupperna skulle kunna fungera som alternativ födokälla till de planterade plantorna och att trädgrupper därför skulle kunna bidra till att minska risken för snytbaggeskador. I en studie av Pitkänen et al. (2005) kunde man också se att skadorna av snytbaggen blev färre då fler träd lämnades kvar. ■

Ytterligare en studie är utförd i samma område där man studerade skador av snytbaggen på planterade tallplantor: Pitkänen et al. 2005.

Mindre snytbaggeskador med lämnade trädgrupper

Ett referat av: Pitkänen, A., Törmänen, K., Kouki, J., Järvinen, E. & Viiri, H. 2005. Effects of green tree retention, prescribed burning and soil treatment on pine weevil (*Hylobius abietis* and *Hylobius pinastri*) damage to planted Scots pine seedlings. *Agricultural and Forest Entomology* 7, 1-12.

Snytbaggar är kända skadegörare i planteringar av tall och gran. Ett finskt försök visar att snytbaggeskadorna var större på brända än på obrända ytor. Femtio m³/ha kvarlämnade träd på hygget kan minska antalet skador, och plantering mitt i en markberedningsfläck kan vara minst lika effektivt som insekticidbehandling. Kontrollerad bränning bör därför kombineras med trädgrupper och gärna markberedning för att minimera skadorna av snytbagge vid plantering.

Storskaligt försök i östra Finland

I ett försök i talldominerad skog i östra Finland undersökte en forskargrupp effekterna av kontrollerad bränning och lämnande av trädgrupper på snytbaggar (*Hylobius abietis* och *H. pinastri*)- De är kända skadegörare i barrträdsplanteringar där de äter barken främst nertill på plantorna så att de riskerar att ringbarkas och dö. Snytbaggarnas skador studerades därför två, tre och fyra år efter avverkning och bränning då områdena också hunnit markberedas och planteras med tallplantor.

I 18 olika områden (3-5 ha stora) lämnades 0, 10 eller 50 m³ skog per hektar i samband med avverkning. Hälften av områdena brändes därefter. Huvuddelen av träden i de kvarlämnade trädgrupperna hann dö till följd av bränningen fram till andra hösten efteråt.

Nästan 7000 tallplantor studerades

I provtytor med sex upprepningar på varje försökslokal planterades 1-åriga tallplantor i slutet av maj andra och tredje året efter avverkning och bränning. Försöket inkluderade såväl markberedning (humusskiktet grävdes bort) som insekticidbehandling av plantorna. Plantorna inventerades sedan vid fyra tillfällen och skadorna delades in i olika klasser.

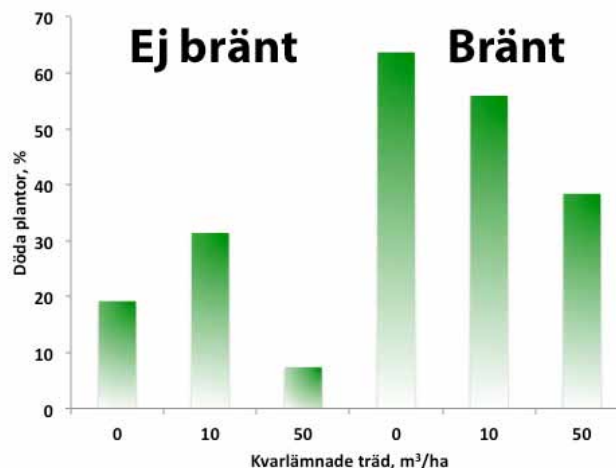
Andra året efter avverkning och bränning

Bränningen gav det tydligaste utslaget i graden av skadade och döda plantor efter den första säsongens plantering. Störst blev snytbaggeskadorna på brända ytor utan kvarlämnade träd. Kvarlämnade träd (50 m³/ha) minskade skadorna signifikant på både brända och obrända områden.

Bäst klarade sig de plantor som planterats i mitten av en markberedningsfläck i områden med 50 m³ kvarlämnade träd. Där var skadorna bara en tiondel av den nivå som plantor i kanten av markberedningsfläckar eller icke markberedda områden uppvisade. Om plantorna var insekticidbehandlade eller ej eller om marken var bränd eller ej hade i dessa fall mindre betydelse.

Tredje året efter avverkning och bränning

Den tredje säsongen efter avverkning och bränning minskade



Antal döda plantor i obrända och brända ytor efter två säsonger (plantor satta våren efter bränningen) med olika antal kvarlämnade träd.

både skador och dödlighet hos plantorna. Skademönstret från föregående säsong bestod också för de senast planterade plantorna. Störst var skador och dödlighet i brända områden utan kvarlämnade träd, och markberedning bidrog till att minska skadegraden både i brända och i obrända områden.

Fjärde året efter avverkning och bränning

Den fjärde säsongen ökade skadorna av snytbaggen på nytt både på de plantor som planterades ett och två år tidigare. En större mängd kvarlämnade träd bidrog fortfarande till att minska skadorna något, vilket också markberedning gjorde. Bränningen verkade liksom tidigare i motsatt riktning.

Lämna många träd vid bränning

I den utförda studien bidrog bränning till att öka mängden skador av snytbaggen på tallplantor. Större mängder kvarlämnade träd (50 m³/ha) ledde till mindre skador. Om man lämnar för lite träd blir det viktigare att markbereda eller insekticidbehandla. ■

Ytterligare en studie är utförd i samma område som beskriver snytbaggeaktiviteten kopplad till bränning och lämnande av trädgrupper: Pitkänen et al. 2008.

Hänsyn ökar överlevnaden av skyddsvärda mossor och lavar

Ett referat av: 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.

Huvuddelen av de nordiska brukade skogarna är idag yngre än 70 år och har gått igenom en kalhyggesfas. Hur har skyddsvärda mossor och lavar klarat sig i dessa skogar? Forskare jämförde rödlistade arter i 30-70-åriga skogar och intilliggande äldre skogar. Den gamla skogen innehöll fler rödlistade arter, men när man tog hänsyn till mängden substrat som lövträd och död ved fanns lika mycket eller mer moss- och lavararter i den unga skogen. Det tyder på att många skyddsvärda arter kan klara hygges- och ungskogsfaserna om bara tillräcklig mängd substrat och miljöer lämnas och om det fortfarande finns äldre skog i närområdet.

Ung skog jämfördes med äldre skog

Nitton par provtytor, där den ena provytan låg i den unga skogen, och den andra i den gamla skogen, ingick i studien. Varje provyta var 100 x 100 meter och delades i sin tur upp i mindre ytor där förekomst och mängd av olika rödlistade mossor och lavar registrerades. Försöket låg i Gävleborgs län och skogarna som i studien dominerades av gran. De yngre bestånden bestod av 30-70 år gamla granplanteringar, anlagda efter kalavverkning. De äldre skogarna var alla över 95 år och flertalet hade troligen inte påverkats av kalhyggesbruk.

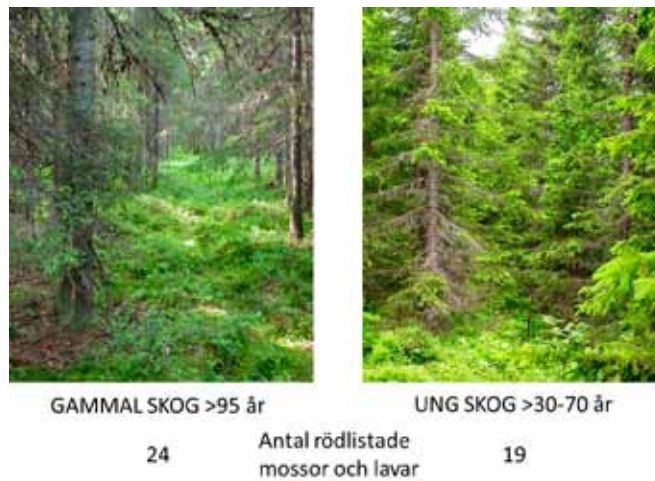
I varje provyta registrerades också mängden död ved i tre olika nedbrytningsstadier och förekomsten av asp, rönn och sälg. Andra faktorer som avstånd till våtmark, gammal skog och provytornas exposition analyserades med hjälp av GIS.

Rödlistade mossor och lavar

Alla substrat, från marken och upp till 2 meters höjd undersöktes med avseende på närvaron av rödlistade mossor och lavar. En levermossa, barkflikmossa (*Lophozia ciliata*), och trädbasdynlav (*Micarea globulosella*) var så vanliga i parcellerna att de särbehandlades eftersom undersökningen annars skulle tagit alltför lång tid.

Sammanlagt fann man 8 rödlistade mossor (6 levermossor och 2 bladmossor) i provytorna. Det motsvarar 32 % av de vid tidpunkten kända, rödlistade skogsmossorna i Gävleborgs län. Sex av dessa mossor återfanns i den unga skogen och samtliga 8 i den gamla. Såväl artantalet som frekvensen av de olika arterna var högre i den gamla skogen.

På samma sätt fann man 17 rödlistade lavar i provytorna, vilket motsvarar 21 % av de kända, rödlistade lavarna som är knutna till skog i Gävleborgs län. Tretton av dessa återfanns i den unga skogen och 16 i den gamla skogen.



Antalet rödlistade mossor och lavar var något högre i den gamla skogen. Bilderna är från ett av studieområdena, Vantåsen i norra Hälsingland. Foto: Lena Gustafsson

En del rödlistade arter tycks tåla skogsbruk

Att artantalet och frekvensen rödlistade mossor och lavar var högre i den gamla skogen än i den unga är logiskt. Samtliga rödlistade mossor och lavar i regionen är beskrivna som antingen negativt påverkade av avverkning och/eller av minskad tillgång till skogliga substrat. Därför är det intressant att notera att flera rödlistade arter, trots tidigare avverkning, förekom i den unga skogen. Violettgrå tagellav (*Bryoria nadvornikiana*) var till och med betydligt vanligare i den unga skogen än i den gamla. Detta tyder på att den kanske inte ens kan betraktas som känslig för avverkning. Om hänsyn togs till hur mycket lövträd och död ved som fanns, var artantalet lavar till och med högre i den unga än i den gamla skogen.

Tillgången till rätt miljö och substrat avgörande

Nästan alla levermossor observerades på liggande döda träd, framför allt på gran. De flesta lavfynd gjordes på döda eller levande lövträd. Närheten till gammal skog och våtmark bidrog till att förklara de rödlistade mossornas närvaro i den unga skogen. Även vissa rödlistade lavars närvaro kan förklaras med närheten till gammal skog (inom 100 meter). Ett nordläge på den unga skogen i förhållande till den gamla skogen visade sig också vara positivt för artantalet.

Studien visar alltså att känsliga arter kan klara sig i brukad skog om viktiga strukturer bevaras i den uppväxande skogen. Med fortsatt avverkning av skogar som tidigare inte slutavverkats minskar tillgången till gammal skog i landskapet och därmed tillgången till viktiga strukturer. Detta behöver beaktas då man diskuterar nivåerna på naturhänsynen i den brukade skogen. ■

Hänsynsytor fungerar som livbåtar för mossor och lavar efter avverkning

Ett referat av: Rudolphi, J., Jönsson, M. T. & Gustafsson, L. 2014. Biological legacies buffer local species extinction after logging. *Journal of Applied Ecology* 51(1), 53-62.

Ett av de viktigaste syftena med naturhänsynen är att bevara viktiga strukturer från den gamla skogen så att de ska kunna fungera som livbåtar för olika arter under hyggestiden. Men fungerar livbåtarna? Och vilken betydelse har den gamla skogens utseende och artinnehåll för resultatet? Det är några av de frågor vi får svar på i en studie där man undersökt hur rödlistade mossor och lavar överlever på lämnad hänsyn.

30 granskogar i Gävleborgs län

I studien ingick 30 bestånd som slumpmässigt valts ut bland en större mängd objekt som motsvarade ett antal uppställda krav. Bestånden skulle bl.a. bestå av avverkningsmogen skog, vara äldre än 110 år och ha en grundyta med minst 70 procent gran. Försöket var unikt genom att alla objekt undersöktes både före och efter avverkningen, och att det inkluderade studier både på beståndsnivå och platsbestämda observationer. Bestånden inventerades första gången 2002 och återinventerades 2010 då 16 bestånd hunnit avverkas (avverkningarna gjordes 2003-2007).

Observationerna stöder livbåtsteorin

På de undersökta avverkningsområdena hade i genomsnitt 12 procent av beståndsvolymen lämnats i hänsynsytor, utöver 10 hänsynsträd per hektar.

När mossor och lavar återinventerades 2010 kunde man konstatera att såväl mossor som lavar överlag förekom i lägre numerär i de avverkade bestånden än i de bestånd som ännu inte avverkats. Över 50 % av de rödlistade mossorna på död ved överlevde i hänsynsytor, vilket var lika mycket som i skog som inte hade avverkats. På kalytorna var överlevnaden dock bara 11 %. Att substratet förstörts var den vanligaste orsaken till att mossor på död ved inte återfanns vid den senare inventeringen.

Överlevnaden av rödlistade lavar på levande träd var lite lägre i hänsynsytor jämfört med i ej avverkade bestånd (50 % respektive 75 %). På solitära träd var överlevnaden 35 %.

Mossor och lavar kvar på samma plats

De studerade mossorna växte främst på död ved medan lavarna oftast växte på levande träd. Studien kunde bekräfta att överlevnaden för mossor förbättrades om populationen var stor redan före avverkning. Man kunde också, genom de platsbestämda observationerna, slå fast att mossor och lavar fanns kvar på samma platser efter avverkningen. Det vill säga hänsynen fungerade verkligen som en livbåt.

I den här studien följdes mossor och lavar 3-7 år efter avverkningen. Hur överlevnaden ser ut på lång sikt är fortfarande osäkert. Andra studier säger att avverkningskänsliga arter kan



Många rödlistade mossor och lavar överlevde på död ved och levande träd i hänsynsytor. Foton: Mats Hannerz.

leva kvar i nordlägen också 20-25 år efter avverkning, men osäkerheten ökar efter 40 år.

De arter av mossor och lavar som ingick i den här studien är alla kända som ovanliga, störningskänsliga och med höga substratkrav. Det gör att mindre känsliga arter sannolikt överlever minst lika bra eller bättre i lämnad hänsyn. Förmågan att nykolonisera på substrat är dock fortfarande avgörande på lång sikt för överlevnaden hos både mer och mindre vanliga arter.

Författarna konstaterar att den kvarlämnade hänsynen verkar behålla sitt värde för mossor och lavar bättre i nordvända än i sydvända lägen. De rekommenderar också att flytta in i död ved från öppna ytor in i hänsynsytor i samband med avverkningen för att undvika att den senare körs sönder. ■

Små effekter på nedbrytare i skogsmark efter avverkning

Ett referat av: Siira-Pietikäinen, A., Pietikäinen, J., Fritze, H. & Haimi, J. 2001. Short-term responses of soil decomposer communities to forest management: clear felling versus alternative forest harvesting methods. *Canadian Journal of Forest Research* 31, 88-99.

De små ryggradslösa djuren är viktiga för skogsmarkens ämnesomsättning. En finsk studie undersökte hur nedbrytarna påverkas de första 2-3 åren efter avverkning med olika grad av hänsyn. Efter två säsonger fanns färre i kalavverkade ytor och dessa hade också fler ringmaskar efter 3 säsonger. Mildare avverkningsformer (selektiv avverkning, luckhuggning) gav inga eller små effekter jämfört med den oavverkade kontrollen. Skogsmarkens nedbrytare verkar, enligt författarna, tåla en hel del störningar.

Kalavverkning har tidigare visat sig ge effekter på skogsmarkens smådjur och mikroorganismer. Påverkan har ofta varit omedelbar, och tidigare studier har noterat en stark ökning av antalet ringmaskar (enchytraeider) direkt efter avverkningen. Hoppstjärter (Collembola) har också ökat i en del studier men deras reaktion har varit lite mer oklar. Syftet med denna studie var att få bättre kunskap om hur dessa båda grupper reagerar på kalavverkning i jämförelse med andra avverkningsmetoder där en större andel träd lämnas.

Studien utfördes i ett område i centrala Finland där ytor på 1 hektar vardera har behandlats med selektiv huggning (30 % volymuttag), slutavverkning med hänsynsytor (90 % uttag), slutavverkning med markberedning (100 % uttag) och luckhuggning med och utan markberedning (50 % uttag). Alla försöksled var upprepade på fyra olika områden i typisk gran-dominerad blandskog med inslag av tall och björk.

Markprover togs före avverkning, omedelbart efter och upp till 2 säsonger efter avverkningen. I markproverna undersöktes markandningen och biomassan av mikroorganismer. Ringmaskar och hoppstjärter samlades in separat i försöken vid fem tillfällen, från före till tre säsonger efter avverkningen. En art av småringmaskar, *Cognettia sphagnetorum*, studerades särskilt eftersom den betraktas som en nyckelart i boreala barrskogar.

Effekt på nedbrytarna efter två år

Den totala mängden nedbrytare i förnan mättes som mängd kol. Den första säsongen syntes ingen effekt av avverkningen. Två säsonger efter var mängden kol däremot lägst i de kalavverkade ytorna, cirka 1/3 lägre än i kontrollytorna utan avverkning. Markandningen var också lägre, ungefär hälften av kontrollytornas, i de kalavverkade ytorna. Det gick inte att se några signifikanta effekter av luckhuggning och selektiv avverkning jämfört med kontrollen.

Anledningen till den lägre mängden mikroorganismer kan vara att döda rötter och avverkningsavfall kan ha börjat förbrukas efter de första två säsongerna.



I skogsmarken i försöket fanns 50 000–90 000 hoppstjärter per kvadratmeter. Det syntes inga effekter på mängden efter de olika avverkningsingreppen jämfört med kontrollen i intakt skog. Foto U Burkhardt, Wikipedia commons.

Mer ringmaskar men inte hoppstjärter på kalhygget

Ringmaskar och hoppstjärter varierade oerhört mycket mellan och inom olika ytor, och över tiden. Därför var det svårt att se några tydliga skillnader, åtminstone den första säsongen. Den andra säsongen började mängden ringmaskar bli högre i de avverkade ytorna jämfört med kontrollen. Efter tre säsonger var mängden ringmaskar (där 90 % utgjordes av *Cognettia sphagnetorum*) signifikant högre i kalavverkade ytor jämfört med kontrollen. Mängden var också större i luckhuggning utan markberedning jämfört med kontrollen. Däremot syntes inga effekter av den selektiva avverkningen.

Att mängden ringmaskar ökar beror mest på tillgången till substrat att bryta ner, som avverkningsavfall, rötter och döende plantor.

Totalt identifierades 50 arter av hoppstjärter. Antalet påverkades inte av avverkningsform under den treåriga studieperioden. Det fanns dock en tendens till att antalet var lägre i de kalavverkade och luckavverkade ytorna efter tre säsonger jämfört med kontrollen men den var inte signifikant.

Skogsmarken är buffrad mot störningar

Trots att det syntes en effekt på mikroorganismer och ringmaskar efter 2-3 säsonger drar författarna slutsatsen att skogsmarken är väl buffrad för störningar. Det syntes inga effekter på nedbrytarna vid ett 30-procentigt volymuttag, och kalavverkning med markberedning påverkade bara samhällena marginellt. ■

Korttidseffekter på markfaunan efter avverkning

Ett referat av: Siira-Pietikäinen, A., Haimi, J. & Siitonen, J. 2003. Short-term responses of soil macroarthropod community to clear felling and alternative forest regeneration methods. *Forest Ecology and Management* 172, 339-353.

Kalavverkning och luckhuggning påverkar markens smådjur, särskilt om avverkning följs av markberedning. Rovdjur, och framför allt spindlar, samt växtätande smådjur minskade mest. Selektiv avverkning där bara 30 % av volymen togs ut hade inga mätbara effekter på smådjursfaunan. Lämnade hänsynsträd mildrar de initiala effekterna av kalavverkning. Totalt sett påverkas dock inte antalet smådjur av avverkning. Det visade en finsk undersökning som studerade markfaunan upp till tre år efter avverkning.

Resultat efter 3 år

Studien är en uppföljning av en annan uppsats från samma experiment (Siira-Pietikäinen m.fl. 2001), som beskrev hur ryggradslösa smådjur påverkas av olika sätt att avverka skogen: kalavverkning, avverkning med lämnad hänsyn (10 % volym lämnat), luckhuggning med och utan markberedning (50 % av volymen kvar) och selektiv avverkning (70 % av volymen kvar). Resultaten jämfördes med en oavverkad kontroll.

Den här uppsatsen hade fokus på olika funktionella grupper och på strukturen bland arter och högre taxa (släkten, familjer). Artsammansättningen studerades särskilt för skalbaggar. I studien ville man också undersöka om hänsynsträd på hygget hade någon effekt på markfaunan.

Totalt hittade man 112 000 individer av smådjur. I kontrollytorna (skogen som inte avverkats) dominerade växtätare som sköldlöss, tripsar och bladlöss, samt hoppstjärtar. Spindlar, fluglarver och skalbaggar var också vanliga.

Spindlar minskar efter kalavverkning

Kalavverkning och luckhuggning följt av markberedning ledde till en minskning av rovdjur, särskilt spindlar. Larver av kortvingar verkade dock öka. Växtätare och marklevande svampätare tenderade att vara lägre på kalytorna, men skillnaden var inte signifikant med undantag för sköldlöss, som minskade till en tredjedel. Detrovor, som lever på att bryta ner organiskt material, ökade dock efter avverkning.

I hänsynytorna gick det inte att se någon tydlig skillnad jämfört med kontrollen. Det fanns dock en tendens till mindre antal predatorer, framför allt spindlar. I de selektivt avverkade ytorna syntes inga skillnader jämfört med kontrollen.

Ingen skillnad i totalantal smådjur

Det totala antalet smådjur påverkades inte av avverkningarna. Däremot syntes skillnader i sammansättning av släkten och familjer. Störst skillnader mot kontrollen fanns i de harvade ytorna i luckhuggningsledet.

Alla avverkade försöksled utom den selektiva avverkningen skiljde sig signifikant från kontrollen. Störst var effekten för kalavverkning och luckhuggning.

Ändrad miljö ger ändrad sammansättning

Författarna drar slutsatsen att växtätarna minskade eftersom den huvudsakliga födan – växtrötter – minskar efter avverkning och markberedning. Minskningen av vissa svampätare och ökningen av nedbrytare kan också förklaras av skillnader i födotillgång. Efter avverkningen minskar svampbiomassan, och samtidigt ökar mängden lättnedbrutet organiskt material.

Minskningen av rovdjuren kan delvis förklaras av ökad markfuktighet efter avverkningen.

Hänsynytorna kan mildra effekten

Faunan i hänsynytorna förändrades på ett likartat sätt som i kalytorna men skillnaden mot kontrollen var mindre. Det fanns dock tecken på att marken i hänsynytorna förändras så att den alltmer börjar likna marken i kalytorna. Hänsynytornas funktion som "livbåt" för smådjuren kan därför vara begränsad, även om de kan hjälpa till att mildra kalyteeffekten.

Korttidsresultat har också presenterats i:

Siira-Pietikäinen, A., Pietikäinen, J., Fritze, H. & Haimi, J. 2001. Short-term responses of soil decomposer communities to forest management: clear felling versus alternative forest harvesting methods. *Can J For Res* 31, 88-99.

Studien följdes upp 10 år efter avverkningen:

Siira-Pietikäinen, A. & Haimi, J. 2009. Changes in soil fauna 10 years after forest harvestings: Comparison between clear felling and green-tree retention methods. *Forest Ecology and Management* 258, 332-338.

Markfaunan påverkas av kalavverkning

Ett referat av: Siira-Pietikäinen, A. & Haimi, J. 2009. Changes in soil fauna 10 years after forest harvestings: Comparison between clear felling and green-tree retention methods. *Forest Ecology and Management* 258, 332-338.

I en finsk undersökning studerades hur smådjur i marken påverkas av avverkning med olika nivåer av hänsyn. De initiala förändringarna mättes efter upp till tre år, och har rapporterats tidigare. I denna studie gjordes inventeringen om tio år senare. Det visade sig att den initiala ökningen av ringmaskar på hyggen hade gått tillbaks, och det syntes inga skillnader mellan försöksleden. Efter 10 år såg forskarna ingen skillnad i markfaunan mellan den gamla skogen och de ytor där högst 30 % av volymen hade avverkat. På kalavverkade ytor och i små trädgrupper syntes dock skillnader jämfört med den orörda skogen. De smådjur som lever i humusen verkar klara omställningen bra, däremot påverkas de organismer som lever nära markytan.

Uppföljning efter 10 år

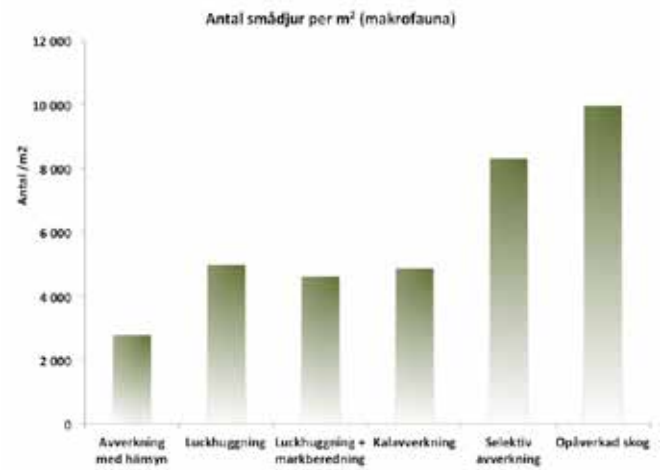
Försöket utfördes i fyra grandominerade områden i mellersta Finland. I varje område valdes ett hektar stora ytor ut som försöksled. Jämförelsen innefattade oavverkad skog (kontroll), selektiv avverkning med 70 % av volymen kvar, luckhuggning med 50 % kvarlämnat, avverkning med hänsyn (10 % lämnat kvar) och kalavverkning utan lämnad hänsyn. I luckhuggningen jämfördes också markberedning med icke markberedning. Avverkningarna gjordes våren 1996, och markprover för analys av smådjur togs 2005, 10 år efter avverkningen.

I proverna extraherades makroartropoder (insekter och spindeldjur som är så stora att de kan identifieras som individer), ringmaskar (enchytraeider) och mikroartropoder (mindre insekter och spindeldjur). Hoppstjärter och ringmaskar identifierades till art medan andra organismer oftast identifierades till släkt- eller familjenivå.

Skillnad mot gamla skogen

Tio år efter avverkning var totalantalet smådjur betydligt lägre i de kalavverkade ytorna än i den gamla skogen och den selektiva avverkningen. Det var också lägre i de luckhuggna försöksleden. Multivariata analyser visade att artsammansättningen skiljde sig mellan alla de avverkat försöksleden och den gamla skogen, med undantag för den selektiva avverkningen där bara 30 % volym tagits ut.

De första åren efter avverkning ökade ringmaskarna mycket på de avverkat ytorna. Den ökningen hade nu avstannat och det var ingen skillnad mellan de avverkat och icke avverkat försöksleden. Antalet mikrobivorer (svamp- och bakterieätare) och herbivorer (växtätare) minskade i alla avverkat försöksled utom i den selektiva avverkningen. Predatorer (rovdjur) dominerades av spindlar. Dessa var lägre i försöksledet med



Figuren visar antalet individer per kvadratmeter för makrofaunan. I de avverkat områdena (undantaget selektiv avverkning) fanns ungefär en tredjedel av det antal smådjur som fanns i den opåverkat skogen.

hänsynsträd (10 % kvarlämnat), men övriga försöksled skiljde sig inte från den oavverkat kontrollen.

De mest känsliga av makroartropoderna var växtätare och ytlevande svamp- och bakterieätare. Sköldlöss (*Coccoidea*) och bladlöss (*Aphidoidea*) som lever av rötter minskade efter kalavverkning, och de drabbades särskilt av markberedning. Forskarna noterar att de kvarlämnade trädgrupperna (avverkning med 10 % hänsyn) inte räckte för att bevara de växtäta smådjuren.

Bland svamp- och bakterieätarna dominerade hoppstjärter. Tio år efter avverkning så utgjorde de 30-40 % av mängden i den oavverkat skogen. Den vanligaste arter *Pogonognathellus flavescens* var också den som påverkades mest av avverkning.

Forskarna drar slutsatsen att kalavverkning påverkar markfaunan och att effekten kvarstår även 10 år efter avverkning. Däremot verkar faunan inte påverkas av selektiv avverkning. De konstaterar samtidigt att arter som lever i det tjocka humuslagret verkar klara sig bra, och att skogsmarken är väl buffrad för förändringar. ■

Inga tydliga skillnader i arter mellan reservat, nyckelbiotoper och hänsynsytor

Ett referat av: Sverdrup-Thygeson, A., Bendiksen, E., Birkemoe, T. & Larsson, K.H. 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.

I en norsk studie fanns få generella skillnader mellan avsättningstyperna reservat, nyckelbiotoper och hänsynsytor, vad gäller vedsvampar knutna till nedbrutna granar och skalbaggar knutna till nyligen döda aspar. Däremot verkade det finnas större skillnader mellan olika landskap. Författarna drar slutsatsen att alla avsättningstyperna behövs eftersom de kompletterar varandra.

Kunskap om skillnader mellan avsättningstyper kan vara viktig

Kunskap om hur den biologiska mångfalden skiljer sig mellan olika avsättningstyper kan ge vägledning om hur naturvårdsstrategier bör utformas på ett effektivt sätt.

Fyra landskap i södra Norge

Studien utfördes i fyra landskap i södra Norge. I varje landskap valdes vardera 8 reservat, nyckelbiotoper och hänsynsytor ut, totalt 96 bestånd. Vedsvampar registrerades på 5 tämligen nedbrutna döda liggande granar i varje bestånd i alla fyra landskapen. Skalbaggar samlades in från utlagda, nyligen döda aspar i tre av landskapen. I analyserna delades arterna upp i specialister och generalister. Specialister var för vedsvampar rödlistade arter, framförallt sådana som är knutna till stora granlågor. Som aspspecialister räknades bland skalbaggar sådana som har död aspved som sitt huvuds substrat, enligt en befintlig databas.

Små skillnader mellan avsättningstyperna

Det var svårt att urskilja några övergripande drag i resultaten. Skillnaderna mellan landskapen tycktes överlag vara större än skillnaderna mellan avsättningstyperna. Generalister knutna till asp hade högst artantal i nyckelbiotoper och de också hade en avvikande artsammansättning i hänsynsytor. För vedsvamparna

	Vedsvampar knutna till nedbrutna granar	Skalbaggar knutna till nyligen döda aspar
Artrikedom	Skillnader i ett landskap vardera för specialister resp. generalister	Ingen skillnad för specialister. Högst artantal för generalister i nyckelbiotoper
Artsammansättning	Skillnad i ett landskap för specialister. Ingen skillnad för generalister	Ingen skillnad för specialister. Hänsynsytor var annorlunda för generalister

Få tydliga skillnader fanns för vedsvampar respektive skalbaggar mellan de olika avsättningskategorierna reservat, nyckelbiotoper och hänsynsytor.

knutna till gran fanns bara ett övergripande resultat, nämligen att det inte fanns någon skillnad i artstammansättning mellan avsättningstyperna.

Resultaten förvånade

Resultaten förvånade författarna eftersom de utgick ifrån att specialisterna borde vara känsliga för fragmentering. Därför trodde de att reservaten, som är störst, skulle vara bättre än nyckelbiotoperna och hänsynsytor som är mindre. Dessutom trodde de att detta mönster skulle vara tydligare för vedsvamparna än skalbaggar eftersom granvedsvamparna ofta anses kräva stabila miljöer.

På grund av den stora variationen i artsammansättning och artrikedom rekommenderar författarna att en blandning av avsättningstyper används i naturvårdsarbetet. ■



Reservat, hänsynsyta och nyckelbiotop. Foton Lena Gustafsson.

Antalet kvarlämnade träd är viktigt för flora och fauna – en kunskapssammanställning

Ett referat av: Vanha-Majamaa, I. & Jalonen, J. 2001. Green tree retention in Fennoscandian forestry. Scandinavian Journal of Forest Research 16, Supplement 3, 79-90.

Det finns ett teoretiskt stöd för att kvarlämnade träd har positiv betydelse för många skogslevande arter, men det är ont om empiriska data som visar hur stora effekterna är. Det konstaterar finska forskare som år 2001 sammanställde vad vi då visste om kvarlämnade träd. De presenterar också en korttidsstudie av hur avverkning påverkar markvegetationen. Små trädgrupper på 15-20 träd har en mycket begränsad effekt på mossor och kärlväxter jämfört med kalavverkning.

Norden är inte ensamma

”Green tree retention” är ett internationellt vedertaget begrepp för att lämna levande träd kvar på hygget vid en slutavverkning. Träden kan vara spridda över avverkningen eller samlade i hänsynsytor. Hänsyn i form av kvarlämnade träd används i många länder med ett skogsbruk som liknar det svenska. I uppsatsen gör forskarna en genomgång av regelverk och certifieringsregler. Observera att artikeln är daterad 2001, och alltså redovisar vad som gällde vid millennieskiftet.

I Sverige och Finland finns inga lagkrav på att lämna träd, däremot är det rekommenderat. Det finns inga specifika regler kring vilka träd och hur många som ska lämnas. Det finns i stället i FSCs certifieringsstandard, som kräver minst 10 större, gamla träd per hektar i Sverige och fem per hektar i Finland. I företagets instruktioner specificeras ibland vilka träd som bör lämnas. Stora Enso vill prioritera lämnade lövträd (asp, sälg, stora björkar, ädla lövträd), träd med brandspår och andra skadade träd. Gruppställda träd rekommenderas före spridda träd.

Hänsyn med lämnade träd praktiseras också i Norge. Enligt certifieringsstandarden ska 5-10 vindtåliga träd lämnas.

Förbudet i Ryssland

Ryssland avviker från de andra länderna eftersom reglerna kräver att alla träd, all död ved och allt avverkningsavfall tas bort från slutavverkningen p.g.a. risken för skogsbrand. I Ryssland finns dock en stor mängd skog (19 %) där slutavverkning inte är tillåten alls.

I Kanada tillämpas ”green tree retention” på olika sätt i de olika delstaterna. I Alberta ska döende men stående samt några levande träd lämnas, totalt minst 8 per hektar, så länge de inte utgör en risk för skada på människor. I British Columbia ska enstaka träd eller trädgrupper lämnas så att minst hälften av en avverkning finns inom en trädgång av ett träd eller trädgrupp. I British Columbias kustområde ska 10-20 % av träden lämnas kvar, om det är möjligt. I Saskatchewan ska lågor och stående döda träd, samt 1-5 % av de levande träden lämnas kvar.

I nordvästra USA finns riktlinjer att spara levande träd på



Små trädgrupper har en begränsad effekt på mossor och kärlväxter. Foto: Lena Gustafsson.

minst 15 % av en avverkningsyta. 70 % av denna hänsyn ska lämnas som grupper med 0,2-1 hektars storlek, och resten kan vara spridda eller i mindre grupper.

Gott om ekologiska motiv, men inte bevisat i praktiken

I uppsatsen görs en genomgång av de ekologiska argumenten för att lämna träd. Trädgrupper kan fungera som refugier och spridningscentra för skogslevande arter. Sammanhängande trädgrupper kan också binda ihop skogsbestånd med varandra. Det mesta talar för att trädgrupperna måste vara tillräckligt stora för att minimera kanteffekterna. Enskilda kvarlämnade träd kan också vara viktiga för att förse beståndet med död ved och för arter som är beroende av död ved eller som lever på barken på levande träd. Mängden rödlistade insekter kan till och med vara högre i de kvarlämnade trädgrupperna än i den gamla skogen.

När det gäller markvegetation konstaterar författarna att påverkan är mindre i trädgrupper än på kalavverkade ytor. Kanteffekterna når dock långt in, varför trädgrupper inte ersätter den gamla skogen.

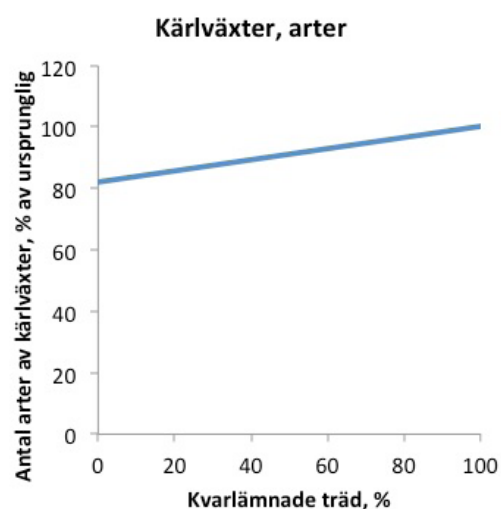
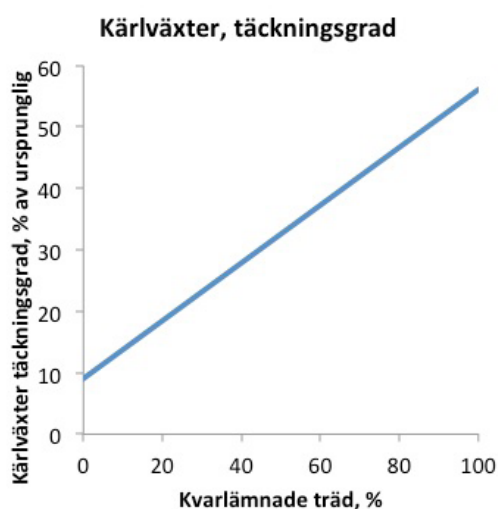
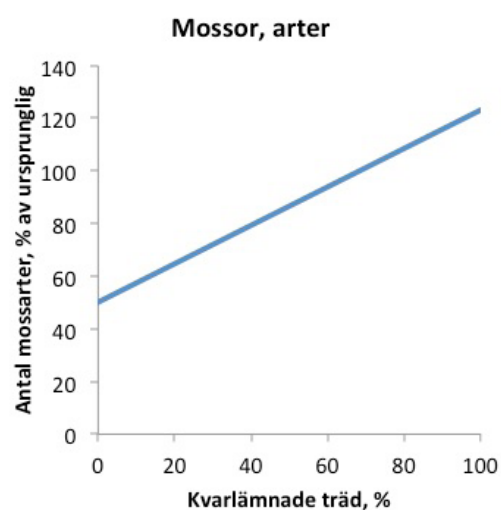
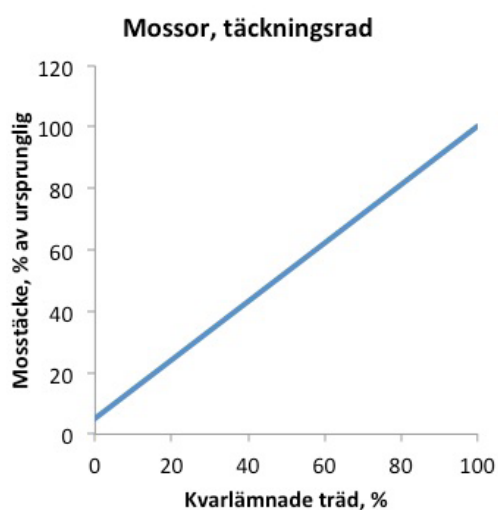
Korttidsstudie

Man presenterar också en korttidsstudie av markvegetationen efter avverkning med olika grad av hänsyn. Artrikedomen och täckningen var efter ett år större ju fler träd som lämnades kvar. Trädgrupper på 15-20 träd (0,01-0,02 ha) var för små för

att de skulle ha effekt på markvegetationen, medan en selektiv avverkning (ungefär gallring) hade viss effekt jämfört med kalavverkning.

En slutsats av hela artikeln, som alltså publicerades 2001, är att effekten av hänsynsträd vid slutavverkning är ett outforskat område. Det finns få bevis på att hänsynen har den effekt som trots allt kan motiveras av annan ekologisk forskning. ■

Korttidsstudien är utförd i ett försök i centrala Finland där kalavverkning, luckhuggning, hänsynsytor och selektiv avverkning jämförs. Samma studie har använts i flera andra uppsatser från Finland.



Första året efter avverkning i korttidsstudien var täckningsgraden av mossor och kärlväxter starkt påverkade av hur många träd som fanns kvar. Sambandet var linjärt. Samma effekter, men inte lika tydliga, sågs för hur stor andel arter som fanns jämfört med arterna i det gamla beståndet.

Nyckelbiotoper mest kostnadseffektiva skyddet

Ett referat av: Wikberg, S., Perhans, K., Kindstrand, C., Djupström, L. B., Boman, M., Mattsson, L., Schroeder, L. M., Weslien, J. & Gustafsson, L. 2009. Cost-effectiveness of conservation strategies implemented in boreal forests: The area selection process. *Biological Conservation* 142, 614-624.

Vilka områden bör väljas ut för skydd om pengarna sätter en gräns? En ekonomisk analys av äldre, grandominerade skogar i Gävleborgs län visade att nyckelbiotoper ger störst utbyte i antal arter och rödlistade arter per insatt krona. Avsättning av hänsynsytor var effektivt för totalt artantal men inte för rödlistade. Naturreservat kostade mer i förhållande till naturvärdet, och lägst kostnadseffektivt var att välja ut skogsbestånd slumpmässigt från satellitbilder.

Fyra strategier

Syftet med studien var att jämföra kostnadseffektiviteten för olika strategier för att skydda skog: naturreservat, nyckelbiotoper och att lämna hänsynsytor. En fjärde, hypotetisk, strategi där områden valdes ut enbart med hjälp av satellitbilder ingick också.

Urvalet av områden gjordes i grandominerade skogar på frisk och fuktig mark i Gävleborgs län. Skogarna skulle vara minst 110 år gamla. 2 % av arealen i studieområdet (160 000 hektar) var klassad som nyckelbiotop och 4 % som reservat. För varje strategi valdes 20 ytor som inventerades i fält. Uppgifter samlades in om trädskikt, död ved och förekomst av mossor, lavar och vedlevande skalbaggar.

Kostnaderna för att spara området beräknades som förlust i nuvärde ("opportunity cost"), det vill säga den kostnad som en skogsägare får avstå för att inte bruka skogen. Denna kostnad beräknades med programmet Plan 33. Till kostnaderna räknades också informationskostnader. Dit räknades de administrativa kostnaderna för att identifiera områdena.

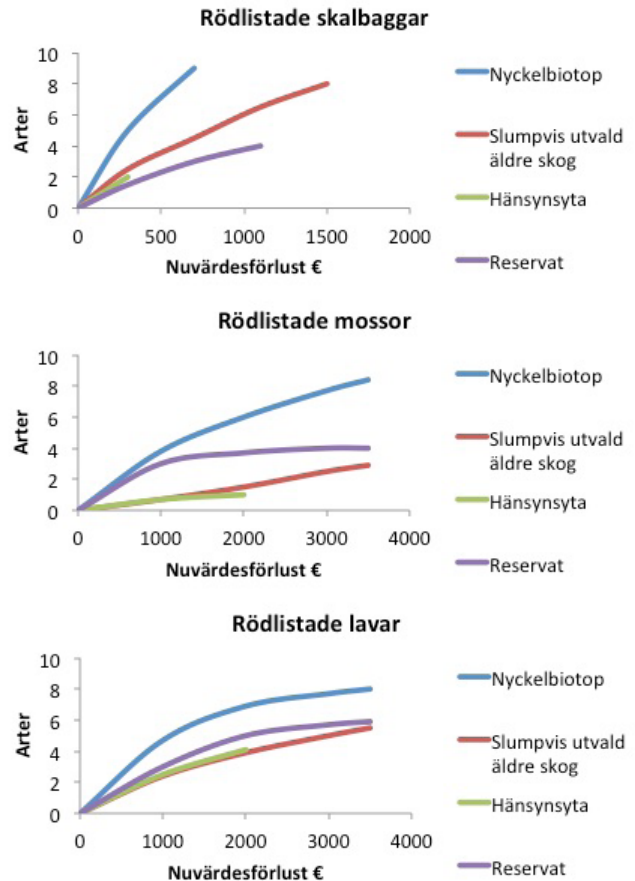
Hänsynsytor hade lägre trädvolym per hektar och lägre nuvärdesförluster än de andra skyddsstrategierna. Volymen lövträd vare högre i naturreservaten. Det fanns ingen skillnad i volymen död ved mellan de olika strategierna.

Skillnad mellan strategierna

Vilken strategi som var mest kostnadseffektiv beror på vilka parametrar man tittade på. För grova träd var hänsynsytor minst kostnadseffektiva och för lövträd var naturreservat mest effektiva.

Nyckelbiotoper och hänsynsytor var mest kostnadseffektivt för att bevara så många arter som möjligt (flestarter för lägst kostnad). Om man däremot bara tittade på rödlistade arter var nyckelbiotoper mest kostnadseffektivt, men skillnaden mot andra strategier var bara signifikant för skalbaggar.

När alla parametrar för biologisk mångfald summeras visade sig nyckelbiotoper vara mest kostnadseffektiva, följda av hänsynsytor. Det mer eller mindre slumpmässiga urvalet från satellitbilder var minst kostnadseffektivt.



Figurerna visar kostnadseffektivitet som antal arter i förhållande till kostnader för avsättning av nyckelbiotoper, slumpmässigt utvalda områden från satellitbilder, hänsynsytor och naturreservat. Nuvärdesförlusten är räknat per hektar.

Bra att fortsätta satsningen på nyckelbiotoper men reservat behövs också

Forskarna drar slutsatsen att det är klokt att fortsätta med identifiering och skydd av nyckelbiotoper. Det finns uppskattningar att bara 20 % av de potentiella nyckelbiotoperna faktiskt har hittats, och av dessa är bara 27 % formellt skyddade. Nyckelbiotoper hyser per definition höga naturvärden, och det är därför naturligt att de också fick högre naturvärdespoäng i denna studie.

Naturreservat är också utvalda för sina biologiska värden, men för att reservatsbildning ska bli aktuell måste området ha en tillräcklig storlek. Det betyder att även mindre värdefulla delar kommer att ingå. En strategi som innebär att man fokuserar på att spara stora områden är mindre kostnadseffektiv idag, men forskarna pekar på att det ändå kan bli kostnadseffektivt på sikt om det ökar arters chanser för överlevnad. ■