

I rapporten "Naturhänsyn vid avverkning - en syntes av forskning från Norden och Baltikum" sammanfattas 120 vetenskapliga studier som belyser effekten av hänsyn vid slutavverkning av skog. Rapporten är framtagen inom forskningsprogrammet Smart Hänsyn och kommer att publiceras i sin helhet våren 2016.

Sju synteser från rapporten presenteras separat. Denna behandlar kostnadseffektiv hänsyn. Övriga synteser handlar om Kantzoner utmed vattendrag, Hänsynsytor, Högstubbar, Död ved, Asp och Internationella kunskapsöversikter.

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



Syntes

– kostnadseffektiv hänsyn

006.



Kostnadseffektiv hänsyn

Flera vetenskapliga studier har analyserat naturhänsynens biologiska effekter i förhållande till kostnaderna för förlorad virkesproduktion.

Kostnaderna är oftast beräknade på klassiskt skogsekonomiskt vis som direkta intäktsförluster av det sparade virket samt värdet av framtida produktionsförluster. Naturvärden uppskattas på olika sätt; i flera fall genom inventeringar men också genom olika simuleringar av hur naturvärden i skogen utvecklas. Resultaten tyder på att billiga naturvårdsåtgärder ofta är kostnadseffektiva, exempelvis att ställa högstubbar eller lämna lövträd. Men det finns undantag. Att avsätta nyckelbiotoper är ofta dyrt eftersom de i många fall är virkesrika. Det kan ändå vara kostnadseffektivt eftersom nyckelbiotoperna hyser många rödlistade arter. Kostnadseffektiviteten kan också skilja sig beroende på läget i landet. Studier visar också att ju mer information man har om arterna och deras miljöer, desto kostnadseffektivare kan hänsynen utformas.

”Bättre informationsinsamling ökar kostnadseffektiviteten”

Studiernas fördelning

Åtta uppsatser beskriver effekter och kostnader av olika hänsynsåtgärder. Hänsynsåtgärder som värderas är att lämna levande evighetsträd, död ved, hänsynsytor, skapa högstubbar samt modifiering av skogsskötselåtgärder t.ex. markberedning. I en uppsats jämfördes också nyckelbiotoper med andra sparade skogspartier.

I de flesta av uppsatserna har kostnaden beräknats som nuvärdesförlust. Nuvärdesförlust innebär att man jämför nuvärdet för ett konventionellt produktionsinriktat skötselalternativ med nuvärdet för ett alternativ med lämnad hänsyn. Nuvärde är skogens värde idag plus framtidens intäkter och kostnader diskonterade med en viss ränta (ofta omkring 3 %). Tre av studierna är gjorda med modellering av framtida naturvärden. Resten baseras på faktiska inventeringar av skog och arter.

Avverkningshänsyn ett kostnadseffektivt sätt att producera död ved

Tre studier utförda av samma forskargrupp jämför kostnadseffektiviteten av olika åtgärder för att skapa död ved i olika delar av landet: södra, mellersta och norra Sverige (3,4,7). Mängden död ved i beståndet kunde beräknas för en hel omloppstid med modeller och antaganden om trädens avdöende, stormfällning, stambrott och nedbrytning vid olika stadier i beståndens utveckling. Kostnaden beräknades som nuvärdesförluster. I den först utförda studien användes volymen död ved som en indikator på naturvärdet (7). I de följande studierna simulerades också dödvedskvaliteter och mängden lämpliga habitat för rödlistade insekter och kryptogamer (3,4). Resultaten sammanfattas nedan:

- Att spara döda träd eller att skapa högstubbar var genomgående kostnadseffektivt. Kostnaden för att ta tillvara sådana träd överstiger ofta virkesvärdet.

- Förlängd omloppstid var i alla tre studier minst kostnadseffektivt för att skapa död ved.
- Manuell markberedning för att undvika sönderkörning av lågor var inte lika kostnadseffektivt som att skapa högstubbar eller lämna döda stående träd men betydligt effektivare än att förlänga omloppstiden.
- I södra Sverige var det mer kostnadseffektivt att lämna högstubbar av björk och asp än av

Praktiska råd

Jämfört med träd som vi avverkar, planterar och gallrar, så är effekterna på de flesta andra organismer extremt svåra att förutsäga. Simuleringar ger troligen bra värden på kostnader och i bästa fall på mängder av potentiella habitat för djur och växter under olika scenarier. För planering på lång sikt, både för myndigheter och större markägare, kan simuleringar vara av nytta. Men det finns en fara i att genomgående välja de mest kostnadseffektiva skötselstrategierna eftersom olika strategier troligen kompletterar varandra. Att jämföra "antal arter per krona" kan missgynna vissa arter. Flera studier visar att kostnadseffektiviteten kan förbättras betydligt om det finns bra information om faktiska artförekomster eller säkra uppgifter om arternas miljökrav. Att hitta billigare metoder för sådan information bör ha hög prioritet.

- Se till att ha bästa möjliga information om beståndets naturvärden nu och vilka naturvärden som ska gynnas i det aktuella landskapet
- Utifrån denna information, bestäm vilka naturvärden som ska gynnas i beståndet.
- Koncentrera hänsynen till just de naturvärden som ska gynnas och snåla inte med den hänsynen.
- Spara knotiga och svagväxande träd. De kan i vissa fall ha högre naturvärden än snabbväxande träd med bra virkeskvalitet. Det är i alla fall visat för asp.



gran och tall om man väger in både virkesvärde och substratvärde för arterna.

- Att lämna levande björkar och aspar var en mer kostnadseffektiv åtgärd än att lämna barrträd, och allra minst effektivt var det att lämna levande tallar.
- Avsättning för fri utveckling (ren granskog) var betydligt mer kostnadseffektivt i norra Sverige med låga markvärden än i södra Sverige där markvärdena är höga.

Viktigt med information om beståndet

En studie visar 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 (5). För var och en av ett 70-tal hänsynsytor i Västernorrland beräknades nuvärdesförlusten orsakad av att inte avverka dem. Som mått på naturvärde användes dels fynd av mossor och lavar (rödlistade och signalarter), dels naturvärdespoäng enligt en etablerad metod (Skogsbiologernas).

Nyckelbiotoper dyra men sparar många arter

Hänsynsytor kan vara kostnadseffektiv naturvård. Detta visas i en studie där man inventerade insekter, mossor och lavar på cirkelprovvytor i hänsynsytor, nyckelbiotoper, naturreservat samt äldre produktionsskog (8). Ett resultat var att de ganska artfattiga hänsynsytorerna var billiga att avsätta på grund av låga virkesvärden. Men allra mest kostnadseffektiva var nyckelbiotoper. Kostnaderna var i och för sig höga men antalet funna arter (totalt och rödlistade) var högt. Kostnaden för inventering av arter vägdes in i analyserna.

Att välja små och krokiga aspar istället för större aspar var det mest kostnadseffektiva sättet att bevara lavar som växer på levande aspar, enligt en annan studie (6). Om billiga, långsamväxande aspar med svartaktig, spräcklig bark och lutande stammar valdes så fångade 11 träd upp lika många naturvårdsarter som 15 slumpvisa träd. Kostnaden för att spara träden minskade därmed med cirka 15 %. Det är enkelt och billigt att göra ett sådant medvetet val och därmed möjligt att spara fler aspar till samma kostnad, eller satsa pengar på andra hänsynsåtgärder.

Hänsynsträd kan sänka tillväxten

Två studier visar att gamla tallar kan orsaka tillväxtförluster på de omgivande träden (1, 2). De äldsta tallarna var knappast lämnade av hänsynsskäl, men resultaten speglar hur tillväxten i uppväxande skog kan påverkas av att lämna stora träd vid avverkning. I den ena studien lämnades 60 tallar på 25 olika lokaler i Sverige (1). Tallarna var mellan 100 och 300 år gamla och den uppväxande skogen omkring 30-90 år. Resultaten visar på tillväxtförluster på de omgivande träden som växte inom 5-10 m. På en mark med medelgod bördighet var produktionsbortfallet ca 3 %.

I en uppföljande studie i ett bestånd visade man att ett sådant produktionsbortfall kan kompenseras av ökad tillväxt på de gamla tallarna (2). En sådan kompensation har man dock inte någon ekonomisk nytta av då det gäller hänsynsträd eftersom de ju ska sparas för all framtid.



Refererade källor

1. Elfving, B. & Jakobsson, R. 2006. Effects of retained trees on tree growth and field vegetation in *Pinus sylvestris* stands in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21, 29-36. – Sid 6.
2. Jakobsson, R., Elfving, B. 2004. Development of an 80-year-old mixed stand with retained *Pinus sylvestris* in Northern Sweden. *Forest Ecology and Management* 194, 249–258. – Sid 7.
3. Jonsson, M., Ranius, T., Ekvall, H., Bostedt, G., Dahlberg, A., Ehnström, B., Norden, B. & Stokland, J. N. 2006. Cost-effectiveness of silvicultural measures to increase substrate availability for red-listed wood-living organisms in Norway spruce forests. *Biological Conservation* 127, 443-462. – Sid 8.
4. Jonsson, M., Ranius, T., Ekvall, H. & Bostedt, G. 2010. Cost-effectiveness of silvicultural measures to increase substrate availability for wood-dwelling species: A comparison among boreal tree species. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25, 46-60. – Sid 9.
5. 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. *Ecol Econ* 70, 771-777. – Sid 10.
6. Perhans, K., Haight, R., Gustafsson, L. 2014. The value of information in conservation planning: Selecting retention trees for lichen conservation. *For Ecol Manage* 318, 175–182. – Sid 11.
7. Ranius, T., Ekvall, H., Jonsson, M. & Bostedt, G. 2005. Cost-efficiency of measures to increase the amount of coarse woody debris in managed Norway spruce forests. *Forest Ecology and Management* 206, 119-133. – Sid 12.
8. 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 13.

Kvarlämnade träd påverkar tillväxten i det nya beståndet

Ett referat av: Elfving, B. & Jakobsson, R. 2006. Effects of retained trees on tree growth and field vegetation in *Pinus sylvestris* stands in Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research 21 (Suppl. 7), 29-36.

Hur påverkas det nya beståndet av att växa upp under gamla träd? Frågan blev aktuell när skogsbruket på 1990-talet började lämna allt fler uppvuxna träd på hyggerna. Ett antal amerikanska och skandinaviska studier av främst douglasgran och tall tyder på att tillväxten i det nya beståndet sjunker. Två svenska forskare använde tillväxtmodeller för att beskriva effekterna av kvarlämnade tallar när det nya tallbeståndet nått 30-90 års ålder. Resultaten visade att det yngre beståndets tillväxt påverkas 5-10 meter från de lämnade träden. Med 10 jämnt fördelade tallar per hektar minskar tillväxten med 3 % på en medelbördig tallmark.

Tallar har studerats från norr till söder

För att få en bild av hur kvarlämnade tallar påverkar tillväxten och markvegetationen i talldominerade bestånd undersöktes 60 tallar på 25 olika platser från Norrbotten i norr till Skåne i söder. De studerade tallarna var 100-263 år vid brösthöjd, höjden varierade mellan 13 och 25 meter och underbeståndet var 30-90 år gammalt. Dessutom studerades alla träd i en rad provtytor, i fyra olika väderstreck kring de kvarlämnade träden. Effekter upp till 18 meter från det kvarlämnade trädet kunde därför beskrivas.

Skillnader både i tillväxt och markvegetation

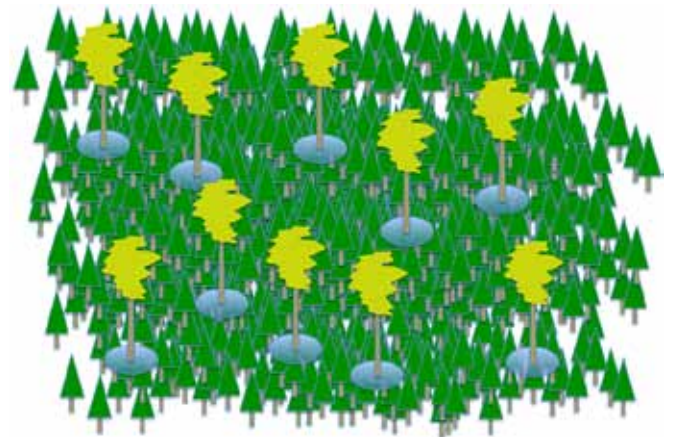
Resultaten visade på en tydligt lägre tillväxt bland uppväxande träd närmast de kvarlämnade träden jämfört med uppväxande träd längre bort (10-18 meter från de kvarlämnade träden). Påverkan sträckte sig upp till 7 meter bort från det kvarlämnade trädet på medelgoda marker. På svagare marker påverkades ett större område (upp till 10 meter från träden) och på rikare marker ett mindre område. På en medelgod mark innebar varje kvarlämnat träd att 30 m² inte kunde utnyttjas för virkesproduktion (variation mellan 16-200 m² beroende på markens bördighet). Det motsvarar ett genomsnittligt produktionsbortfall på 3 % om 10 träd per hektar lämnas kvar på medelgod mark.

Olika typer av markvegetation indikerar olika bördighet hos marken. I försöket kunde man med hjälp av markvegetationen visa att markens bördighet ökade med ökande avstånd från de kvarlämnade träden. Man kunde däremot inte styrka att stora och snabbväxande träd skulle påverka det uppväxande beståndet mer och inte heller att påverkan skulle vara större i yngre bestånd än i äldre. ■

Studien är en uppföljning till Jakobsson & Elfving 2004, som särskilt studerade tillväxten i ett bestånd i Vindeln.



Det nya beståndets tillväxt påverkas inom 5-10 meter från de kvarlämnade överståndarna. Foto: Mats Hannerz



Tio kvarlämnade tallar per hektar ger ca 3 % lägre tillväxt.

Överståndare av tall sänker tillväxten bara marginellt i det nya beståndet

Ett referat av: Jakobsson, R. & Elfving, R. 2004. Development of an 80-year-old mixed stand with retained *Pinus sylvestris* in northern Sweden. Forest Ecology and Management 194, 249-258.

När naturvärdesträd på hyggen började lämnas i början av 1990-talet var en fråga hur produktionen i det nya beståndet påverkas på kort och lång sikt. Eftersom naturvärdesträd har lämnats under relativt kort tid är det ont om produktionsstudier. I den här uppsatsen har forskare studerat ett bestånd där överståndare av tall lämnades redan 1912. Resultaten visar att tallöverståndarna växte bra och fördubblade sin årsringsbredd de första 30 åren. Det uppväxande beståndet tappade tillväxt närmast de gamla träden, men samtidigt bidrog överståndarna med en volymtillväxt som mer än väl kompenserade för förlusten.

Bestånd i Vindeln avverkat 1912

Ett fem hektar stort bestånd i Vindeln utnyttjades för studien. I beståndet fanns 44 tallar som blev friställda vid en avverkning redan 1912. Tallarna var då 180 år gamla. Idag består det nya beståndet av en blandning av tall, gran och björk.

Beståndet inventerades 2001. Med årsringsanalyser gick det att rekonstruera diametertillväxten hos överståndarna och de dominerande träden i underbeståndet. Underbeståndet mättes i en cirkelyta på 9,5 meter runt varje överståndare. Dessutom mättes träd i fyra vädersträck upp till 18 meter från varje överståndare. Förekomsten av vanligare mossor, lavar och kärllväxter skattades också.

Lägre volym närmast överståndarna

Underbeståndets volym var lägre i cirkelytan närmast överståndarna. Totalt skattades tillväxtförlusten till 2,5 % eller 4,9 m³ per hektar om man räknar med 10 kvarlämnade överståndare per hektar. Denna tillväxtminskning kompenserades mer än väl av tillväxten hos tallöverståndarna. Tyvärr kunde höjdtillväxten hos överståndarna inte rekonstrueras men en jämförelse av grundytan visade att underbeståndet tappade 0,64 m² per hektar p.g.a. överståndarna, medan överståndarna själva (med 10 träd per hektar) växte med 0,9 m² per hektar under hela perioden.

Författarna drar därför slutsatsen att den totala volymproduktionen var högre med överståndarna än om beståndet inte hade innehållit några kvarlämnade gamla tallar. ■

Denna studie följdes upp av en studie av olika bestånd från Skåne till Norrbotten som visade liknande tillväxtförluster i det nya beståndet av att lämna tallar på hyggen (Elfving, B. & Jakobsson, R. 2006. Effects of retained trees on tree growth and field vegetation in *Pinus sylvestris* stands in Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research 21 (Suppl. 7), 29-36.



Tio tallöverståndare per hektar sänkte det nya beståndets tillväxt med 2,5 % men det kompenseras mer än väl av överståndarnas egen tillväxt. Foto: Mats Hannerz, tallöverståndare utanför Härnösand.

Kostnadseffektiv naturhänsyn i granskog – spara skog i norra Sverige, spara och skapa död ved i södra Sverige

Ett referat av: Jonsson, M., Ranius, T., Ekvall, H., Bostedt, G., Dahlberg, A., Ehnström, B., Norden, B. & Stokland, J. N. 2006. Cost-effectiveness of silvicultural measures to increase substrate availability for red-listed wood-living organisms in Norway spruce forests. *Biological Conservation* 127, 443-462.

Flest arter per insatt krona får man genom att spara områden i norra Sverige, där markpriset är förhållandevis lägre. I södra Sverige är det däremot mer kostnadseffektivt att spara och skapa död ved vid avverkning. Det visar en modelleringsstudie av kostnader och effekten på rödlistade, vedlevande organismer när man ökar mängden död ved i rena granskogar.

Tre modellområden

I studien modellerades kostnad, volym grov död ved, och tillgången till lämpligt substrat för olika rödlistade organismer. Två olika mått användes för att studera naturvårdsvärdet (effekten på den biologiska mångfalden): ett substratindex där mängden substrat (död ved) multiplicerades med antalet arter som utnyttjar substratet, samt ett mått på antal arter som når över fastställda tröskelvärden.

Tre modellområden användes: Västerbotten i norra Sverige, Gävleborg i mellersta och Kronoberg i södra Sverige. För att beräkna tillgången till död ved av olika kvalitet användes en modell framtagen av Ranius m.fl. Substraten skiljer sig beroende på grovlek, stående och liggande ved, nedbrytningsgrad, solbelysning och trädens tillväxthastighet. ArtDatabankens databas för olika arters substratkvalitet användes för att beräkna naturvärdet.

I simulerade orörda skogar fanns 99 m³/ha grov död ved i södra Sverige, 73 m³ i mellersta och 66 m³ i norra Sverige. I skog som brukades nyskapades mer död ved i södra än i norra Sverige.

Olika åtgärder modellerades

Flera olika åtgärder för att skapa död ved jämfördes: Spara hänsynsträd/ytor (1, 5 och 9 % av arealen), skapa högstubbar (3, 10 eller 20 per hektar), manuell markberedning (för att inte köra sönder lågor), spara döda träd, förlänga omloppstiden (med 10, 25 eller 50 %), skapa reservat, samt spara en andel av vindfällda träd.

Ökad omloppstid mindre effektivt

Den enskilda åtgärden som var mest kostnadseffektiv var att lämna stående döda träd, och den minst kostnadseffektiva att öka omloppstiden. Högstubbar var också kostnadseffektivt i alla tre regioner, men i norra Sverige var manuell markberedning i stället för maskinell nästan lika effektivt.

I norra Sverige var reservatsbildning (spara skog för fri utveckling) kostnadseffektivt, men i södra Sverige med högre markpriser var det mindre effektivt. Där var det i stället mer effektivt att göra åtgärder så att den döda veden ökar i den brukade skogen.



Att spara områden med granskog var mer kostnadseffektivt i norra än i södra Sverige.

Foto: Lena Gustafsson.

Begränsad till granskogar

Studien är begränsad till rena granskogar, medan ett landskapsperspektiv måste ta hänsyn till också andra trädslag. Studien har använt samma metodik som i Ranius (2005) och Jonsson et al. (2010). ■

Mer dödvedsarter per krona genom att lämna björk och asp

Ett referat av: Jonsson, M., Ranius, T., Ekvall, H. & Bostedt, G. 2010. Cost-effectiveness of silvicultural measures to increase substrate availability for wood-dwelling species: A comparison among boreal tree species. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25, 46-60.

Det är mer kostnadseffektivt att lämna död ved av björk och asp än av gran och tall, särskilt i södra Sverige. Om man ställer högstubbar kan det dock vara mer ekonomiskt att lämna tall och gran i norra Sverige. Det visade en modellstudie som tog hänsyn till kostnader för att lämna död ved i jämförelse med värdet för rödlistade skalbaggar och kryptogamer.

Rödlistade arter på olika substrat och trädslag

Olika typer av död ved är miljöer för olika organismer, och vissa typer attraherar fler sällsynta arter än andra. Forskarna vid SLU tog först fram en databas med rödlistade vedlevande arters krav på substrat, baserat på expertkunskap vid Artdatabanken. Det gjorde det möjligt att räkna ut hur många rödlistade skalbaggar och kryptogamer som är knutna till död ved av olika trädslag, diametrar, nedbrytningsklasser, grad av solexponering och om veden är stående eller liggande.

Simulerade blandskogar

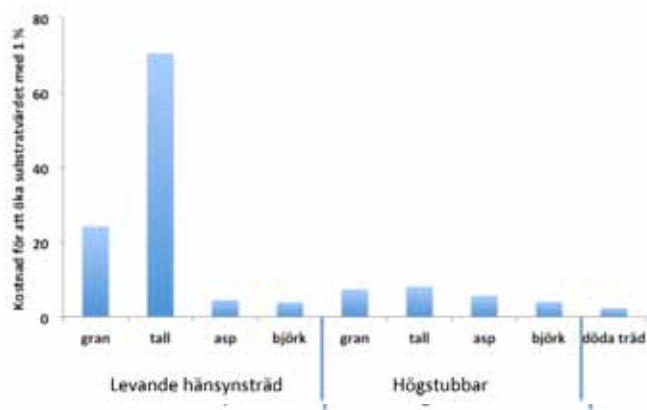
I studien jämfördes två olika simulerade blandskogar i vardera södra, mellersta och norra Sverige. Den ena hade en blandning av tall, gran och björk, den andra tall, gran och asp. Modellskogarna sköttes dels för att generera maximal vinst för skogsägaren, dels med åtgärder för att öka mängden död ved. Modelleringens syfte var att se hur kostnadseffektivt det var att lämna olika typer av död ved. Det handlade om skapa högstubbar, lämna stående levande och döda träd, undvika sönderkörning av död ved vid markberedningen, och förlänga omloppstiden.

Mängden död ved i beståndet kunde beräknas för en hel omloppstid med antaganden om trädens avdöende, stormfällning, stambrott och nedbrytning vid olika stadier i beståndens utveckling. Värdet av den lämnade veden beräknades med hänsyn till vilka arter som är beroende av den. Volymen av de olika vedtyper som olika arter är knutna till genererade ett substratindex, som användes som naturvårdsvärde. Detta värde samt volymen grov död ved jämfördes med den minskade skogsbruksintäkt som åtgärderna bidragit till.

Kostnadseffektivt att lämna björk och asp

Högstubbar bidrog med bara små volymer grov död ved (omkring 0,5 m³ per ha) medan en förlängd omloppstid bidrog med störst volymer (omkring 4 m³/ha).

Det mest kostnadseffektiva (mest död ved per krona) fick man genom att lämna stående döda träd. Att lämna högstubbar var också kostnadseffektivt i södra Sverige, men mindre så i norra Sverige. Förlängd omloppstid var det dyraste skötselalternativet. Om man bara tar hänsyn till volymen grov död ved var det mer kostnadseffektivt att lämna högstubbar av



Kostnaden för att höja substratvärdet med en procent, södra Sverige. Relationerna såg lite annorlunda ut i mellersta och norra Sverige. Figuren har använt något förenklade värden jämfört med uppsatsen.

gran och tall. Med hänsyn till substratvärdet för arterna var det dock effektivare att lämna högstubbar av asp och björk i södra Sverige.

Att lämna levande björkar och aspar var en mer kostnadseffektiv åtgärd än att lämna barrträd, och minst effektivt var det att lämna tall. I norra Sverige var det till och med en kostnad för skogsägaren att ta ut björkarna och asparna. Det var alltså billigare att låta dem stå kvar, samtidigt som de tillför ett värde för insekter och kryptogamer.

Annorlunda arter med andra trädslag

I studien jämfördes hur olika artuppsättningen kan bli genom att lämna olika typer av död ved. Vilket trädslag som lämnas har störst betydelse för vilka arter som gynnas, mer än om olika substrat lämnas av samma eller alla trädslag i blandning.

Författarna drar slutsatsen att det är mest kostnadseffektivt att lämna död ved av lövträd, särskilt i södra Sverige. Det kan också bidra till en rikare diversitet av vedlevande arter eftersom det råder brist på död lövved i den brukade skogen. ■

Kostnadseffektivare urval med bättre information om hänsynsyornas innehåll och ekonomiska värden

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.

Mer mångfald för pengarna med rätt val av hänsynsträd

Ett referat av: Perhans, K., Haight, R., Gustafsson, L. 2014. The value of information in conservation planning: Selecting retention trees for lichen conservation. *Forest Ecology and Management* 318, 175–182.

Asp är ett viktigt trädslag för den biologiska mångfalden och aspar sparas därför ofta vid avverkning. Idag sker urvalet av hänsynsträden ofta mer eller mindre slumpvis. En studie utförd i Mellannorrland, där lavar användes som indikatorer på biologisk mångfald, visar att det är mer kostnadseffektivt att välja träden mer medvetet. Om aspar med ganska liten diameter och med särskild stamform och barkstruktur prioriteras så ger färre träd samma värde för den biologiska mångfalden som ett slumpvis urval. Den besparing som uppstår skulle kunna användas för att spara fler träd och därmed öka nyttan för den biologiska mångfalden.

Lavar på 360 aspar

I Medelpad och Jämtland registrerades lavar på 360 aspar i 12 bestånd 0 till 4 år efter avverkning. Dessutom noterades hur stammarna såg ut, t.ex. barkens yta och färg och stammens form. Det ekonomiska värdet av varje träd bedömdes utifrån diameter och höjd. Borrning av träden gav information om röttningsgraden, något som också påverkar det ekonomiska värdet. Olika mått användes för att beräkna värdet för den biologiska mångfalden, bland annat ”naturvårdslavar”, dvs. rödlistade arter och signalarter (arter som indikerar högt naturvärde).

Fler arter på långsamväxande aspar med spräcklig bark

Om billiga, långsamväxande aspar med svartaktig, spräcklig bark och lutande stammar valdes så fångade 11 träd upp lika många naturvårdsarter som 15 slumpvisa träd. Kostnaden för att spara träden minskade därmed med cirka 15 %. Det är inte särskilt dyrt att titta lite noggrannare på träden och göra ett medvetet val. Därför skapas det utrymme för att spara fler aspar, eller satsa pengar på andra naturvårdsåtgärder, och därmed öka värdet för den biologiska mångfalden ytterligare.

Det är svårt att dra tydliga slutsatser för praktiskt skogsbruk utifrån den här studien. Den är den första i sitt slag och för att kunna dra mer generella slutsatser behövs fler studier med olika typer av biologisk mångfald och olika typer av trädslag.



Studien bygger på delvis samma material som den studie som redovisas under titeln ”Antalet lavar på aspar som lämnas vid avverkning ökar med tiden”, dvs. Lundström m fl. (2014).



Huvudförfattaren Karin Perhans undersöker en av asparna som ingick i studien. Foto: Johanna Lundström.

Bäst strategi för att öka mängden död ved ser olika ut i olika delar av landet

Ett referat av: Ranius, T., Ekvall, H., Jonsson, M. & Bostedt, G. 2005. Cost-efficiency of measures to increase the amount of coarse woody debris in managed Norway spruce forests. *Forest Ecology and Management* 206, 119-133.

Att spara naturligt döende träd är ett kostnadseffektivt sätt att öka mängden död ved i skogen. Högstubbar är också kostnadseffektivt, medan det är dyrare att öka omloppstiden. I praktiken bör en palett av olika åtgärder användas för att öka dödvedsmängden, men strategierna kan se olika ut i olika delar av landet.

Nuvärdesförluster

I rapporten beräknar forskarna kostnader och effekter av olika åtgärder för att öka andelen död ved i skogarna. De jämför sparande av hänsynsträd, skapade högstubbar, manuell markberedning för att undvika sönderkörning av lågor, förlängd omloppstid (med upp till 50 %) och sparade naturligt döende träd.

Kostnaden för att spara eller skapa den döda veden beräknades som nuvärdeskostnader med programmet Plan 33. Nuvärdet av en optimal skötsel jämfördes med det nuvärde som erhålls med hänsynsåtgärderna. Beräkningarna gjordes för tre modellerade trädslagsrena granbestånd i Kronobergs, Gävleborgs och Västerbottens län.

Naturliga avgångar ofta lönsamt att lämna

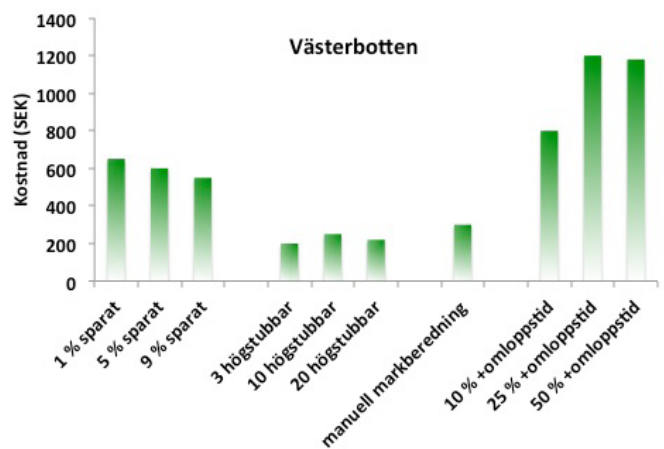
Resultaten pekade åt olika håll beroende på läge i landet, hur stora naturliga avgångarna var och vilken ränta som användes i kalkylerna. Det framgick dock att det ofta är lönsamt att lämna vindfällna och döda/döende träd i mellersta och norra Sverige. I flera fall kostade det mer att ta ut träden än man fick för virkesvärdet. Att bara spara 1 m³ per hektar vid enstaka tillfällen, som föreskrivs av FSC-standarderna, ger dock bara ett lågt tillskott till volymen av död ved. Att spara döda och döende träd var mer kostnadseffektivt i de nordligare områdena än i Kronobergs län.

Om de naturliga avgångarna är låga (lite vindfällen eller döda träd på rot) är det mest kostnadseffektivt att skapa högstubbar vid gallring och slutavverkning. Förlängd omloppstid är den allra dyraste metoden. Kostnadseffektiviteten för manuell markberedning och sparade hänsynsträd låg mellan högstubbar och förlängd omloppstid.

Studien har använt samma metodik som i Jonsson et al. (2006) och Jonsson et al. (2010). I Jonsson et al. 2006 ligger fokus också på granskogar men med en finare uppdelning i olika dödvedssubstrat med olika betydelse för rödlistade arter.



Att lämna vindfällen och naturligt döende träd är ett kostnadseffektivt sätt att öka mängden död ved, särskilt i norra Sverige. Foto: Mats Hannerz.



Kostnaden för att öka mängden död ved med de olika åtgärderna. Diagrammet visar Västerbotten, liknande diagram finns för Gävleborg och Kronoberg i artikeln.

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.

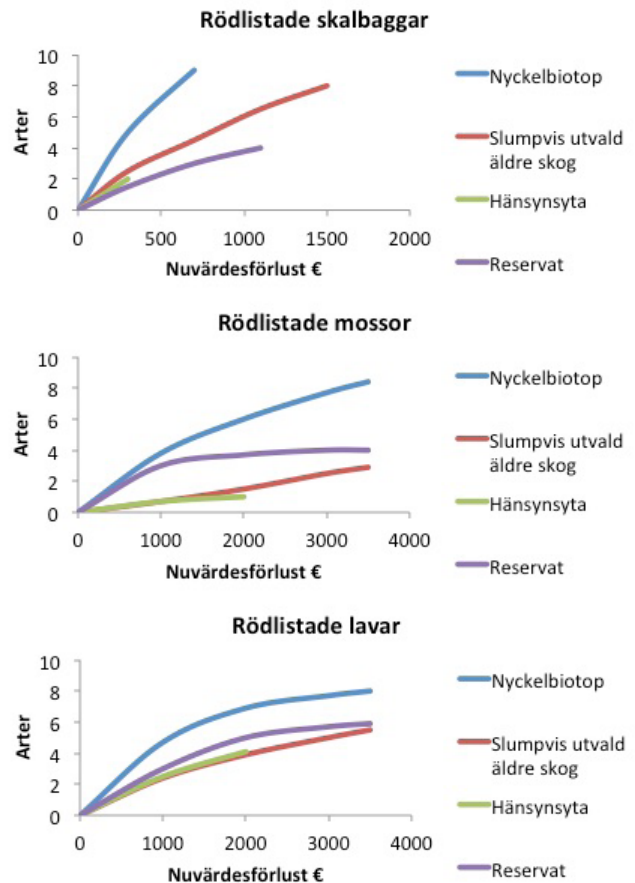
Hänsynsytor hade lägre trädvolym per hektar och lägre nuvärdesförluster än de andra skyddsstrategierna. Volymen lövträd vare högre i naturreservaten. Det fanns ingen skillnad i volymen död ved mellan de olika strategierna.

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 kostnadseffektiva för att bevara så många arter som möjligt (flest arter till lägst kostnad). Om man däremot bara tittade på rödlistade arter var nyckelbiotoper det mest kostnadseffektiva, men skillnaden mot andra strategier var bara signifikant för skalbaggar.

När alla parametrar för biologisk mångfald summerades 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. ■