


# 20 års forskning om nyckelbiotoper

– Här är resultaten

An aerial photograph of a forest, showing a dense canopy of trees. The image is overlaid with a semi-transparent red filter, which is darker in some areas and lighter in others, creating a textured, almost painterly effect. The text is positioned in the upper left quadrant of the image.

En nyckelbiotop definieras som: "Ett skogsområde som från en samlad bedömning av biotopens struktur, artinnehåll, historik och fysiska miljö idag har mycket stor betydelse för skogens flora och fauna. Där finns eller kan förväntas finnas rödlistade arter". En hel del forskning har utförts om olika aspekter på nyckelbiotoper men detta har aldrig tidigare förts ut på ett samlat, populärvetenskapligt sätt.

# Förord

**N**YCKELBIOTOPER ÄR SKOGSOMRÅDEN MED STOR BETYDELSE för florán och faunan. Sedan inventeringen startade på 1990-talet har omkring 100 000 registrerats i landet. Medelarealen är 5 hektar och tillsammans täcker de cirka 2 procent av den produktiva skogsmarken. Nyckelbiotoper är ett livligt diskuterat begrepp inom skogsbruk och naturvård, bland annat eftersom de medför restriktioner för certifierade skogsägare. Diskussionen vinner förhoppningsvis på att hänsyn tas till det vetenskapliga kunskapsläget om nyckelbiotopernas biologiska värden, dynamik och roll i det övergripande naturvårdsarbetet. Forskning som specifikt berör nyckelbiotoper har pågått i snart 20 år – den första vetenskapliga studien publicerades 1999. Vår ambition med denna rapport är att på ett överskådligt sätt föra ut resultat från den stora mängd forskning som har utförts om nyckelbiotoper i Sverige, Finland, Norge och Baltikum, det vill säga det område där nyckelbiotopsbegreppet används. Såväl vetenskapliga artiklar som myndighetsrapporter och examensarbeten från både naturvetenskapligt och samhällsvetenskapligt perspektiv ingår i sammanställningen. För varje artikel har vi gjort ett kort referat där vi fokuserat på de resultat som har störst relevans för nyckelbiotoperna. I en inledning syntes gör vi en sammanvägning av forskningsläget uppdelat på olika teman. Det är vår förhoppning att rapporten kan bidra till en mer kunskapsbaserad diskussion. Vi hoppas också att referaten kan skapa förståelse för vikten av att utföra forskning i många olika miljöer och med olika problemansatser. Det är långt ifrån alla studier som leder till spektakulära resultat och medial uppmärksamhet, men alla de enskilda studierna är ändå viktiga pusselbitar som bidrar till att föra forskningsfronten framåt.

Uppsala i oktober 2018

*Lena Gustafsson, Mats Hannerz*



## 20 års forskning om nyckelbiotoper

– Här är resultaten

**Författare:** Lena Gustafsson, Institutionen för ekologi, Sveriges lantbruksuniversitet och Mats Hannerz, Silvinformation AB.  
Oktober 2018.

**ISBN:** 978-91-576-9596-3 (tryckt), 978-91-576-9597-0 (elektronisk)

**Textredigering och slutlig layout:** Silvinformation AB

**Layout:** Phosworks Digital Ideas, Uppsala

**Vid citering uppge:**

Gustafsson, L., Hannerz, M. 2018. 20 års forskning om nyckelbiotoper – Här är resultaten. Institutionen för ekologi, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Uppsala. 134 s.

**Finansiär:** Stiftelsen Skogssällskapet.

**Foton** Där bildkällan inte anges: Lena Gustafsson (s. 2, 10-11) och Mats Hannerz (omslag).





# Innehåll

---

- 6 Inledning**
- 10 Synteser**
- 12** Skillnader mellan nyckelbiotoper och produktionsskog
- 14** Kanteffekter
- 16** Landskapseffekter
- 20** Attityder, värderingar och styrmedel
- 22** Skötsel och skogsbruk
- 24** Storlek, udöendeskuld, historia och geografi
- 28** Refererade källor i synteserna
- 33 Referat**
- 34** Metodik
- 36** Förteckning över refererade artiklar
- 41** Referat, artikel för artikel
- 130 Bilaga:** Frågor om nyckelbiotoper från intressenter



BÖRJE SJÖ, UPPLÄND, NYCKELBIOTOP N10190-1998. GLUP, SMÅVATTEN, BLANDSUMPSKOG. FOTO LENA GUSTAFSSON, 2017

# Inledning - Forskningsresultat om nyckelbiotoper

Begreppet nyckelbiotop introducerades i Sverige i början av 1990-talet. Den inventering som då igångsattes är en av de största kartläggningar av värdefull natur som gjorts i vårt land. Sverige var pionjärer men ganska snart följde Norge, Finland och Baltikum efter. Tanken var att nyckelbiotoper skulle vara särskilt värdefulla naturområden med trolig förekomst av rödlistade arter.

## ”Sammanlagt omfattar studien 70 vetenskapliga arbeten och 19 andra rapporter.”

Nu har det gått över 25 år sedan nyckelbiotopsinventeringen startade, och över 100 000 tusen objekt har identifierats bara i Sverige. Nyckelbiotoperna borde vara en mycket viktig pusselbit i det skogliga naturvårdsarbetet. Men är det så? Vad säger forskningen?

Det försöker vi ge en bild av i denna rapport som innehåller referat av de vetenskapliga arbeten som specifikt har rört nyckelbiotoper. I några fall refereras också myndighetsrapporter och examensarbeten. Med ledning av forskningsresultaten gör vi också synteser av några av de ämnen där det finns mest kunskap.

Nyckelbiotopsfrågan är mer aktuell än någonsin genom de nya statliga medel som tillskjutits för förstärkt inventering och utökad skydd. En samverkansprocess med olika intressenter pågår också. Den forskningssammanfattning som ges här har därför stor aktualitet.

Utgångspunkten för nyckelbiotopskonceptet var att rödlistade arter är koncentrerade till vissa, identifierbara miljöer i skogslandskapet. Ansamlingen av sällsynta arter kan bero på faktorer som skogens ålder och kontinuitet, äldre markanvändning, naturgivna ståndortsfaktorer eller förekomst av viktiga strukturer. Inventeringen byggde tidigt på att identifiera sådana faktorer, som alltså skulle utgöra indirekta kriterier på förekomsten av sällsynta arter. Konceptet byggde på ekologiska teorier men det praktiska utfallet var ännu oprövat när nyckelbiotopsinventeringen satte igång.

### **Systematisk genomgång av litteraturen**

Forskningen om nyckelbiotoper kom igång nästan tio år efter att begreppet introducerades, men idag finns det många resultat som ger svar på frågor om deras nytta. Kunskapen om artförekomster i och utanför nyckelbiotoper, kanteffekter och nyckelbiotopernas funktion

i landskapet för arter har steg för steg växt sig större.

Det finns många forskningsområden som berör nyckelbiotoper. Ekologisk forskning om skogens dynamik och arternas etablerings- och spridningsförmåga liksom samhällsvetenskaplig forskning om politik och styrning är exempel där resultat kan appliceras på nyckelbiotoper även om dessa primärt inte varit i fokus. En fullständig genomgång av sådan forskning kopplad till skogsmiljöer skulle bli oändligt stor. Den här studien är därför begränsad till studier som specifikt nämner nyckelbiotoper i artikeltexten. Urvalet av artiklar är gjort enligt protokollen för systematiska litteraturgenomgångar (*systematic reviews*), vilket beskrivs i avsnittet Metodik längre fram. Eftersom nyckelbiotopsbegreppet är begränsat till Norden och Baltikum kommer också artiklarna från dessa områden.

Sammanlagt omfattar studien 70 vetenskapliga arbeten och 19 andra rapporter. Inriktningen på artiklarna är framförallt naturvetenskaplig men en handfull samhällsvetenskapliga arbeten finns också. Den övervägande delen, 60 %, av studierna är gjorda i Sverige, medan 21 % är gjorda i Finland, 7 % i Norge och 12 % i Baltikum. Nästan alla handlar om landmiljöer och endast ett arbete tar upp livet i rinnande vatten. Ett par översiktsartiklar finns också där forskare från olika delar av norra Europa samarbetat.

### **Slutsatser från forskningen**

På nästa uppslag har vi summerat viktiga slutsatser från forskningen i punktform. Mer uttömmande slutsatser finns i synteserna, som är uppdelade i olika teman. Referaten av enskilda artiklar ger ytterligare vägledning för den intresserade.

## Viktigaste slutsatserna för praktiken

- Nyckelbiotoperna har oftast högre förekomst än omgivande skog av såväl alla arter som rödlistade arter, dvs. de har ett högt naturvärde och är därmed viktiga för bevarandet av florans och faunan.
- Naturvårdsintressanta arter påverkas negativt när avverkningar sker i nära anslutning till nyckelbiotoperna.
- Nyckelbiotoperna kan utgöra ett viktigt nätverk som kan bidra till att arter kan sprida sig i ett fragmenterat skogslandskap.

## Andra viktiga slutsatser

- Naturvårdskategorier, som nyckelbiotoper, hänsynsytor och reservat men även gammal produktionsskog, kompletterar varandra och fyller olika funktioner i skyddet av skogslevande arter.
- Nyckelbiotoper kan vara kostnadseffektiv naturvård eftersom de, trots att de är virkesrika och därmed ekonomiskt värdefulla, har betydligt fler naturvårdsintressanta arter än reservat, hänsynsytor och gammal produktionsskog.
- Många nyckelbiotoper har påverkats kraftigt av dimensionsavverkning men en del även av kalavverkning för mer än hundra år sedan.
- Antalet rödlistade arter i nyckelbiotoperna är högre i norra än i södra Sverige.
- En ny gallringsform – naturvårdsgallring – verkar ha god effekt på olika typer av arter i sydliga lövskogar.



### Svarar forskningen på intressenternas frågor?

Innan vi började med litteratursammanställningen bad vi representanter för skogsbruk, myndigheter, miljöorganisationer och andra intressegrupper att lista de forskningsfrågor som de ser som mest angelägna. Många av representanterna ingick i den av Skogsstyrelsen ledda samrådsgruppen för nyckelbiotoper. Ett 60-tal frågor kom från cirka 25 svarande.

Nästan 90 % av frågorna rörde ekologiska förhållanden och då framförallt nyckelbiotopernas betydelse för arter, tröskelvärden och hur mycket som är nog (24 % av frågorna), rumsliga aspekter och skala (läge och roll i landskapet, regionala aspekter osv.) (21 %) och nyckelbiotopsinventeringens utförande och kvalitet (15 %). Skötselfrågor och tidsaspekter (t.ex. utveckling av naturvärden över tiden) intresserade också många (10 % respektive 8 % av frågorna). Resterande 10 % av frågorna hade samhällsvetenskaplig inriktning och då framförallt rörande aspekter som markägares motivation, drivkrafter, attityder och kunskap. Endast två av frågorna rörde ekonomi.

De samlade frågorna ger en bild av vilka funderingar som finns hos praktiken kring tillämpningen och nyttan med nyckelbiotoper, och de kan i sig vara ett värdefullt underlag för forskare och myndigheter som vill utveckla kunskap och metodiker. Alla frågor finns återgivna i bilagan.

Den hittills utförda forskningen har något större ekologisk fokus (92 % artiklar om ekologi, 8 % om samhällsvetenskap) jämfört med intressenternas frågor (85 % av frågorna respektive 15 %). Det finns utan tvekan ett behov av att noggrannare undersöka samhällsvetenskapliga frågeställningar som t.ex. markägares och andra intressenters attityder, agerande och drivkrafter i nyckelbiotopsfrågan, liksom koppling till skogs- och miljöpolitiska processer.

Nyckelbiotopernas roll för arter och då särskilt rödlistade i relation till produktionsskog är ganska väl undersökt. Det är däremot angeläget att närmare undersöka om nyckelbiotopernas värde varierar beroende på typ av nyckelbiotop, landskapets utseende inklusive olika skogsåldrar och naturvårdsavsättningar samt även läge i landet.

Mer kunskap efterfrågas också om skötselbehov och typ av skötsel, hittills finns endast ett vetenskapligt projekt i Götaland som fokuserar på detta.

Forskning saknas om nyckelbiotopsinventeringens kvalitet och träffsäkerhet, trots att det uppenbarligen är en viktig fråga för intressenterna. Fältbaserade studier över landet där inventeringsresultat jämförs med mer noggrant insamlad information om arter och strukturer skulle ge fördjupad insikt.

Uppföljningar över tiden liksom modellering av framtida tillstånd skulle ge indikation om nyckelbiotopernas framtida roll för bevarande av biologisk mångfald, också en aspekt som intresserar avnämarna.

Endast någon enstaka studie om nyckelbiotoper tar upp tröskelvärden och hur mycket som är nog för att bevara den biologiska mångfalden, kunskap som också efterfrågas av många. Sådan forskning är ofta komplex och adresseras bäst med mer generella kunskapsynteser där resultat från andra typer av skogar och även andra naturtyper analyseras.

En del av intressenternas frågor rörde det livligt diskuterade området i nordvästra Sverige. Hittills finns det inga studier som är särskilt behandlar denna del av landet. Vi hänvisar istället till Skogsstyrelsens nyligen publicerade kunskapsöversikt, inriktad mot nordvästra Sverige <sup>1</sup>.

**”Mer kunskap efterfrågas också om skötselbehov och typ av skötsel, hittills finns endast ett vetenskapligt projekt som fokuserar på detta.”**



## **Synteser**

– Forskningsresultat om  
nyckelbiotoper, ämne för  
ämne



ÖGONPYROLA. FOTO JERZY OPIOLA, WIKIPEDIA COMMONS.

# Skillnader mellan nyckelbiotoper och produktionsskog

I ett tjugotal studier har arter och strukturer jämförts mellan nyckelbiotoper och produktionsskogar. En analys har också gjorts där data lagts samman från olika studier. De flesta visar att nyckelbiotoperna har högre innehåll av arter och strukturer än produktionsskogen. Skillnader saknas eller är betydligt mindre för de finska nyckelbiotoperna.

## ”Rödlistade mossor och lavar fanns i 70 % av nyckelbiotoperna”

Skillnader mellan nyckelbiotoper och produktionskog är den aspekt som har studerats mest inom nyckelbiotopsforskningen. Ett 20-tal vetenskapliga studier har publicerats, de flesta från Sverige, och dessutom ett antal examensarbeten.

I Sverige liksom i de flesta andra länder där nyckelbiotopsbegreppet tillämpas ingår i definitionen att rödlistade eller andra ovanliga arter ska förväntas kunna förekomma<sup>2</sup>. När nyckelbiotopsinventeringen påbörjades i Sverige i början av 1990-talet var betoningen på rödlistade arter till och med ännu starkare än idag<sup>3</sup>.

En studie från Sverige publicerad 1999 visade att rödlistade mossor och lavar fanns i 70 % av nyckelbiotoperna, med ett högre artantal i norra än i södra delen av landet<sup>4</sup>. Efter detta har en rad jämförelser gjorts av rödlistade arter och även signalarter mellan nyckelbiotoper och produktionsskogar t ex. i Sverige<sup>5-9</sup>, Norge<sup>10,11</sup> och Finland<sup>12</sup>. Även strukturer som död ved och trädslag har jämförts<sup>13</sup>.

Den stora mängden studier har gjort det möjligt att göra en så kallad meta-analys, där data slås ihop från flera undersökningar och analyseras tillsammans<sup>14</sup>. Arton studier publicerade innan 2010 ingick i meta-analysen och resultatet var tydligt. Nyckelbiotoperna hade högre totalt artantal, mer rödlistade arter, högre volym död ved och fler typer av död ved jämfört med äldre produktionskog. Nyckelbiotoperna hade också ungefär en och en halv gång så många arter totalt som produktionskogen. En förfinad uppdelning visade dock att det fanns skillnader mellan länderna. I Sverige och Norge var nyckelbiotoperna rikare än produktionskogen men inte i Finland. Författarna anser att detta beror på Finlands definition på nyckelbiotop som gör att de är betydligt mindre och med färre strukturer än övriga länders.

Efter meta-analysen har en del ytterligare jämförande studier gjorts, samtliga i Finland. Intressant nog är en inriktad mot livet i vattnet, alla andra studier om nyckelbiotoper är gjorda i landmiljöer. Den studien visade att kantzoner utmed vattendrag som var nyckelbiotoper hade en rikare mångfald i vattnet än andra kantzoner<sup>15</sup>. Förväntat artantal av mossor och större djur i vattnet var också lägre i mer påverkade vattendrag<sup>16</sup>. I en annan studie där fokus låg på vattendragens kanter fanns inga skillnader i sammansättningen av vedsvampar, mossor och skalbaggar<sup>17</sup> mellan nyckelbiotoper och andra kantzoner. En studie finns om källor som är nyckelbiotoper<sup>18</sup>. Dessa källor skiljde sig inte från andra källor när det gäller rödlistade mossor eller antal mossor totalt. Forskarna tror att källor som är estetiskt tilltalande väljs och inte de som har högt naturvärde.

I ett svenskt examensarbete framkom att trots att mängden död ved var ungefär lika stor i nyckelbiotoper som i nyligen gallrade skogar så var den mycket klenare i gallringsskogarna<sup>19</sup>. Nyckelbiotoperna hade också ett större inslag av stående döda träd.

### Praktiska råd

- Den viktigaste rekommendationen från dessa studier är fortsatt användning av nyckelbiotoper som ett värdefullt naturvårdsinstrument eftersom de har en rikare mångfald än omgivande produktionskog.



SKÄRPLINGE, TIERP, UPPLAND, NYCKELBIOTOP N950-2017.  
KALKBARRSKOG. FOTO LENA GUSTAFSSON, 2018.

# Kanteffekter

Nyckelbiotopernas arter och miljöförhållanden påverkas ofta när omgivande skog avverkas. Flera studier visar att sammansättningen av arter skiljer sig mellan nyckelbiotopernas ytterkanter och de inre delarna. Ett vanligt råd från forskarna är att lämna buffertzoner för att minska risken för negativa kanteffekter.

## ”Flera av studierna visar att vissa arter är ovanligare i nyckelbiotopernas kanter”

Ett tiotal arbeten tar upp kanteffekter på miljö, strukturer och arter i nyckelbiotoper. Studierna har utförts i olika skogstyper som granskog och klibbalskogar, och de täcker in artgrupper som vedsvampar, mossor, lavar och kärlväxter. Fem studier från Sverige och två från Finland är publicerade i vetenskapliga tidskrifter och två från Lettland är konferensrapporter.

Flera av studierna visar att vissa arter är ovanligare i nyckelbiotopernas kanter. I nyckelbiotoper och reservat i Gävleborg och Dalarna ökade ett tiotal signalarter (vedsvampar) på liggande döda träd från kanterna mot de inre delarna <sup>20</sup>. Ju högre ålder på den omgivande skogen desto fler arter fanns i kantzonen, vilket författarna tolkar som att en viss återhämtning sker med tiden efter avverkning intill en nyckelbiotop. Den vanliga klibbtickan *Fomitopsis pinicola* uppvisade ett motsatt mönster och ökade mot kanterna.

En modelleringsstudie över 40 år baserad på dessa data indikerade att signalarterna generellt kommer att öka med tiden. Ökningen blir störst i områden med liten andel avverkning i omgivningarna, men för små områden blir det en negativ utveckling <sup>21</sup>.

Lavar (signalarter) som växte på träd ökade också från kanterna mot skogarnas inre delar men inga tydliga skillnader hittades för mossor och kärlväxter (alla arter, inte bara signalarter). Detta framkom i en studie av klibbalskogar i Lettland <sup>22,23</sup>.

I en studie från Sverige undersöktes den motsatta kantpåverkan, dvs. hur uppvuxna skogar påverkar sina närmaste omgivningar <sup>24</sup>. I ungskogar som gränsade till nyckelbiotoper eller reservat hittades en del arter som annars är vanligast inne i skogen, ju närmare skogen desto fler förekomster.

I endast en studie har kanteffekter i nyckelbiotoper utmed vattendrag undersökts <sup>25</sup>. Ett huvudresultat var att en speciell vegetation (kärlväxter och mossor) finns tre till fyra meter närmast ett vattendrag och att denna påverkas av

avverkning upp till ett avstånd på 45 meter.

I några studier har fokus legat på själva miljöförändringarna i nyckelbiotopernas kanter. I nordöstra Finland var luftfuktigheten i nyckelbiotopernas kanter signifikant lägre jämfört med längre in i skogen <sup>26</sup>. Små nyckelbiotoper hade också signifikant lägre luftfuktighet jämfört med stora nyckelbiotoper.

Om man antar att kanteffekten sträcker sig 50 meter in i beståndet så berörs så mycket som 70 % av nyckelbiotopernas yta. Detta visades i en undersökning i Norrbotten baserad på Skogsstyrelsens nyckelbiotopsdatabas <sup>27</sup>. I samma studie gjorde forskarna en särskild analys om förbindelser i landskapet och kom fram till att avståndet mellan de undersökta nyckelbiotoperna troligen var för stort för arter som inte kan sprida sig mer än två kilometer.

Trädgrupper som lämnas på ett hygge kan till viss del liknas vid en nyckelbiotop. En studie från ett vindutsatt läge i Norrbotten visade att de kvarlämnade träden är utsatta för stormfällning. Efter bara några år hade träd fallit inom alla delar av en ett hektar stor hänsynsyta <sup>28</sup>.

### Praktiska råd

- Ett sätt att minska kanteffekterna är att skapa buffertzoner kring nyckelbiotoperna och ett annat är att öka omloppstiderna på omgivande bestånd. En avverkningsplanering där avverkning i omgivningarna sprids över tiden kan också minska andelen öppen mark som gränsar till nyckelbiotoperna.



OKÖME, HALLAND, BIOTOPSKYDD OCH NYCKELBIOTOP N3008-1994, RAVIN.  
FOTO LENA GUSTAFSSON 2017.

# Landskapseffekter

Ett 10-tal studier sätter in nyckelbiotoperna i ett landskapsperspektiv. Nyckelbiotoperna kan vara viktiga för arters spridningsmöjligheter eftersom de är så många och förekommer spritt över landskapet. Det finns miljöer som har särskilt stark koncentration av nyckelbiotoper. Undersökningar av ekskogar visar att för många arter är landskapsfaktorer viktigare än beståndsfaktorer.



## ”De flesta arter påverkas mer av faktorer på landskapsnivå än beståndsnivå.”

Av de studier som undersöker nyckelbiotoper på landskapsnivå är alla vetenskapligt publicerade utom ett examensarbete. De flesta är gjorda i Sverige men två kommer från Lettland och en från Norge.

Både produktionsskogar och frivilligt avsatta områden som nyckelbiotoper kan vara viktiga för arters spridningsmöjligheter till formellt skyddade områden eftersom de är många och avstånden mellan dem är korta. Detta framkom i en studie i lavrik tallskog i Västerbotten och Norrbotten där forskarna använde modeller med fokus på arter som har höga krav på sin miljö, så kallade habitatspecialister<sup>29</sup>. Även finska forskare drar slutsatsen att nyckelbiotoper kan bilda viktiga förbindelselänkar i landskapet<sup>30</sup>. De studerade hur arter kan sprida sig via nyckelbiotoper till reservat men detta var bara effektivt för arter som kan sprida sig mer än 3 kilometer. För mer svårspredda arter behövs stora reservat.

Att avståndet är kort mellan nyckelbiotoper visas tydligt i en analys av Skogsstyrelsens nyckelbiotopsdatabas i Norrbotten. I medeltal fanns 14 andra nyckelbiotoper inom 5 kilometers avstånd och medelavståndet mellan dem var 1 kilometer<sup>27</sup>.

I en norsk studie var nyckelbiotoperna två till tre gånger vanligare i branter, områden på låg höjd och på de mest näringsrika markerna<sup>31</sup>. Detta betyder att även om nyckelbiotoperna förekommer i de flesta delarna av skogslandskapen så finns ofta en koncentration till vissa partier. I andra norska skogslandskap, i mindre kuperade trakter, har man funnit att rödlistade arter är ganska jämnt spridda i stället för att vara koncentrerade till vissa platser<sup>10</sup>. Författarna tror att orsaken i detta fall är den stora andelen gammal skog som finns kvar i Norge, med överlag bra förhållanden för rödlistade arter. De ifråga-

sätter därför relevansen att urskilja små områden med särskilt höga naturvärden men tycker det är mer motiverat i hårdare brukade landskap som i Sverige, eftersom skillnaden mellan produktionsskogar och rester med äldre skog där är större.

De flesta arter påverkas mer av faktorer på landskapsnivå än beståndsnivå. Detta är en övergripande slutsats från ett stort projekt vid Göteborgs universitet om ekrika skogar i Götaland. Betydelsen av landskapets utseende var tydligast för skalbaggar knutna till död ved<sup>32</sup>, rödlistade skalbaggar<sup>33</sup>, rödlistade mossor och lavar<sup>34</sup> samt snäckor och sniglar<sup>35</sup>. Däremot verkar förhållandena inom beståndet vara viktigare för mer substratbundna organismer som kärlväxter och vedlevande svampar<sup>34</sup>. Det som styr på landskapsnivå är framförallt mängden av nyckelbiotoper och avståndet mellan dem samt, för vedberoende arter, också mängden död ved. Den historiska utbredningen av lämpliga miljöer är också viktig. För kärlväxter och vedsvampar

### Praktiska råd

- Beakta alla komponenter i landskapet, såväl avsatta områden som produktionsskog. Gemensam planering där sådana ingår skulle öka överlevnaden av olika arter.
- För ekskogar i Götaland är rekommendationen att större naturvårdssatsningar framförallt bör ske i landskap med höga koncentrationer av värdefulla skogar.
- Fortsätt bevara många nyckelbiotoper vitt spridda i landskapet och med korta avstånd mellan dem, det gynnar överlevnaden av vissa arter med begränsad spridningsförmåga.



ÖRBÄCK, TVÄRSKOG, KALMAR. BIOTOPSKYDD OCH NYCKELBIOTOP N10778-1998. SANDBARRSKOG.  
FOTO MATS HANNERZ, 2018.

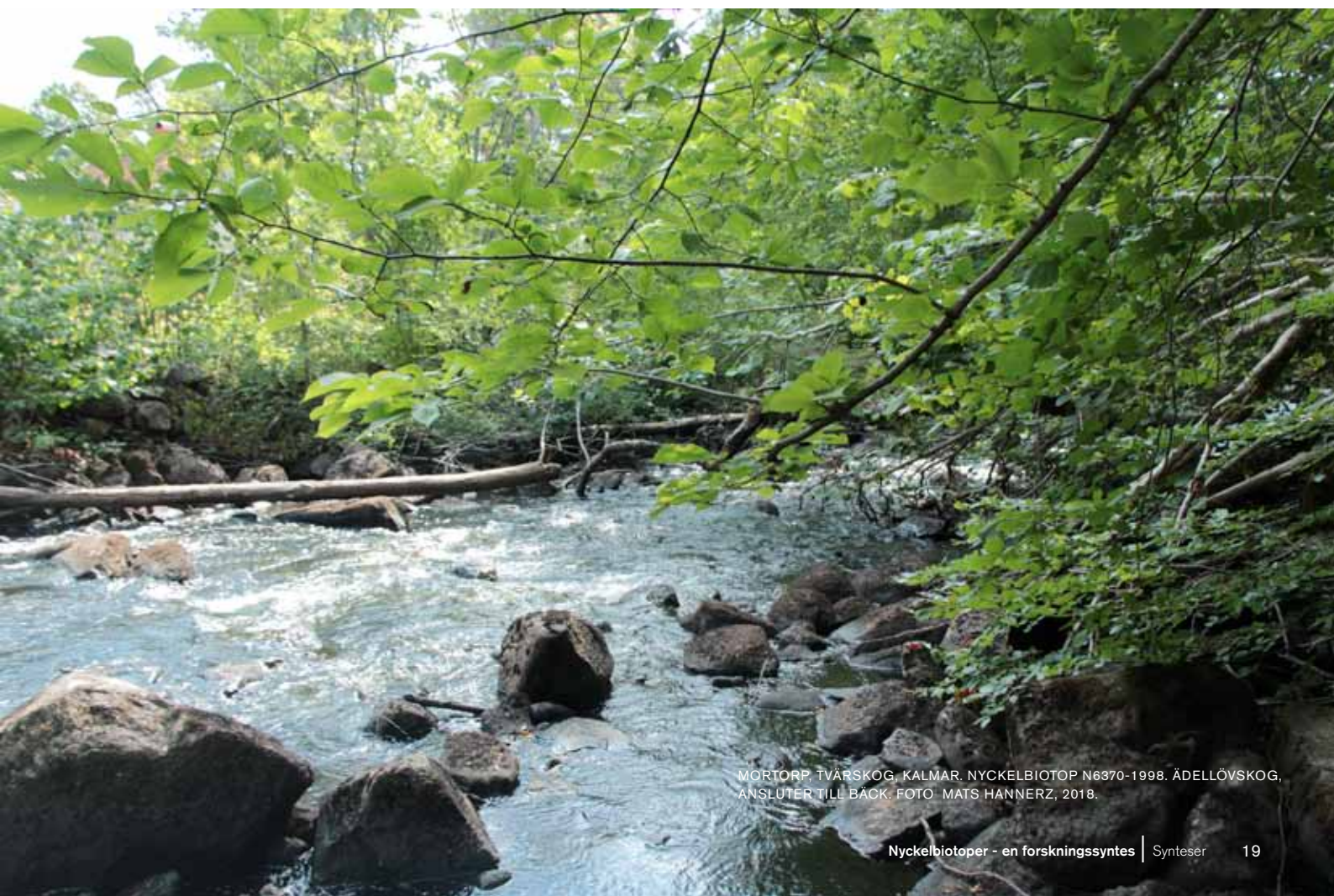
var sambandet starkare till landskapet hur det såg ut för 120 år sen än hur det ser ut idag<sup>34</sup>.

I ett examensarbete från Vilhelmina kommun i Västerbotten framkom att mer än 60 % av nyckelbiotoperna låg i områden som inte berörts av trakthyggesbruk och att deras storlek och totalareal ökade mot fjällkedjan<sup>36</sup>.

Ofta framförs att uppsplittring av landskapet (fragmentering) är negativ för naturvårdsintressanta arter. En studie av ädellövskog från Lettland visade dock på motsatsen<sup>37</sup>. Mest strukturer (död ved och gamla träd) och indikatorarter

fanns i östra Lettland där skogarna var mest fragmenterade. Författarna ger ingen förklaring till detta. En annan studie från Lettland visar att intensifierat skogsbruk inneburit att de statliga skogarna blivit mer uppsplittrade och att avsättning av nyckelbiotoper därför kan vara ett sätt att öka förbindelselänkarna i landskapet<sup>38</sup>.

Vissa förändringar i miljön sker på landskapsnivå, dvs. styrs inte av förhållandena i beståndet. Ett bra exempel på detta är en studie av stormfällda träd i nyckelbiotoper i Västernorrland<sup>39</sup>. Träden föll i pulser och synkroniserat mellan nyckelbiotoperna. Orsaken var stormar, t.ex. sådana som drabbade området 1966-67, 1981 och 1992-93.



MORTORP, TVÄRSKOG, KALMAR. NYCKELBIOTOP N6370-1998. ÄDELLÖVSKOG, ANSLUTER TILL BÄCK. FOTO: MATS HÄNNERZ, 2018.



NYCKELBIOTOPSKURS I RIMFORSA. FOTO MATTIAS WESTERBERG/SKOGENBILD.

# Attityder, värderingar och styrmedel

En liten andel av alla studier om nyckelbiotoper har en samhällsvetenskaplig inriktning. Fyra vetenskapliga studier har gjorts i Finland och en i Sverige. Dessutom finns tre svenska examensarbeten. Många av studierna baseras på enkäter och intervjuer och visar bland annat hur inställningen till och hanteringen av nyckelbiotoper varierar mellan olika aktörer. En svensk studie tar upp markägarnas upplevda konflikter kring nyckelbiotoper.

## ”Inget samband fanns mellan andel nyckelbiotop och priset på fastigheter...”

En enkät besvarad av omkring 300 planläggare från olika organisationstyper inom privatskogsbruket i Finland visade på stora likheter i hur de genomförde kartläggningen av nyckelbiotoper<sup>40</sup>. Nittio procent uppgav att de lade mindre än 10 % av sin arbetstid på naturvårdsuppgifter och 40 % uppgav att de inte lade någon tid på detta alls. De flesta arbetade alltså inte särskilt aktivt med naturvården. De olika organisationerna skiljde sig åt en del när det gäller t.ex. yrkeserfarenhet, ålder och tillgång till GIS-information, men skillnaderna var små när det gäller hur stor areal och hur många nyckelbiotoper som de avgränsade. I Finland avgränsas nyckelbiotoper bara i det bestånd som planläggs och om miljön sträcker sig utanför beståndet behöver detta inte tas med. Endast ett fåtal naturtyper ingår också i definitionen av nyckelbiotop.

En annan analys av samma enkätmaterial fann att ungefär 70 % av planläggarna ändå tänkte avgränsa hela nyckelbiotoper, alltså även utanför bestandsgränserna, och ungefär lika stor andel tänkte ta med även andra miljöer än de som är förtecknade i lagen. Kollegornas sätt att arbeta var viktigt för planläggarens sätt att jobba<sup>41</sup>.

En del brott mot lagen att skydda nyckelbiotoper har uppdagats i Finland. Även om de utgör en mycket liten del av den miljon avverkningsplaneringar som skett inom privatskogsbruket under en tioårsperiod, så har kritik framförts och krav har ställts på förbättring. En forskargrupp granskade officiella dokument om överträdelserna och intervjuade också ett 10-tal skogliga intressenter<sup>42</sup>. Slutsatsen var att få avvikelser var medvetet gjorda och istället berodde på svårigheter i tolkningen av nyckelbiotopsbegreppet. Forskarna föreslog att det inte finns skäl att ändra regelverket.

Nyckelbiotoper kan vara mer lönsamt för skogsägaren än naturreservat, på lång sikt. Detta enligt en studie i Finland där skogsägare kan få tidsbegränsad ersättning för att spara nyckelbiotoper men där ett annat alternativ är att bilda naturreservat och få en engångsersättning<sup>43</sup>.

I en enkät besvarad av ett 100-tal privata skogsägare i Kalmar och Östergötlands län år 2007 hade ungefär 50 % inte upplevt någon konflikt med myndigheten om sina nyckelbiotoper, 14 % fann relationen som god men 10 % upplevde en pågående konflikt<sup>44</sup>. Skogsägare som upplevt konflikt var i genomsnitt yngre, hade mer nyckelbiotoper och en mer negativ inställning till naturvård jämfört med dem som inte upplevt konflikt.

Inget samband fanns mellan andel nyckelbiotop och priset på fastigheter, för landet som helhet eller för olika delar. Detta framkom i ett examensarbete där genomförda köp för 143 fastigheter för fastigheter >5 ha och med >75 % skogsmark mellan 2012 och 2017 analyserades<sup>45</sup>.

Ett examensarbete från början av 2000-talet byggde på enkäter och intervjuer av personal inom skogssektorn<sup>46</sup>. Resultatet visade att såväl skogsbruket som Skogsvårdsstyrelserna ansåg att nyckelbiotopsdefinitionen var förankrad hos dem som planerar och avverkar. Skogsbrukets representanter och till viss del även Skogsvårdsstyrelsen tyckte att definitionen var för starkt kopplad till förekomst av rödlistade arter. En annan intervjustudie gjordes vid samma tidpunkt med anställda från Skogsvårdsstyrelsens distriktskontor i Östra Götaland<sup>47</sup>. Enigheten var stor bland de fem intervjuade att satellitbildsanvändning skulle kunna effektivisera bevarandearbete och kompensera för minskade resurser.

### Praktiska råd

- De flesta samhällsvetenskapliga studierna är utförda i Finland där nyckelbiotopsbegreppet är ganska annorlunda än det svenska. Det är därför svårt att dra slutsatser för svenska förhållanden.
- Den svenska studien, utförd för mer än 10 år sen, pekar på behov av större flexibilitet i myndighetens hanteringen av nyckelbiotoper, utökad kontakt mellan myndigheten och skogsägarna samt naturvårdsutbildning och rådgivning riktad till skogsägarna.



PLANERING I ÄDELLÖVSKOG. FOTO STEFAN ÖRTENBLAD/SKOGENBILD

# Skötsel och skogsbruk

Många nyckelbiotoper, särskilt i södra Sverige, är kulturpåverkade och tidigare påverkan som bete, hamling etc. kan ha bidragit till de höga biologiska värdena. I norra Sverige är många nyckelbiotoper brandpräglade, och i avsaknad av brand kan de ha ändrat karaktär till att bli mer grandominerade. I sådana miljöer skulle skötsel kunna bidra till att bevara naturvärdena.

## ”Naturvårdgallring rekommenderas för skogar med mer än 75 % krontäckning och är en naturvårdsåtgärd snarare än en produktionsåtgärd”

Litteratursammanställningen pekar på en brist på studier om skötsel i nyckelbiotoper. En kritisk artikel från 2001 efterlyser experiment om skötselåtgärder<sup>48</sup>. En studie från Lettland påtalar också vikten av skötsel för att bevara och förstärka enskilda trädslag och trädegenskaper i lövskog<sup>49</sup>. Ett annat forskningsområde där studier saknas är hur tidigare brandpräglade miljöer med tall ska behålla sina värden. Historiska rekonstruktioner av nyckelbiotoper i norra Sverige visar att utan brand och skötsel tar gran tar över trädskiktet<sup>50,51</sup>.

Trots behovet finns bara ett vetenskapligt projekt som har haft direkt fokus på skötsel. I ”Ekprojektet” vid Göteborgs universitet har forskare under mer än 15 år studerat 25 ekdominerade naturvårdsskogar (15 nyckelbiotoper och 10 reservat) i fem län i Götaland. Gallring utfördes på en del av ytan i varje objekt och en opåverkad del behölls för jämförelse. Referat av de viktigaste artiklarna är medtagna i denna litteratursyntes<sup>32-35,53,54</sup>. Gallring utförd för naturvård gynnar oftast den biologiska mångfalden. Örtor och gräs, markmossor, lavar på död ved och såväl stora som små ekar reagerar positivt, medan snäckor och sniglar och basidiesvampar på död ved verkar missgynnas.

I en sammanfattning av skötsel aspekter från Ekprojektet föreslås en ny gallringsform – naturvårdsgallring<sup>55,56</sup>. Till skillnad från vanlig gallring ligger fokus på att lämna kvar träd och skapa en beståndsstruktur som gynnar den biologiska mångfalden. Naturvårdgallring rekommenderas för skogar med mer än 75 % krontäckning och är en naturvårdsåtgärd snarare än en produktionsåtgärd. Vid naturvårdsgallring lämnas alla eller många av de största träden.

En analys av data från Riksskogstaxeringen visar att graninväxningen i lövskogar är mindre

än vad som ofta förs fram<sup>56</sup>. Författaren rekommenderar därför fri utveckling i minst 50 % av naturvårdsskogarna och påpekar att skötselbehovet ofta överskattas i sydligaste Sverige. Förutom att fri utveckling gynnar vissa arter är det också viktigt med orörda skogar som referensområden.

Även om nyckelbiotoper oftast är frivilligt avsatta genom certifiering så sker ändå avverkning i en del av dem. I ett examensarbete från 2003 framkom att 24 % av ett 50-tal slumpvis utvalda nyckelbiotoper i Stockholms län var påverkade av någon form av avverkning som kan tänkas påverka den biologiska mångfalden negativt<sup>57</sup>. Skogsstyrelsen gjorde en analys år 2015 och fann att ungefär 200 registrerade nyckelbiotoper hade avverkningsanmäls detta år<sup>58</sup>. En annan Skogsstyrelseanalys visade att under perioden 2008–2014 hade i genomsnitt 1,3 procent av den berörda arealen anmäld för avverkning utgjorts av områden med nyckelbiotopsklass<sup>58</sup>.

### Praktiska råd

- Studier om skötsel har enbart gjorts i ekdominerade skogar i Götaland, därför är råden inriktade mot sådana områden.
- Utför naturvårdsgallring i kraftigt igenväxta, nyckelbiotoper.
- Lämna mindre igenväxta skogar att utvecklas fritt. Sådana skogar utgör mer än hälften av alla lövdominerade skogar i sydligaste Sverige.



FOTO MATS HANNERZ

# Storlek, utdöende- skuld, historia och geografi

Vissa aspekter tas bara upp i några enstaka studier, t ex hur historien präglat nyckelbiotopernas utseende och artinnehåll liksom om det finns geografiska skillnader i deras artsammansättning. Totalt finns ett 20-tal studier av denna typ.



## ”Resultatet var tydligt, nyckelbiotoperna var den mest kostnadseffektiva naturvården”

### Nyckelbiotoper jämfört med andra naturvårdskategorier

Om en heltäckande utvärdering av nyckelbiotopernas betydelse för den biologiska mångfalden ska göras måste hela skogslandskapet med olika ingående markkategorier beaktas. Totalt är ungefär 10 % av den produktiva skogsmarken formellt eller frivilligt avsatt<sup>59</sup> och nyckelbiotopernas del av den produktiva skogsmarken är 2 %. Den brukade produktiva skogsmarken kan också vara viktig för floran och faunan, inte minst genom de hänsynsytor som lämnas vid avverkning. Forskning där alla viktiga kategorier ingår kräver dock mycket omfattande insatser och är därför ovanlig.

En studie med denna inriktning utfördes i Hälsingland där nyckelbiotoper, hänsynsytor, reservat och avverkningsmogen produktionsskog jämfördes. Resultatet var tydligt, nyckelbiotoper var den mest kostnadseffektiva naturvården<sup>60</sup>. De hade så många fler naturvårdsintressanta arter än de andra kategorierna att de gav mest för pengarna, trots att de var virkesrika och därmed hade ett högt ekonomiskt värde. Reservat och nyckelbiotoper hade fler typer av död ved, även om det fanns nästan lika stora volymer i hänsynsytor och gammal brukad skog<sup>61</sup>. Ovanliga mossor och lavar fanns framförallt i nyckelbiotoperna<sup>62</sup>.

I en norsk studie av reservat, nyckelbiotoper och hänsynsytor i fyra olika landskap, var rollen för de olika kategorierna mindre tydlig<sup>63</sup>. Ett resultat var att reservaten var viktiga för svampar beroende av gammal, nedbruten ved men att skalbaggar på nydöd asp klarar sig bra även i hänsynsytor och små nyckelbiotoper.

En slutsats från båda studierna var att de olika kategorierna kompletterar varandra och fyller olika funktioner i skyddet av skogslevande arter.

### Nyckelbiotopernas storlek

Ingen studie är specifikt inriktad mot betydelsen av nyckelbiotopernas storlek för den biologiska mångfalden. Men i flera studier redovisas resultat där storleksaspekten ingår.

I en undersökning om vedsvampar framkom att antalet arter gynnades av stora nyckelbiotoper<sup>26</sup>. Inget samband hittades dock mellan storleken och antalet rödlistade vedsvampar. Detta tror författarna beror på att mycket få fynd av rödlistade arter gjordes och att de statistiska analyserna därför blev osäkra.

I en stor analys av Skogsstyrelsens databas om nyckelbiotoper för södra Sverige i början av 2000-talet var sammansättningen av rödlistade arter och signalarter inte kopplad till områdestorleken. Istället var förekomsten av olika trädslag den faktor som betydde mest<sup>64</sup>. I en analys av Skogsstyrelsens uppföljning av nästan 500 nyckelbiotoper ökade dock antalet signalarter tydligt med områdenas storlek<sup>65</sup>.

Signalarterna kommer att bli färre i upp till 3 hektar stora nyckelbiotoper, enligt en modellingsstudie över 40 år med data från Gävleborg

### Praktiska råd

- Utför naturvårdsplanering med beaktande av olika naturvårdskategorier som reservat, nyckelbiotoper, andra avsatta områden, hänsynsytor. De kompletterar och förstärker varandra.
- Satsa på en blandning av små och stora nyckelbiotoper.
- Följ upp nyckelbiotopernas strukturer och artinnehåll över tiden.

och Dalarna <sup>21</sup>. Om en stor del av omgivningarna kalavverkas (50–100 %) påverkas dock signalarterna negativt även i så stora områden som 20 hektar. Områdenas storlek kommer inte att betyda något för violtickan *Trichaptum abietinum* medan den vanliga klibbtickan *Fomitopsis pinicola* kommer att vara något vanligare i små områden.

En generell slutsats från en litteraturoversikt var att små områden i sedan länge fragmenterade landskap ofta har en rik flora men att värdet för skalbaggar och fåglar beror på skogens ålder och landskapets struktur <sup>66</sup>.

### Utdöendeskuld - försämrar nyckelbiotoperna med tiden?

Inom den naturvårdsbiologiska forskningen diskuteras och studeras ofta utdöendeskuld, en process som grundas på ett av ekologins mest accepterade antaganden, nämligen att antalet arter ökar med områdets storlek. Om ytan minskar på skogar som är värdefulla för växter och djur, vilket har varit fallet i boreala skogslandskap med expanderande skogsbruk, så förväntas artantalet därmed att minska. Detta kan dock ofta ta tid eftersom utdöendeprocesser för många arter är långsamma; de kan hålla sig kvar en lång tid som "levande döda".

Utdöendeskulder har identifierats i två studier om nyckelbiotoper. Enligt finska forskare som

undersökt kantzoner utmed vattendrag som gränisar till avverkade områden kan det ta 10 år efter avverkningen innan 20 % av kärlväxterna försvinner och 30 år för en tredjedel av mossorna <sup>25</sup>.

I en studie i Norrbotten jämfördes nyckelbiotoper som nyligen isolerats genom avverkning med stabila skogsklädda myrholmar i ett naturreservat <sup>67,68</sup>. Antalet skorplavar på levande träd var högre än förväntat i nyckelbiotoperna. Flera vedsvampar var ovanligare i nyckelbiotoper där avverkning i omgivningar skett längre tillbaks än i sådana där det skett nyligen. Båda dessa förhållanden tolkades som tecken på en pågående utdöendeskuld. Författarna tror att artantalet i nyckelbiotoperna kommer att fortsätta sjunka med tiden eftersom de är inne i en förändringsfas orsakad av fragmentering, dvs. artinnehållet är inte i jämvikt med hänsyn till deras storlek.

### Historien och tiden

Orördhet och naturlig utveckling är ofta kännetecknen för nyckelbiotoper. Men, en studie av en skogsallmänning i södra Dalarna visade att många nyckelbiotoper har varit kraftigt påverkade av skogsbruk <sup>69</sup>. I detta fall var slutet av 1800-talet en period med mycket huggningar och kolning och dessa hade också berört nyckelbiotoperna. De har dock varit mer eller mindre



TORUP, HALLAND. NYCKELBIOTOP N6916-1995. GRANSUMPSKOG.  
FOTO LENA GUSTAFSSON 2017.

orörda under den senaste 50-årsperioden, vilket alltså räckte för att öka naturvärdena.

Liknande resultat finns i ett examensarbete utfört i Lycksele där den skogshistoriska utvecklingen i ett 10-tal nyckelbiotoper studerades<sup>50</sup>. I de flesta hade dimensionshuggning skett i slutet av 1800-talet och vissa hade till och med kalavverkats. De hade dock utvecklats mer eller mindre fritt sedan 1930–40-talet.

Att det kan ta lång tid att utveckla naturskogskvaliteter visar en noggrann undersökning av sex nyckelbiotoper i Västernorrlands län<sup>51</sup>. Avverkning hade skett i samtliga och senast för 100 till 150 år sen. Efter detta var de glesa och virkesfattiga och även idag saknas viktiga komponenter som gamla och grova träd och tydlig skiktning.

Mängden strukturer av betydelse för biologisk mångfald verkar dock i vissa fall kunna öka snabbt. Ungefär 200 nyckelbiotoper i Litauen följdes under 3–5 år och under denna korta tidsperiod ökade mängden lågor, högstubbar och hålträd tydligt<sup>70</sup>. En annan studie visar att det i alla fall för vissa arter knutna till döda träd går att öka nyttan snabbt. Femtio kubikmeter grov död ved av framförallt ek placerades i en liten nyckelbiotop (före detta hänsynsyta) i ett avverkat område i Strömserum i östra Småland<sup>71</sup>. Efter bara några år hittades ett 40-tal rödlistade skalbaggar i den döda veden.

### Geografiska skillnader

En aspekt som är viktig för hanteringen av nyckelbiotoper är om deras sammansättning och kvalitet skiljer sig åt mellan olika delar av landet. Om så är fallet kan det vara motiverat med regionanpassning i t.ex. urvalet för formella avsättningar och i rekommendationer för typ och intensitet i naturvårdsinriktad skötsel. Antalet studier som belyser detta är dock tyvärr väldigt få.

I endast tre studier, två svenska och en finsk, har data samlats in som i alla fall ger viss information om geografiska skillnader. Redan i slutet av 1990-talet gjordes en inventering av rödlistade arter i cirka 120 nyckelbiotoper spridda runt landet<sup>4</sup>. Medelantalet rödlistade lavar per nyckelbiotop var signifikant högre i norra (3,3) än i södra Sverige (1,7) medan ingen skillnad fanns för mossorna. Lavarnas rikedom i norr var oväntad eftersom fler arter finns upptagna på Rödlistan för södra än för norra delen av landet. Författarna framför flera tänkbara förklaringar, t.ex. att nyckelbiotoperna var något större i norr, att inventeringen kan ha gjorts mer restriktivt och att skogarna är mer opåverkade av skogs-

bruk i denna landsända.

I en studie i södra Finland fanns fler rödlistade vedsvampar i bäcknära nyckelbiotoper i den mellanboreala än i den sydligt boreala regionen<sup>12</sup>. Särskilt norra Karelen var artrikt och hade tre gånger så mycket arter som de andra regionerna. Författarna anser att detta beror på att skogsbruksintensiteten varit hög i sydväst men lägre i nordost.

En nyligen gjord analys av Skogsstyrelsens uppföljning av biologisk mångfald i nyckelbiotoper (UBM) visade att innehållet av signalarter, varav många är rödlistade, är högre väster om väg 45 jämfört med öster därom i de fem länen i nordvästra Sverige. De ökar alltså mot fjällskogskanten<sup>53</sup>. Väster om väg 45 hittades i genomsnitt 27 arter per nyckelbiotop jämfört med 21 öster om väg 45 medan antalet för landets som helhet var 19. Orsaken till skillnaderna kan vara flera, t.ex. att den nordvästra delen har påverkats mindre av skogsbruk men också att inventerarna kan ha haft högre krav på urvalet eftersom naturvärdena generellt är höga i nordväst.

## Refererade källor i synteserna

1. Roberge, J.-M. 2018. Vetenskapligt kunskapsunderlag för nyckelbiotopsinventeringen i nordvästra Sverige. Skogsstyrelsen Rapport 2018/11. Jönköping.
2. Timonen, J., Siitonen, J., Gustafsson, L., Kotiaho, J. S., Stokland, J. N., Sverdrup-Thygeson, A. & Mönkkönen, M. 2010. Woodland key habitats in northern Europe: concepts, inventory and protection. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25, 309-324.
3. Nitare, J. & Norén, M. 1992. Woodland key-habitats will be mapped in a new project by the Swedish National Forestry Board. *Svensk Botanisk Tidskrift* 86, 219-226.
4. Gustafsson, L., De Jong, J. & Norén, M. 1999. Evaluation of Swedish woodland key habitats using red-listed bryophytes and lichens. *Biodiversity and Conservation* 8, 1101-1114.
5. Gustafsson, L. 2000. Red-listed species and indicators: vascular plants in woodland key habitats and surrounding production forests in Sweden. *Biological Conservation* 92, 35-43.
6. Gustafsson, L. 2002. Presence and abundance of red-listed plant species in Swedish forests. *Conservation Biology* 16, 377-388.
7. Gustafsson, L., Appelgren, L., Jonsson, F., Nordin, U., Persson, A. & Weslien, J. O. 2004. High occurrence of red-listed bryophytes and lichens in mature managed forests in boreal Sweden. *Basic and Applied Ecology* 5, 123-129.
8. Johansson, P. & Gustafsson, L. 2001. Red-listed and indicator lichens in woodland key habitats and production forests in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research* 31, 1617-1628.
9. Gustafsson, L., Hylander, K. & Jacobson, C. 2004. Uncommon bryophytes in Swedish forests - key habitats and production forests compared. *Forest Ecology and Management* 194, 11-22.
10. Gjerde, I., Saetersdal, M., Rolstad, J., Blom, H. H. & Storaunet, K. O. 2004. Fine-scale diversity and rarity hotspots in northern forests. *Conservation Biology* 18, 1032-1042.
11. Sverdrup-Thygeson, A. 2002. Key habitats in the Norwegian production forest: A case study. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17, 166-178.
12. Hottola, J. & Siitonen, J. 2008. Significance of woodland key habitats for polypore diversity and red-listed species in boreal forests. *Biodiversity and Conservation* 17, 2559-2577.
13. Siitonen, J., Hottola, J. & Immonen, A. 2009. Differences in Stand Characteristics Between Brook-Side Key Habitats and Managed Forests in Southern Finland. *Silva Fennica* 43, 21-37.
14. Timonen, J., Gustafsson, L., Kotiaho, J. S. & Mönkkönen, M. 2011. Hotspots in cold climate: Conservation value of woodland key habitats in boreal forests. *Biological Conservation* 144, 2061-2067.
15. Suurkuukka, H., Virtanen, R., Suorsa, V., Soininen, J., Paasivirta, L. & Muotka, T. 2014. Woodland key habitats and stream biodiversity: Does small-scale terrestrial conservation enhance the protection of stream biota? *Biological Conservation* 170, 10-19.
16. Jyväsjärvi, J., Suurkuukka, H., Virtanen, R., Aroviita, J. & Muotka, T. 2014. Does the taxonomic completeness of headwater stream assemblages reflect the conservation status of the riparian forest? *Forest Ecology and Management* 334, 293-300.
17. Selonen, V. A. O., Mussaari, M., Toivanen, T. & Kotiaho, J. S. 2011. The Conservation Potential of Brook-side Key Habitats in Managed Boreal Forests. *Silva Fennica* 45, 1041-1052.
18. Juutinen, R. & Kotiaho, J. S. 2011. Finnish Forest Act as a conservation tool in protecting boreal springs and associated bryophyte flora. *Boreal Environment Research* 16, 136-148.
19. Salomonsson, E. 2009. Död ved i gallrad skog och nyckelbiotoper - en jämförelse av habitatkvaliteter för vedlevande lavar och mossor. Självständigt arbete. Biologi, D-nivå, 30 HP. Institutionen för ekologi, SLU, Uppsala.
20. Ruete, A., Snäll, T. & Jönsson, M. 2016. Dynamic anthropogenic edge effects on the distribution and diversity of fungi in fragmented old-growth forests. *Ecological Applications* 26, 1475-1485.
21. Ruete, A., Snäll, T., Jonsson, B. G. & Jönsson, M. 2017. Contrasting long-term effects of transient anthropogenic edges and forest fragment size on generalist and specialist deadwood-dwelling fungi. *Journal of Applied Ecology* 54, 1142-1151.
22. Liepa, L. & Straupe, I. 2012. The assessment of vegetation diversity in black alder woodland key habitats in Zemgale. Annual 18th International Scientific Conference Proceedings, "Research for Rural Development", Jelgava, Latvia, 16-18 May 2012, 37-43.
23. Liepa, L. & Straupe, I. 2015. Edge effects on epiphytic lichens in unmanaged black alder stands in Southern Latvia. Annual 21st International Scientific Conference: "Research for Rural Development" Volume 2, Jelgava, Latvia, 13-15 May 2015, 44-49.
24. Caruso, A., Rudolphi, J. & Rydin, H. 2011. Positive edge effects on forest-interior cryptogams in clear-cuts. *PLoS ONE* 6(11), e27936.
25. Selonen, V. A. O. & Kotiaho, J. S. 2013. Buffer strips can pre-empt extinction debt in boreal streamside habitats. *BMC Ecology* 13, 24.
26. Ylisirniö, A.-L., Mönkkönen, M., Hallikainen, V., Ranta-Maunus, T. & Kouki, J. 2016. Woodland key habitats in preserving polypore diversity in boreal forests: Effects of patch size, stand structure and microclimate. *Forest Ecology and Management* 373, 138-148.

27. Aune, K., Jonsson, B. G. & Moen, J. 2005. Isolation and edge effects among woodland key habitats in Sweden: Is forest policy promoting fragmentation? *Biological Conservation* 124, 89-95.
28. Jönsson, M. T., Fraver, S., Jonsson, B. G., Dynesius, M., Rydgård, 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.
29. Bergsten, A., Bodin, O. & Ecke, F. 2013. Protected areas in a landscape dominated by logging - A connectivity analysis that integrates varying protection levels with competition-colonization tradeoffs. *Biological Conservation* 160, 279-288.
30. Laita, A., Mönkkönen, M. & Kotiaho, J. S. 2010. Woodland key habitats evaluated as part of a functional reserve network. *Biological Conservation* 143, 1212-1227.
31. Saetersdal, M., Gjerde, I., Heegaard, E., Schei, F. H. & Nilsen, J. E. O. 2016. History and Productivity Determine the Spatial Distribution of Key Habitats for Biodiversity in Norwegian Forest Landscapes. *Forests* 7, 11.
32. Franc, N., Götmark, F., Økland, B., Nordén, B. & Paltto, H. 2007. Factors and scales potentially important for saproxylic beetles in temperate mixed oak forest. *Biological Conservation* 135, 86-98.
33. Götmark, F., Åsegard, E. & Franc, N. 2011. How we improved a landscape study of species richness of beetles in woodland key habitats, and how model output can be improved. *Forest Ecology and Management* 262, 2297-2305.
34. Paltto, H., Nordén, B., Götmark, F. & Franc, N. 2006. At which spatial and temporal scales does landscape context affect local density of Red Data Book and Indicator species? *Biological Conservation* 133, 442-454.
35. Götmark, F., von Proschwitz, T. & Franc, N. 2008. Are small sedentary species affected by habitat fragmentation? Local vs. landscape factors predicting species richness and composition of land molluscs in Swedish conservation forests. *Journal of Biogeography* 35, 1062-1076.
36. Olofsson, I. 2014. Nyckelbiotoper och kontinuitetsskog i Vilhelmina Kommun - i ett landskapsperspektiv. Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Umeå. Jägmästarprogrammet.
37. Ikauniece, S., Brumelis, G. & Zarins, J. 2012. Linking woodland key habitat inventory and forest inventory data to prioritize districts needing conservation efforts. *Ecological Indicators* 14, 18-26.
38. Rendenieks, Z., Nikodemus, O. & Brumelis, G. 2015. Dynamics in forest patterns during times of forest policy changes in Latvia. *European Journal of Forest Research* 134, 819-832.
39. Jönsson, M. T., Fraver, S. & Jonsson, B. G. 2011. Spatio-temporal variation of coarse woody debris Input in woodland key habitats in central Sweden. *Silva Fennica* 45, 957-967.
40. Primmer, E. & Wolf, S. A. 2009. Empirical Accounting of Adaptation to Environmental Change: Organizational Competencies and Biodiversity in Finnish Forest Management. *Ecology and Society* 14(2), 27.
41. Primmer, E. & Karppinen, H. 2010. Professional judgment in non-industrial private forestry: Forester attitudes and social norms influencing biodiversity conservation. *Forest Policy and Economics* 12, 136-146.
42. Similä, J., Polonen, I., Fredrikson, J., Primmer, E. & Horne, P. 2014. Biodiversity Protection in Private Forests: An Analysis of Compliance. *Journal of Environmental Law* 26, 83-103.
43. Tikka, P. M. 2003. Conservation contracts in habitat protection in southern Finland. *Environmental Science & Policy* 6, 271-278.
44. Götmark, F. 2009. Conflicts in conservation: Woodland key habitats, authorities and private forest owners in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24, 504-514.
45. Hellstrand, E. 2017. Mer än bara naturvärden? Om nyckelbiotopers påverkan på fastighetspriset. Examensarbete i skogshushållning, 15 hp. 2017:09, Skogsmästarprogrammet, SLU. Skinnskatteberg.
46. Lifvergren-Kaya, M. 2003. Averkning av nyckelbiotoper - en studie av den teoretiska begreppsdefinitionen och den praktiska hanteringen av nyckelbiotoper. Magisteruppsats från Miljövetarprogrammet, Institutionen för tematisk utbildning och forskning ITUF, Linköpings universitet.
47. Werthén, H. 2003. Skogsvårdsstyrelsens arbete med att bevara nyckelbiotoper och innebörden av en satellitbildsanvändning i detta arbete. C-uppsats från Miljövetarprogrammet. Institutionen för tematisk utbildning och forskning - ITUF. Campus Norrköping. Linköpings universitet.
48. Hansson, L. 2001 Key habitats in Swedish managed forests. *Scandinavian Journal of Forest Research Suppl.* 3, 52-61.
49. Mezaka, A., Brumelis, G., Piterans, A. 2012. Tree and stand-scale factors affecting richness and composition of epiphytic bryophytes and lichens in deciduous woodland key habitats. *Biodiversity Conservation* 21, 3221-3241.
50. Ekman, P. 1997. Nyckelbiotoper - urskogsrester eller kulturprodukter? SLU, Inst. för skoglig vegetationsökologi, Umeå. Rapport och Uppsatser nr 9.
51. Jönsson, M. T., Fraver, S. & Jonsson, B. G. 2009. Forest history and the development of old-growth characteristics in fragmented boreal forests. *Journal of Vegetation Science* 20, 91-106.
52. Claesson, S. 2018. Nulägesbeskrivning av nordvästra Sverige. Kunskapsunderlag. Rapport 2018/10. Skogsstyrelsen. Jönköping.
53. Nordén, B., Paltto, H., Götmark, F. & Wallin, K. 2007. Indicators of biodiversity, what do they indicate? - Lessons for conservation of cryptogams in oak-rich forest. *Biological Conservation* 135, 369-379.

54. Nordén, B., Paltto, H., Claesson, C. & Götmark, F. 2012. Partial cutting can enhance epiphyte conservation in temperate oak-rich forests. *Forest Ecology and Management* 270, 35-44.
55. Götmark, F. 2013. Habitat management alternatives for conservation forests in the temperate zone: Review, synthesis, and implications. *Forest Ecology and Management* 306, 292-307.
56. Götmark, F. 2010. Skötsel av skogar med höga naturvärden - en kunskapsöversikt. Fri utveckling, traditionell hävd och naturvårdsgallring - tre skötselalternativ för sydsvenska skogar *Svensk Botanisk Tidskrift* 104, 1-88.
57. Perhans, K. 2003. Avverkning i nyckelbiotoper. En fältstudie i norra Stockholms län. Magisteruppsats (20 poäng). Stockholm universitet. Institutionen för biologisk grundutbildning. Centrum för Tvärvetenskaplig Miljöforskning.
58. Wester, J. & Engström, A. 2016. Nulägesbeskrivning om nyckelbiotoper. Rapport 7 2016. Skogsstyrelsen. Jönköping.
59. Regeringskansliet. 2018. Strategi för Sveriges nationella skogsprogram. N2018.15. Bilaga till protokoll IV 5 vid regeringssammanträde den 17 maj 2018. N2018/03142/SK. Näringsdepartementet.
60. 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.
61. Djupström, L. B., Perhans, K., Weslien, J., Schroeder, L. M., Gustafsson, L. & Wikberg, S. 2010. Co-variation of lichens, bryophytes, saproxylic beetles and dead wood in Swedish boreal forests. *Systematics and Biodiversity* 8, 247-256.
62. 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.
63. 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.
64. Berg, Å., Gärdenfors, U., Hallingbäck, T. & Norén, M. 2002. Habitat preferences of red-listed fungi and bryophytes in woodland key habitats in southern Sweden - analyses of data from a national survey. *Biodiversity and Conservation* 11, 1479-1503.
65. Wijk, S. 2017. Biologisk mångfald i nyckelbiotoper. Resultat från inventeringen "Uppföljning biologisk mångfald" 2009-2015. Rapport 4/2017. Skogsstyrelsen. Jönköping.
66. Götmark, F. & Thorell, M. 2003. Size of nature reserves: densities of large trees and dead wood indicate high value of small conservation forests in southern Sweden. *Biodiversity and Conservation* 12, 1271-1285.
67. Berglund, H. & Jonsson, B. G. 2005. Verifying an extinction debt among lichens and fungi in northern Swedish boreal forests. *Conservation Biology* 19, 338-348.
68. Berglund, H. & Jonsson, B. G. 2008. Assessing the extinction vulnerability of wood-inhabiting fungal species in fragmented northern Swedish boreal forests. *Biological Conservation* 141, 3029-3039.
69. Ericsson, T. S., Berglund, H. & Östlund, L. 2005. History and forest biodiversity of woodland key habitats in southern boreal Sweden. *Biological Conservation* 122, 289-303.
70. Urbonas, S. 2009. Changes in abundance degree of biological key elements in woodland key habitats of Kaunas region. *Environmental Research, Engineering and Management*, 44-50.
71. Franc, N. & Aulén, G. 2008. A consideration area on a felling site enhanced with dead wood, became a woodland key habitat with 39 red-listed beetle species (Coleoptera) species. *Entomologisk Tidskrift* 129, 53-68.







# **Referat**

– korta sammanfattningar,  
artikel för artikel

# Metodik

Metodiken för urvalet och analysen av artiklar har följt protokollet för systematiska litteratursammanställningar.

## Sökning av litteratur

Litteratur från Sverige, Norge, Finland, Danmark, Estland, Lettland och Litauen ingick i studien, eftersom nyckelbiotopsbegreppet tillämpas inom dessa länder. Sökningen av referenser gjordes enligt den metodik som rekommenderas av *Collaboration for Environmental Evidence* (2013). Denna innebär att söktermer och sökförhållanden definieras i förväg och att inhämtningen sker på ett strukturerat och upprepbart sätt som kan redovisas i detalj. Vi arbetade i följande steg: 1) definition av söktermer, 2) sökning i databaser, 3) bedömning av relevans med stöd av titel, 4) bedömning av relevans med stöd av Abstract/sammanfattning, 5) bedömning av relevans med stöd av hela artikeln.

Vi använde *Web of Science* (*Clarivate Analytics*), som är en av de största databaserna med vetenskaplig litteratur, och *Google Scholar* (de 100 första träffarna) som dels innehåller vetenskaplig litteratur men också en hel del så kallad ”grå litteratur”, dvs. sådan som inte är publicerad i vetenskapligt granskad tidskrift. Sådan är viktig att beakta eftersom det finns en risk att publicering i vetenskaplig tidskrift främst sker av signifikanta resultat och att sannolikheten är lägre att resultat som inte påvisar skillnader publiceras på detta sätt. Istället kan de rapporteras i rapporter och andra skrifter utan vetenskaplig expertgranskning (Leimu & Koricheva 2005). Vi använde endast grå litteratur skriven på svenska, förutom tre konferensrapporter skrivna på engelska.

Sökning gjordes i *Web of Science* (SLU-bibliotekets webb) 10 maj 2017 med söktermer enligt tabellen. Sökning i *Google Scholar* gjordes 11 maj 2017 och 11 augusti 2017 med samma söktermer. Efter korrigerering för dubletter återstod 163 referenser funna i *Web of Science* och därutöver hittades 128 i *Google Scholar*, dvs. totalt hittades 291 referenser. Efter bedömning av titel återstod 190 stycken, efter bedömning av Abstract återstod 115 och efter läsning av hela artiklar återstod 61 vetenskapliga arbeten och 4 som klassificerades som ”grå litteratur”. Mats Hannerz och Lena Gustafsson gjorde självständigt bedömningarna av respektive steg och diskuterade avvikelser och nådde därmed samförstånd om det slutgiltiga urvalet.

## Arbeten som hittades efter de formella sökningarna

Efter de formella sökningarna hittades ytterligare nio vetenskapliga artiklar och 15 myndighetsrapporter och examensarbeten som bedömdes lämpliga för referat. Dessa hittades i första hand genom referenslistor.

## Synteser

Varje artikel klassificerades med avseende på de aspekter som tas upp i forskningen, t.ex. om det är en jämförelse med produktionsskog, om kanteffekter är i fokus eller om det är en studie på landskapsnivå. Vi tog sedan ut aspekter som behandlas av ett flertal studier, beskrev de viktigaste resultaten från dessa samt drog generella slutsatser. I syntesen finns detta under rubriker som ”Skillnader mellan nyckelbiotoper och produktionsskog”, ”Kanteffekter”, ”Landskapseffekter”, ”Attityder, värderingar och styrmedel”, ”Skötsel och skogsbruk i nyckelbiotoper” samt ”Storlek, utdöendeskuld, historia och geografi”.

## Referat

För varje vetenskaplig artikel har vi gjort ett referat på en sida där fokus har legat på de resultat och slutsatser som har störst relevans för nyckelbiotoper. Strävan har varit att där det varit möjligt illustrera studien i form av figur och/eller tabeller samt fotografier. För examensarbeten och myndighetsrapporter har kortare referat gjorts, utan ingress och tabeller/figurer/foton. Referaten ska kunna läsas fristående. Den som sträckläser rapporten får därför ha överseende med att viss information upprepas.

## Referenser

1. Collaboration for Environmental Evidence. 2013. Guidelines for Systematic Review and Evidence Synthesis in Environmental Management. Version 4.2. Environmental Evidence: <http://environmentalevidence.org/wp-content/uploads/2014/06/Review-guidelinesversion-4.2-finalPRINT.pdf>.
2. Leimu, R., & Koricheva, J. 2005. What determines the citation frequency of ecological papers? *Trends in Ecology & Evolution* 20, 28-32.

Söktermer och antal träffar.

<b>Databas</b>	<b>Sökterm</b>	<b>Antal träffar</b>	<b>Datum</b>
Web of Science	"woodland key habitat*" AND (Sweden OR Norway OR Finland OR Denmark OR Latvia OR Lithuania OR Estonia) Google scholar 284 hits	120	10 maj 2017
Web of Science	(forest AND "key habitat*") AND (Sweden OR Norway OR Finland OR Denmark OR Latvia OR Lithuania OR Estonia)	172	10 maj 2017
Web of Science	(woodland AND "key habitat*") AND (Sweden OR Norway OR Finland OR Denmark OR Latvia OR Lithuania OR Estonia)	134	10 maj 2017
Google Scholar	"woodland key habitat*" AND (Sweden OR Norway OR Finland OR Denmark OR Latvia OR Lithuania OR Estonia) Google scholar 284 hits,	varav 100 granskades	11 augusti 2017
Google Scholar	(forest AND "key habitat*") AND (Sweden OR Norway OR Finland OR Denmark OR Latvia OR Lithuania OR Estonia)	Varav 100 granskades	11 augusti 2017
Google Scholar	(woodland AND "key habitat*") AND (Sweden OR Norway OR Finland OR Denmark OR Latvia OR Lithuania OR Estonia)	varav 100 granskades	11 augusti 2017
Google Scholar	Nyckelbiotop*	varav 100 granskades	11 maj 2017
Google Scholar	Nøkkelbiotop*	varav 100 granskades	11 maj 2017

## Sammanställning av refererade artiklar

- Aune, K., Jonsson, B. G., Moen, J. 2005. Isolation and edge effects among woodland key habitats in Sweden: Is forest policy promoting fragmentation? *Biological Conservation* 124, 89-95.
- Berg, Å., Gärdenfors, U., Hallingbäck, T., Norén, M. 2002. Habitat preferences of red-listed fungi and bryophytes in woodland key habitats in southern Sweden - analyses of data from a national survey. *Biodiversity and Conservation* 11, 1479-1503.
- Berglund, H., Jonsson B. G. 2005. Verifying an extinction debt among lichens and fungi in northern Swedish boreal forests. *Conservation Biology* 19, 338-348.
- Berglund, H., Jonsson, B. G. 2008. Assessing the extinction vulnerability of wood-inhabiting fungal species in fragmented northern Swedish boreal forests. *Biological Conservation* 141, 3029-3039.
- Bergsten, A., Bodin, Ö., Ecke, F. 2013. Protected areas in a landscape dominated by logging - A connectivity analysis that integrates varying protection levels with competition-colonization tradeoffs. *Biological Conservation* 160, 279-288.
- Caruso, A., Rudolphi, J., Rydin, H. 2011. Positive edge effects on forest-interior cryptogams in clear-cuts. *PloSone* 11, e27936.
- Djupström, L.B., J. Weslien, L. M. Schroeder. 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.
- Dolk Fröjd, C., Claesson, S. 2009. Avverkning av nyckelbiotoper och objekt med höga naturvärden - en gis-anlys och inventeringsdata från Polytax. Rapport 7: 2009. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Ekman, P. 1997. Nyckelbiotoper - urskogsrester eller kulturprodukter? Beståndshistorik i tolv nyckelbiotoper i Lycksele kommun. Institutionen för skoglig vegetationsökologi, SLU, Umeå. Rapporter och Uppsatser nr 3.
- Elbakidze, M., Razauskaitė, R., Manton, M., Angelstam, P., Mozgeris, G., Brumelis, G., Brazaitis, G., Vogt, P. 2016. The role of forest certification for biodiversity conservation: Lithuania as a case study. *European Journal of Forest Research* 135, 361-376.
- Engberg, M. 1997. Naturvärden i skog lämnad vid slutavverkning. En inventering av upp till 35 år gamla förnygringsytor på Sundsvalls arbetsområde, SCA. Examensarbete. Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, Sveriges lantbruksuniversitet. Arbetsrapport 17 1997. Umeå.
- Ericsson, T.S., Berglund, H., Östlund, L. 2005. History and forest biodiversity of woodland key habitats in south boreal Sweden. *Biological Conservation* 122, 289-303.
- Franc, N., Aulén, G. 2008. A consideration area on a felling site enhanced with dead wood, became a woodland key habitat with 39 red-listed beetle species (Coleoptera) species. *Entomologisk Tidskrift* 129, 53-68.
- Franc, N., Götmark, F., Økland, B., Nordén, B., Palto, H. 2007. Factors and scales potentially important for saproxylic beetles in temperate mixed oak forest. *Biological Conservation* 135, 86-98.
- Gjerde, I., Sætersdal, M., Rolstad, J., Blom, H. H., Storaunet, K. O. 2004. Fine-scale diversity and rarity hotspots in northern forests. *Conservation Biology* 18, 1032-1042.
- Gustafsson, J. 2001. Miljöövervakning av biologisk mångfald i nyckelbiotoper. Meddelande 5 - 2001. Skogsstyrelsen. Jönköping.
- Gustafsson, L. 2002. Presence and abundance of red-listed plant species in Swedish forests. *Conservation Biology* 16, 377-388.
- Gustafsson, L. 2000. Red-listed species and indicators: vascular plants in woodland key habitats and surrounding production forests in Sweden. *Biological Conservation* 92, 35-43.
- Gustafsson, L., De Jong, J., Norén, M. 1999. Evaluation of Swedish woodland key habitats using red-listed bryophytes and lichens. *Biodiversity and Conservation* 8, 1101-1114.
- Gustafsson, L., Hylander, K., Jacobson, C. 2004. Uncommon bryophytes in Swedish forests - key habitats and production forests compared. *Forest Ecology and Management* 194, 11-22.
- Götmark, F., Thorell, M. 2003. Size of nature reserves: densities of large trees and dead wood indicate high value of small conservation forests in southern Sweden. *Biodiversity and Conservation* 12, 1271-1285.
- Götmark, F. 2013. Habitat management alternatives for conservation forests in the temperate zone: Review, synthesis, and implications. *Forest Ecology and Management* 306, 292-307.
- Götmark, F. 2009. Conflicts in conservation: Woodland key habitats, authorities and private forest owners in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24, 504-514.
- Götmark, F., Åsegård, Franc, N. 2011. How we improved a landscape study of species richness of beetles in woodland key habitats, and how model output can be improved. *Forest Ecology and Management* 262, 2297-2305.
- Götmark, F., von Proschwitz, T., Franc, N. 2008. Are small sedentary species affected by habitat fragmentation? Local vs. landscape factors predicting species richness and composition of land molluscs in Swedish conservation forests. *Journal of Biogeography* 35, 1062-1076.
- Hansson, L. 2001. Key habitats in Swedish managed forests. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16 S3, 52-61.
- Hellstrand, E. 2017. Mer än bara naturvärden? Om nyckelbiotopers påverkan på fastighetspriset. Examensarbete i skogshushållning, 15 hp. 2017:09, Skogsmästarprogrammet, SLU. Skinnkatteberg.
- Hottola, J., Siitonen, J. 2008. Significance of woodland key habitats for polypore diversity and red-listed species in boreal forests. *Biodiversity and Conservation* 17, 2559-2577.
- Ikauniece, S., Brumelis, G., Zarins, J. 2012. Linking woodland key habitat inventory and forest inventory data to prioritize districts needing conservation efforts. *Ecological Indicators* 14, 18-26.
- Johannesson, J., Fasth, T., Ek, T. 2002. Are biodiversity values in the Swedish archipelago underestimated? *Svensk Botanisk Tidskrift* 96, 66-74.
- Johansson, P., Gustafsson, L. 2001. Red-listed and indicator lichens in woodland key habitats and production forests in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research* 31, 1617-1628.
- Junninen, K., J. Kouki, J. 2006. Are woodland key habitats in Finland hotspots for polypores (Basidiomycota)? *Scandinavian Journal of Forest Research* 21, 32-40.
- Jüriado, I., Liira, J. 2010. Threatened forest lichen *Lobaria pulmonaria* - its past, present and future in Estonia. *Forestry Studies / Metsanduslikud Uurimused* 53, 15-24.
- Juutinen, R., Kotiaho, J. S. 2011. Finnish Forest Act as a conservation tool in protecting boreal springs and associated bryophyte flora. *Boreal Environment Research* 16, 136-148.

Jyväsjärvi, J., Suurkuukka, H., Virtanen, R., Aroviita, J., Muotka, T. 2014. Does the taxonomic completeness of headwater stream assemblages reflect the conservation status of the riparian forest? *Forest Ecology and Management* 334, 293-300.

Jönsson, M. T., Jonsson, B. G. 2007. Assessing coarse woody debris in Swedish woodland key habitats: Implications for conservation and management. *Forest Ecology and Management* 242, 363-373.

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.

Jönsson, M. T., Ruete, A., Kellner, O., Gunnarsson, U., Snäll, T. 2017. Will forest conservation areas protect functionally important diversity of fungi and lichens over time? *Biodiversity and Conservation* 26, 2547-2567.

Jönsson, M. T., Fraver, S., Jonsson, B. G. 2009. Forest history and the development of old-growth characteristics in fragmented boreal forests. *Journal of Vegetation Science* 20, 91-106.

Jönsson, M., Ruete, A., Gunnarsson, U., Kellner, O., Snäll, T. 2015. Övervakning av värdefulla skogsbiotoper – en utvärdering av extensivmetoden efter 10 år. *ArtDatabanken Rapporterar* 18. ArtDatabanken, SLU. Uppsala.

Jönsson, M.T., Fraver, S., Jonsson, B. G. 2011. Spatio-temporal variation of coarse woody debris input in woodland key habitats in Central Sweden. *Silva Fennica* 45, 957-967.

Laita, A., Mönkkönen, M., Kotiaho, J. S. 2010. Woodland key habitats evaluated as part of a functional reserve network. *Biological Conservation* 143, 1212-1227.

Liepa, L., Straupe, I. 2012. The assessment of vegetation diversity in black alder woodland key habitats in Zemgale. Annual 18th International Scientific Conference Proceedings, "Research for Rural Development", Jelgava, Latvia, 16-18 May 2012.

Liepa, L., Straupe, I. 2015. Edge effects on epiphytic lichens in unmanaged black alder stands in Southern Latvia. Annual 21st International Scientific Conference: "Research for Rural Development" Volume 2, Jelgava, Latvia, 13-15 May 2015.

Lifvergren-Kaya, M. 2003. Averkning av nyckelbiotoper - en studie av den teoretiska begreppsdefinitionen och den praktiska hanteringen av nyckelbiotoper. Magisteruppsats från Miljövetarprogrammet, Institutionen för tematisk utbildning och forskning ITUF, Linköpings universitet.

Ljungkvist, H., Norén, M. 1998. Övervakning av biologisk mångfald i det brukade skogslandskapet. Rapport 6: 1998. Skogsstyrelsen, Jönköping.

Madzule, L., Brumelis, G., Tjarve, D. 2012. Structures determining bryophyte species richness in a managed forest landscape in boreo-nemoral Europe. *Biodiversity and Conservation* 21, 437-450.

Mebus, F., Löfgren, A. 2003. Skogsbete i gotländska barrskogar – vad händer med florans när djuren försvinner? *Svensk Botanisk Tidskrift* 97, 34-45.

Mezaka, A., Brumelis, G., Piterans, A. 2012. Tree and stand-scale factors affecting richness and composition of epiphytic bryophytes and lichens in deciduous woodland key habitats. *Biodiversity and Conservation* 21, 3221-3241.

Mezaka, A., Putna, S., Erta, I. 2015. Evaluation and long-term conservation perspectives of woodland key habitat bryophyte and lichen indicators in Latgale. Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference. Volume II, 197-201. Environment. Technology. Resources, Rezekne, Latvia.

Nitare, J., Norén, M. 1992. Woodland key-habitats will be mapped in a new project by the Swedish National Forestry Board. *Svensk Botanisk Tidskrift* 86, 219-226.

Nordén, B., Paltto, H., Claesson, C., Götmark, F. 2012. Partial cutting can enhance epiphyte conservation in temperate oak-rich forests. *Forest Ecology and Management* 270, 35-44.

Nordén, B., Paltto, H., Götmark, F., Wallin, K. 2007. Indicators of biodiversity, what do they indicate? - Lessons for conservation of cryptogams in oak-rich forest. *Biological Conservation* 35, 369-379.

Olofsson, I. 2014. Nyckelbiotoper och kontinuitetsskog i Vilhelmina Kommun - i ett landskapsperspektiv. Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Umeå. Jägmästarprogrammet.

Paltto, H., Nordén, B., Götmark, F., Franc, N. 2006. At which spatial and temporal scales does landscape context affect local density of Red Data Book and Indicator species? *Biological Conservation* 133, 442-454.

Perhans, K. 2003. Averkning i nyckelbiotoper. En fältstudie i norra Stockholms län. Magisteruppsats (20 poäng). Stockholm universitet. Institutionen för biologisk grundutbildning. Centrum för Tvärvetenskaplig Miljöforskning.

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.

Primmer, E., Karppinen, H. 2010. Professional judgment in non-industrial private forestry: Forester attitudes and social norms influencing biodiversity conservation. *Forest Policy and Economics* 12, 136-146.

Primmer, E., Wolf, S. A. 2009. Empirical accounting of adaptation to environmental change: Organizational competencies and biodiversity in Finnish forest management. *Ecology and Society*: 14. <http://www.jstor.org/stable/26268311>.

Putna, S., Mezaka, A. 2014. Preferences of epiphytic bryophytes for forest stand and substrate. *Folia Cryptogamica Estonica* 51, 75-83.

Pykälä, J. 2007. Implementation of Forest Act habitats in Finland: Does it protect the right habitats for threatened species? *Forest Ecology and Management* 242, 281-287.

Pykälä, J., Heikkinen, R. K., Toivonen, H., Jaaskelainen, K. 2006. Importance of Forest Act habitats for epiphytic lichens in Finnish managed forests. *Forest Ecology and Management* 223, 84-92.

Rendenieks, Z., Nikodemus, O., Brumelis, G. 2015. Dynamics in forest patterns during times of forest policy changes in Latvia. *European Journal of Forest Research* 134, 819-832.

Rolfson Persson L. 2017. Störning i sumpskogar - En studie av sumpskogar klassade som nyckelbiotoper i Älmhults kommun. Självständigt arbete (examensarbete), 15 hp, för kandidatexamen i landskapsvetenskap. Sektionen för lärande och miljö. Högskolan Kristianstad. VT 2017.

Ruete, A., Snäll, T., Jönsson, M. 2016. Dynamic anthropogenic edge effects on the distribution and diversity of fungi in fragmented old-growth forests. *Ecological Applications* 26, 1475-1485.

Ruete, A., Snäll, T., Jonsson, B. G., Jönsson, M. 2017. Contrasting long-term effects of transient anthropogenic edges and forest fragment size on generalist and specialist deadwood-dwelling fungi. *Journal of Applied Ecology*, 54, 1142-1151.

Salomonsson, E. 2009. Död ved i gallrad skog och nyckelbiotoper - en jämförelse av habitatkvaliteter för vedlevande lavar och mossor. Självständigt arbete. Biologi, D-nivå, 30 HP. Institutionen för ekologi, SLU, Uppsala.

## Sammanställning av refererade artiklar, forts.

Samuelsson, L. 2017. Natural value assessments – can they predict the species richness of red listed and bioindicator fungi in Fennoscandian coniferous forests? Bachelor thesis. Linnéuniversitetet. Kalmar Växjö. Nr 2017: Bi4.

Selonen, V.A.O., Kotiaho, J.S. 2013. Buffers trips can pre-empt extinction debt in boreal streamside habitats. *BMC Ecology* 13:24. <http://www.biomedcentral.com/1472-6785/13/24>

Selonen, V. A. O., Mussaari, M., Toivanen, T., Kotiaho, J. S. 2011. The conservation potential of brook-side key habitats in managed boreal forests. *Silva Fennica* 45, 1041-1052.

Siitonen, J., Hottola, J., Immonen, A. 2009. Differences in stand characteristics between brook-side key habitats and managed forests in Southern Finland. *Silva Fennica* 43, 21-37.

Similä, J., Pölönen, I., Fredrikson, J., Primmer, E., Horne, P. 2014. Biodiversity protection in private forests: an analysis of compliance. *Journal of environmental law* 26, 83-103.

Sippola, A. L., Mönkkönen, M., Renvall, P. 2005. Polypore diversity in the herb-rich woodland key habitats of Koli National Park in eastern Finland. *Biological Conservation* 126, 260-269.

Suurkuukka, H., Virtanen, R., Suorsa, V., Soininen, J., Paasivirta, L., Mouotika, T. 2014. Woodland key habitats and stream biodiversity: Does small-scale terrestrial conservation enhance the protection of stream biota? *Biological Conservation* 170:10-19.

Sverdrup-Thygeson, A. 2002. Key habitats in the Norwegian production forest: A case study. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17, 166-178.

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.

Sætersdal, M., Gjerde, I., Heegaard, E., Schei, F. H., Nilsen, J. E. O. 2016. History and productivity determine the spatial distribution of key habitats for biodiversity in Norwegian forest landscapes. *Forests* 7, 11; doi:10.3390/f7010011.

Sætersdal, M., Gjerde, I., Blom, H. H., Ihlen, P. G., Myrseth, E. W., Pommeresche, R., Skartveit, J., Solhøy, T., Aas, O. 2004. Vascular plants as a surrogate species group in complementary site selection for bryophytes, macrolichens, spiders, carabids, staphylinids, snails, and wood living polypore fungi in a northern forest. *Biological Conservation* 115, 21-31.

Søvde, N. E., Sætersdal, M., Lokketangen, A. 2014. A scenario-based method for assessing the impact of suggested woodland key habitats on forest harvesting costs. *Forests* 5, 2327-2344.

Tikka, P. M. 2003. Conservation contracts in habitat protection in southern Finland. *Environmental Science & Policy* 6, 271-278.

Timonen, J., Siitonen, J., Gustafsson, L., Kotiaho, J. S., Stokland, J. N., Sverdrup-Thygeson, A., Mönkkönen, M. 2010. Woodland key habitats in northern Europe: concepts, inventory and protection. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25, 309-324.

Timonen, J., Gustafsson, L., Kotiaho, J. S., Mönkkönen, M. 2011. Hotspots in cold climate: Conservation value of woodland key habitats in boreal forests. *Biological Conservation* 144, 2061-2067.

Urbonas, S. 2009. Changes in abundance degree of biological key elements in woodland key habitats of Kaunas region. *Environmental Research, Engineering and Management* 4, 44-50.

Werthén, H. 2003. Skogsvårdsstyrelsens arbete med att bevara nyckelbiotoper och innebörden av en satellitbildsanvändning i detta arbete. C-uppsats från Miljövetarprogrammet. Institutionen för tematisk utbildning och forskning – ITUF. Campus Norrköping. Linköpings universitet.

Wijk, S. 2016. Uppföljning av biologisk mångfald i skog med höga naturvärden. Metodik och genomförande. Rapport 1/2016. Skogsstyrelsen. Jönköping.

Wijk, S. 2017. Biologisk mångfald i nyckelbiotoper. Resultat från inventeringen "Uppföljning biologisk mångfald" 2009–2015. Rapport 4/2017. Skogsstyrelsen. Jönköping.

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.

Ylisirniö, A.-L., Mönkkönen, M., Hallikainen, V., Ranta-Maunus, T., Kouki, J. 2016. Woodland key habitats in preserving polypore diversity in boreal forests: Effects of patch size, stand structure and microclimate. *Forest Ecology and Management* 373, 138-148.





ÖSTER OM VÄSTLANDS KYRKA, TIERP, UPPLAND. NYCKELBIOTOP N10905-1998. BLANDSUMPSKOG.  
FOTO LENA GUSTAFSSON, 2018.



# En stor del av nyckelbiotoperna berörs av kanteffekter

**Ett referat av:** Aune, K., Jonsson B.G., Moen, J. 2005. Isolation and edge effects among woodland key habitats in Sweden: Is forest policy promoting fragmentation? *Biological Conservation* 124: 89-95.

**Sjuttio procent av nyckelbiotoperna i Norrbotten påverkas av kanteffekter, förutsatt att kanteffekten sträcker sig 50 meter in i beståndet. Avståndet mellan nyckelbiotoperna är troligen för stort för arter som inte kan sprida sig mer än två km. I studien användes tillgängliga geografiska data på nyckelbiotoper och formellt skyddade skogsområden. Fokus låg på nyckelbiotopernas storlek och avståndet mellan dem.**

## Nyckelbiotoper i Norrbottens län i mitten av 2000-talet

Studien omfattade knappt 5000 nyckelbiotoper som blivit registrerade i Norrbottens län till mitten av 2000-talet på privat-skogsmark och mark tillhörande SCA, AssiDomän och Sveaskog nedanför gränsen för fjällnära skog. Naturresevat och nationalparker ingick också i studien. Nyckelbiotoperna utgjorde ungefär 1 % av den produktiva skogsmarken. Storleken varierade mellan 0,1 och 470 ha och medelarealen var 8,6 ha. Mer än tre fjärdedelar hade en storlek på mindre än 10 ha.

## Kanteffekter

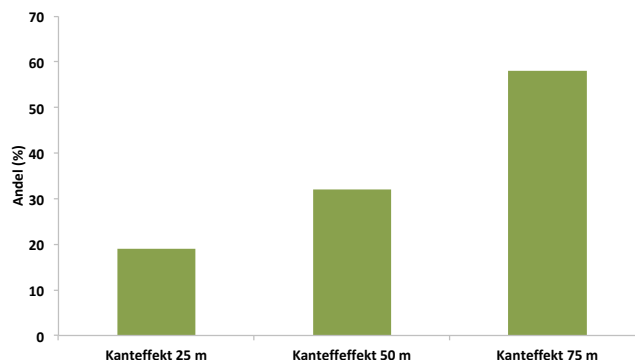
Miljön i nyckelbiotopernas kanter (liksom andra skogsområdens kanter) kan skilja sig från de inre delarna ("kärnmiljöerna") om bestånden är utsatta för vind och andra klimat-effekter, t.ex. då de gränsar till hyggen och annan öppen mark. Om kanteffekten antas vara 50 meter är 70 % av Norrbottens nyckelbiotopsareal potentiellt utsatt för kanteffekter. Motsvarande för 25 meter är drygt 40 %. De mindre nyckelbiotoperna utsätts för betydligt större kanteffekter än de större.

## Isolering och sammanlänkning

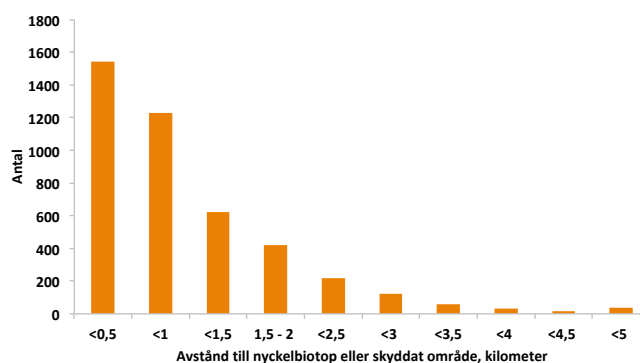
Medelavståndet från en nyckelbiotop till en annan eller till ett formellt skyddat område var drygt en kilometer. En stor del av nyckelbiotoperna (86 %) hade ett annat värdefullt område inom 2 kilometers avstånd. Inom 5 kilometers avstånd fanns i genomsnitt 14 andra nyckelbiotoper och inom 10 kilometer 45 stycken. En analys med hjälp av ett index baserat på närheten mellan områden visade att nyckelbiotoperna bidrar till att länka samman olika värdefulla områden men bara för arter som kan sprida sig mer än två kilometer.

## Kan krävas buffertzoner runt nyckelbiotoper

Författarna poängterar att om nyckelbiotoperna ska kunna fungera effektivt bör de omges av buffertzoner (för att motverka kanteffekter) och väljas så att de har naturskogs-kvaliteter (så att de kan minska isoleringen och öka spridnings-möjligheten för naturskogsarter). ■



Andel av nyckelbiotopsytan som i genomsnitt berörs av kanteffekter av olika storlek



Nästan 90 % av nyckelbiotoperna har en annan nyckelbiotop eller ett formellt skyddat område (resevat, nationalpark) inom två kilometers avstånd.

# Trädslag viktigt för rödlistade arter i nyckelbiotoper

**Ett referat av:** Berg, Å., Gärdenfors, U., Hallingbäck, T., Norén, M. 2002. Habitat preferences of red-listed fungi and bryophytes in woodland key habitats in southern Sweden – analyses of data from a national survey. *Biodiversity and Conservation* 11, 1479-1503.

**Trädslag och trädens tillstånd (levande, döda) var de viktigaste faktorerna för förekomst av rödlistade mossor, lavar och vedsvampar i södra Sverige. Detta framkom i en analys av Skogsstyrelsens nyckelbiotopsdatabas. En slutsats var att hänsyn till det breda spektrumet av olika skogstyper och substrat liksom beaktande av den geografiska variationen behövs för en framgångsrik naturvård i södra Sverige.**

## Analys av Skogsstyrelsens nyckelbiotopsdatabas

Skogsstyrelsens stora databas av nyckelbiotoper användes för att undersöka vilka miljöfaktorer som är viktiga för rödlistade mossor, lavar och svampar i södra Sverige. Totalt ingick 43 lavar, 9 mossor och 11 svampar (10 vedsvampar, en finger-svamp). Totalt i Götaland och Svealand fanns 21 000 nyckelbiotoper på privatskogsmark när undersökningen gjordes. Rödlistade arter hade registrerats i 8 600 av dessa. Efter att objekt med ofullständiga data och med få artförekomster tagits bort, återstod 7 200 nyckelbiotoper.

## Trädslag och deras tillstånd viktigast

Av alla miljöfaktorer gav trädslag och deras tillstånd (levande, döda träd) den viktigaste förklaringen till sammansättningen av rödlistade arter. Vissa arter var tydligt knutna till vissa trädslag, t.ex. bok och gran men också till asp och ek. Den näst viktigaste förklaringen var geografiskt läge där skillnaden var stor såväl i öst-västlig som nord-sydlig riktning. Andra relativt viktiga faktorer var traditionell jordbrukskötsel (hamling osv.), marktillståndet (näringsrikedom, fuktighet) och skogens struktur (täthet, volym mm.). Däremot var storleken på nyckelbiotoperna mindre viktig.

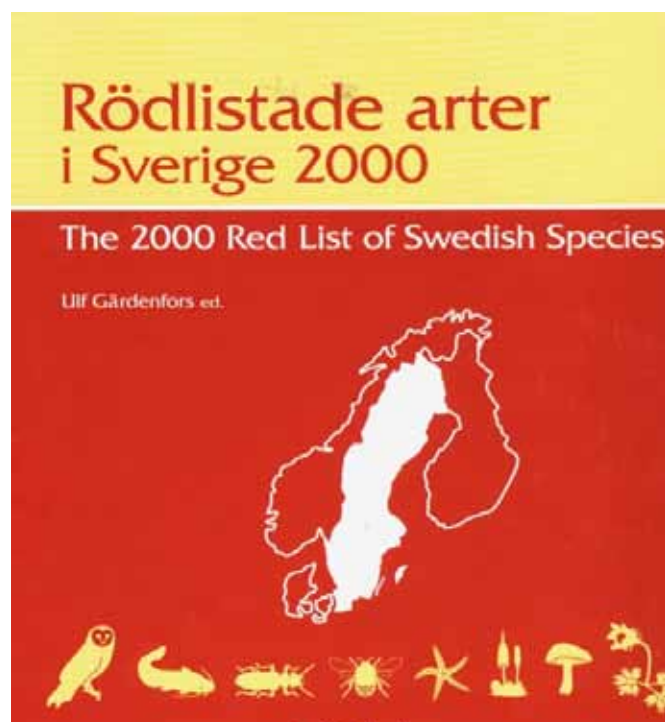
## Distinkta nyckelbiotopstyper

Fem nyckelbiotopstyper hade en artsammansättning som tydligt skiljde sig från de övriga. Det var typer dominerade av gran, asp, bok, ek och av andra ädla lövträd. Flest rödlistade arter var knutna till bok-, ek- och andra ädellövträdtyper och färre till typerna dominerade av gran respektive asp. Arter knutna till asp, ek och gran var vanligast i norra delen av undersökningsområdet. Mossorna var vanligast i fuktiga skogar medan svamparna framförallt fanns i torrare skogar. Även om i stort sett alla nyckelbiotoper utgörs av gammal skog så var svamparna mer knutna till gammal skog jämfört med mossor och lavar.

## Miljövariationen måste beaktas

En praktisk slutsats för naturvården är att det är viktigt med god tillgång på olika skogstyper och substrat. Eftersom samma skogstyp eller substrat kan hysa olika arter beroende på läge i

landet, är det också viktigt att ta hänsyn till geografiska skillnader. Generellt anser författarna att nyckelbiotoper är en viktig komponent för bevarande av biologisk mångfald i produktionskogslandskap. ■



Arter som fanns på Rödlistan år 2000 ingick i undersökningen.

# Mycket lavar i norrbottniska nyckelbiotoper kan tyda på utdöendeskuld

Ett referat av: Berglund, H & Jonsson, B.G. 2005. Verifying an extinction debt among lichens and fungi in northern Swedish boreal forests. Conservation Biology 19, 338-348.

**Nyckelbiotoper i ett produktionsskogslandskap i Norrbotten hade fler arter lavar än isolerade skogsområden med likartad storlek i ett skyddat skogs- och myrlandskap i närheten. Detta kan vara ett tecken på en utdöendeskuld, dvs. att de har "för mycket" arter eftersom de ännu inte nått jämvikt efter den fragmentering av gammal skog som skett. För vedsvampar och rödlistade arter var dock artantalet likartat mellan landskapen.**

## Jämförelse mellan ett produktionsskogslandskap och ett skyddat referenslandskap

Studien utfördes i Norrbotten, där förekomst av skorplavar på levande granar och vedsvampar på granlågor jämfördes mellan 46 isolerade skogsholmar i myrmark i reservatet Granlandet (total yta på 100 ha, storleksvariation 0.2-12 ha) och 32 nyckelbiotoper i omgivande produktionsskogslandskap (total yta på 55 ha, storleksvariation 0.1-6.5 ha). Skogsholmarna och nyckelbiotoperna var grandominerade och hade likartad grundtyta..

## Modellering av artantal

Referensbestånden i Granlandet användes som mall för artantalet i ett naturligt fragmenterat landskap i jämvikt. Nyckelbiotoperna i produktionsskogslandskapet är rester av större sammanhängande områden där ytan på de gamla skogarna successivt minskat och isoleringen ökat. Eftersom antalet arter ökar med ytan på områden kan nyckelbiotoperna därför ha "för mycket" arter i förhållande till sin storlek. Genom modellering där hänsyn togs till områdenas storlek och hur skogarna såg ut, beräknades hur stort artantalet i nyckelbiotoperna borde vara, utgående från situationen i Granlandet.

## Högre artantalet än förväntat för skorplavar

Antalet skorplavar i hela nyckelbiotoperna var högre än förväntat. Detta kan tolkas som att det finns en utdöendeskuld och att antalet kommer att minska, som en fördröjd effekt av fragmenteringen. Ett tecken på detta var också att de nyligen genom avverkning isolerade nyckelbiotoperna hade högre artantal.

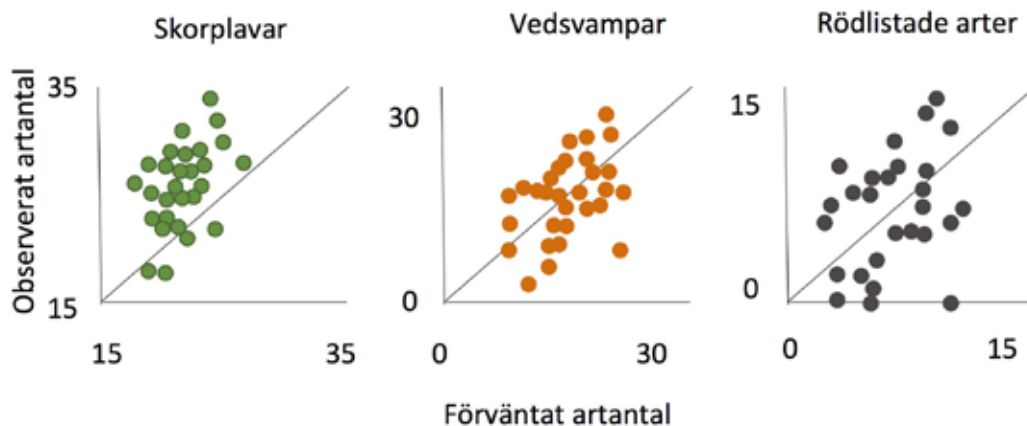
## För flera andra artgrupper var dock tendensen annorlunda

Däremot fanns ingen skillnad mot Granlandets referensskogar för tätheten av lavarna, dvs. antalet per ytenhet, undersökt i provtytor. Detta är ett annorlunda mått på artmångfalden jämfört med totala artantalet per nyckelbiotop. Antalet vedsvampar och rödlistade arter skiljde sig inte heller åt mellan nyckelbiotoperna och Granlandets myrholmar. Tätheten av vedsvampar eller rödlistade arter var till och med motsatt, dvs. antalet per ytenhet var lägre för nyckelbiotoperna jämfört med Granlandet. Författarna diskuterar att skillnaderna kan bero på att det fanns mindre död ved i nyckelbiotoperna och att det har skett huggningar där.

## Fortsatt minskning trolig

Författarna förutspår att artantalet i nyckelbiotoperna kommer att sjunka med tiden eftersom de är inne i en förändringsfas orsakad av fragmentering, dvs. artinnehållet är inte i jämvikt med hänsyn till deras storlek. ■

Samma studiematerial används i Berglund, H. & Jonsson, B.G. 2008. Assessing the extinction vulnerability of wood-inhabiting fungal species in fragmented northern Swedish boreal forests. Biological Conservation 141:3029-3039.



Artantalet i de 32 nyckelbiotoperna var högre än förväntat för skorplavarna jämfört med referensområdenas artantal (punkterna ligger ovanför linjen). Detta kan tolkas som en utdöendeskuld, dvs. att artantalet kommer att minska med tiden. Däremot fanns ingen skillnad mellan observerat artantal och det som förväntades för vedsvampar och rödlistade arter (punkterna ligger utmed linjen).

# Arter minskar med tiden i nyckelbiotoper – tecken på utdöendeskuld?

**Ett referat av:** Berglund, H. & Jonsson, B.G. 2008. Assessing the extinction vulnerability of wood-inhabiting fungal species in fragmented northern Swedish boreal forests. *Biological Conservation* 141, 3029-3039.

**I en studie i Norrbotten framkom att vissa specialiserade rödlistade vedsvampar var vanligare i nyligen isolerade nyckelbiotoper än i sådana som fragmenterats för länge sedan. Detta kan vara ett tecken på att det finns en utdöendeskuld, dvs. en fördröjd reaktion på den minskning av ytan lämplig miljö som skett. Vissa vanliga arter med stor tolerans för olika miljöförhållanden ökade dock med tiden efter isolering.**

## **Ett produktionsskogslandskap och ett skyddat referenslandskap**

Vedsvampar på granlågor och mängden död ved registrerades i 46 isolerade skogsholmar i myrmark i reservatet Granlandet och i 32 nyckelbiotoper i omgivande produktionsskogslandskap i Norrbotten, i provytor eller på beståndsnivå. Skogsholmarna i Granlandet och nyckelbiotoperna hade likartad trädslagssammansättning (grandominerade) och grundyta. Nyckelbiotoperna delades in i två grupper, sådana som nyligen isolerats och sådana som isolerats längre tillbaks (upp till 100 år sen). Isolering innebar här att omgivande skog hade avverkats. 29 arter var så vanliga att de kunde analyseras.

## **Utdöendet för ovanliga arter ökar med tiden efter isolering**

Elva av 21 arter var signifikant ovanligare på beståndsnivå i nyckelbiotoper som isolerats för länge sedan än i sådana som

isolerats nyligen. De rödlistade arterna ostticka *Skeletocutis odora*, doftskinn *Cystostereum murrainii*, ulltickeporing *Skeletocutis brevispora* och lappticka *Amylocystis lapponica* minskade mest. Detta kan tas som ett tecken på att utdöendet ökar med tiden, dvs. att det finns en utdöendeskuld.

## **Men vissa vanliga arter ökar**

Det fanns också arter som ökade signifikant med åldern på isoleringen. Det var vanliga arter, så kallade generalister, som oftast är toleranta mot olika miljöförhållanden. Den art som ökade mest var klibbticka *Fomitopsis pinicola*.

## **Många arter ovanligare än förväntat i nyckelbiotoperna**

Skillnaden mellan nyckelbiotoperna och skogsholmarna i Granlandet analyserades via modellering, eftersom hänsyn måste tas till den högre mängden död ved som fanns i Granlandet. På provytenivå var 5 av 17 arter signifikant ovanligare än förväntat i nyckelbiotoperna än i Granlandet och bara en, violticka *Trichaptum abietinum*, var signifikant vanligare.

## **Mer än nyckelbiotoper behövs**

Författarna påpekar att eftersom det finns en risk för successiv artutarmning av nyckelbiotoper som till stor del beror på att de är så små, så behövs fler typer av avsättningar och även annan hänsyn som ett komplement. ■

Samma studiematerial används i Berglund, H & Jonsson, B.G. 2005. Verifying an extinction debt among lichens and fungi in northern Swedish boreal forests. *Conservation Biology* 19:338-348.



En av myrholmarna i Granlandet, Norrbotten. Foto Mari Jönsson.

# Nyckelbiotoper ökar vissa arters spridningsmöjligheter i landskapet

Ett referat av: Bergsten, A., Bodin, Ö., Ecke, F. 2013. Protected areas in a landscape dominated by logging – A connectivity analysis that integrates varying protection levels with competition-colonization tradeoffs. *Biological Conservation* 160, 279-288.

**Äldre produktionsskogar och frivilligt avsatta områden som nyckelbiotoper kan vara viktiga för vissa arter eftersom de ökar tillgången till lämpliga miljöer och även spridningsmöjligheterna i landskapet. Detta framkom i en modelleringsstudie av skogar i nordligaste Sverige där fokus låg på torra tallskogar och arter som är knutna till sådana.**

## Torra tallskogar i Västerbotten och Norrbotten

Studien utfördes i de två nordligaste länen (154 000 km<sup>2</sup>). Fokus låg på torra tallskogar som definierades som >60 år gamla, med >60 % tall och på lavdominerad mark eller hällmark. Sådana skogar utgjorde 2,4 % av länens produktiva skogsmark och totalt fanns 20 000 stycken bestånd som uppfyllde kriterierna. Skogarna delades in i fyra olika kategorier: strikt skyddade (t.ex. naturreservat), mindre strikt skyddade (t.ex. Natura 2000-områden), frivilligt avsatta (t.ex. nyckelbiotoper), samt produktionsskogar.

## Habitatspecialister och kolonisationsspecialister

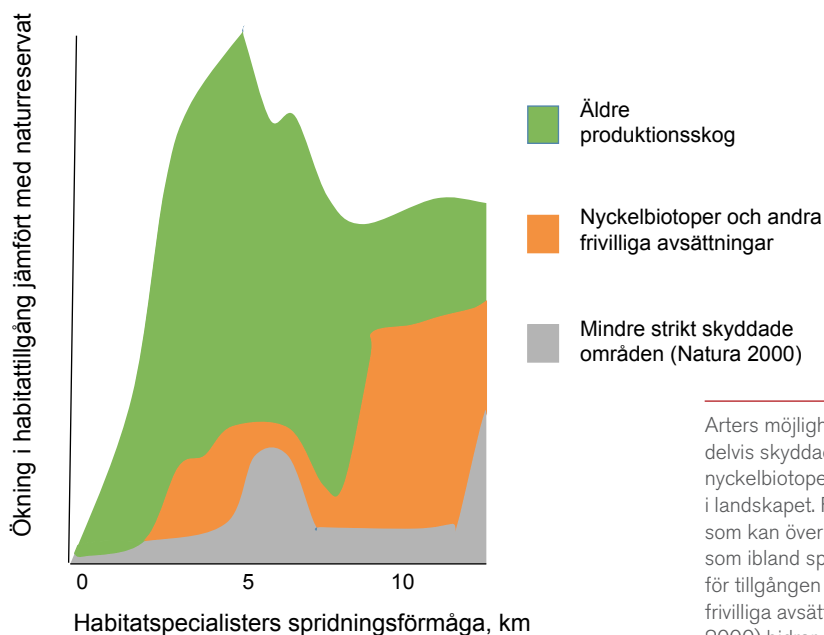
Två typer av arter analyserades. Habitatspecialister definierades som sådana som behöver tillgång till en speciell miljö (i detta fall äldre, torr tallskog) som finns på en plats under lång tid, dvs. de är beroende av kontinuitet. De kan dock ibland även utnyttja tillfälliga områden för spridning, som ”stepping stones”, t.ex. äldre bestånd som så småningom avverkas. Kolonisationsspecialister definierades som arter som lätt sprider sig och kan leva även i skogar som har kort kontinuitet. Nätverksanalys användes för modelleringarna.

## Nyckelbiotoper ger ett värdefullt tillskott

Nyckelbiotoper, andra frivilliga avsättningar och Natura 2000-områden gav enligt studien ett värdefullt tillskott till lämpliga miljöer för habitatspecialisterna, särskilt för arter som maximalt sprider sig 3-8 km eller 11-15 km. Den äldre produktionsskogen var allra viktigast eftersom den hade fem gånger större yta och antal jämfört med de andra typerna av områden. För kolonisationsspecialisterna betydde de äldre produktionsskogarna och de ej strikt skyddade eller formellt avsatta områdena ännu mer eftersom sådana arter kan använda dessa områden som permanenta livsmiljöer.

## Nyckelbiotoper ökar förbindelserna i landskapet

Författarna drar slutsatsen att oskyddade områden som nyckelbiotoper kan, trots att de ofta är små, öka spridningsmöjligheten och därmed tillgången på lämpliga miljöer i landskapet för många arter. Om landskapsplanering skulle ske med hänsyn tagen till läge och storlek på äldre produktionsskogar och frivilligt avsatta områden, så skulle detta kunna öka överlevnaden för olika arter. ■



Arters möjlighet att sprida sig till naturreservat ökar om oskyddade eller delvis skyddade skogar med lämpligt habitat (äldre produktionsskog, nyckelbiotoper, andra frivilliga avsättningar, Natura 2000-områden) finns i landskapet. Figuren visar situationen för en habitatspecialist, dvs. en art som kan överleva långsiktigt enbart i områden med lång kontinuitet men som ibland sprider sig via andra miljöer. Produktionsskogarna är viktigast för tillgången på lämpligt spridningshabitat men nyckelbiotoper, andra frivilliga avsättningar och mindre strikt skyddade områden (t.ex. Natura 2000) bidrar också mycket.

# 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 ungskog (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 sluten skog också kan överleva ute på hygget och i den uppväxande skogen. Trettiofyra 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 sluten skog 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 högstubbbar gynnade öppenmarksarterna.

Den här studien visade alltså att åtminstone vissa arter som idag betraktas som beroende av sluten skog kan överleva och kanske också sprida sig till ungskog 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.

## 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 sluten skog. 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. ■



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



ÖSTER OM HJÄRTAREDSSJÖN, HALLAND. ÅDELLÖVSKOG, N9041-1995.  
FOTO LENA GUSTAFSSON, 2017

# Nyckelbiotoper viktiga för vedlevande skalbaggar, men rödlistade arter är vanliga även i den gamla, brukade skogen

Ett referat av: Djupeström, 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.

**Studien jämför död ved och vedlevande skalbaggar i grandominerade naturreservat, nyckelbiotoper, hänsynsytor och gammal brukad skog. Reservat och nyckelbiotoper hade fler typer av död ved, även om det fanns nästan lika stora volymer i hänsynsytor och gammal brukad skog. Nyckelbiotoperna hade signifikant fler skalbaggsarter än hänsynsytor och gammal skog, och fler rödlistade arter än i hänsynsytor. Den gamla skogen hade dock nästan lika många rödlistade arter som nyckelbiotoperna.**

Studien genomfördes i Hälsingland där ett 80-tal grandominerade ytor slumpvis valts ut i nyckelbiotoper (20 st), reservat (20 st), hänsynsytor (20 st) och produktionsskog (18 st). Ett kriterium var att skogen skulle vara äldre än 110 år.

## 84 skalbaggsarter analyserades

I varje yta inventerades död ved med flera olika mått i cirkelprovytor. Skalbaggar samlades in genom att sälla bark från fem döda liggande granar. I analysen ingick bara arter som klassas som vedlevande. Totalt hittades 28 260 exemplar, varav 14 605 tillhörde släktet *Crypturgus* (dvärgborrar). Detta släkte (med tre arter) exkluderades från analysen för att inte skapa för stor skevhet. Efter ytterligare statistisk sällning återstod 84 arter i den slutliga analysen.

## Fler typer av död ved i reservat

Det var ingen säkerställd skillnad i volymen död ved mellan skogskategorierna. Däremot fanns mest död lövved i reservaten, och minst i produktionsskogen. Forskarna identifierade 180 olika typer av död ved. Reservat och nyckelbiotoper hade fler typer av död ved än hänsynsytor och produktionsskog.

## Fler skalbaggsarter i nyckelbiotoper

Antalet skalbaggsarter varierade från 3 (i en hänsynsyta) till 31 (i en nyckelbiotop). Tre arter hittades i 90 % av alla ytor (hårig barkborre *Dryocoetus autographus*, *Rhizophagus dispar* och *Leptusa pulchella*), och 31 arter med bara ett enda exemplar. Nyckelbiotoperna var mest artrika; 75 % av alla arter hittades där. Nyckelbiotoperna hade också signifikant fler arter än hänsynsytor och produktionsskog.

Hänsynsytor utmärkte sig dock genom mest avvikande artsammansättning, vilket kan bero på att många träd var solexponerade vilket gynnar speciella arter. Variationen mellan olika hänsynsytor var också mycket stor, vilket kan bero på olika tid sedan avverkning.

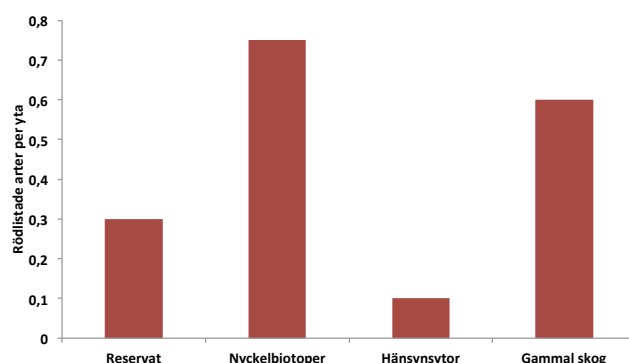
## Många rödlistade arter även i gammal brukad skog

Totalt hittades 12 rödlistade arter med totalt 111 individer. Den vanligaste var *Ennearthron laricinum* (en trädsvampbor-

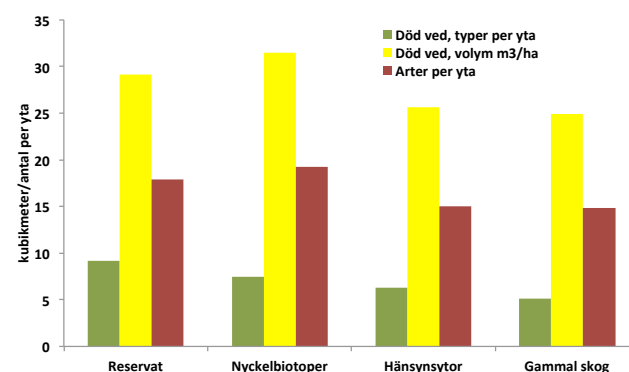
rare) med 72 individer, klassad som Nära Hotad. Nyckelbiotoperna hade signifikant fler skalbaggsarter än hänsynsytor och produktionsskogen och även signifikant fler rödlistade skalbaggar än hänsynsytor.

## Slutsatser

Nyckelbiotoper och reservat är en viktig resurs för vedlevande skalbaggar genom deras större rikedom på död ved av olika typer. Nyckelbiotoperna hade också flest skalbaggsarter per yta. Däremot fanns nästan lika många rödlistade arter i produktionsskogen och reservaten som i nyckelbiotoperna. De gamla brukade skogarna, etablerade kring eller före förra sekelskiftet, innehåller värdefulla strukturer och arter som riskerar att försvinna när de avverkas och ersätts av kulturskog. Det är därför viktigt att fortsätta inventeringarna för att identifiera nya nyckelbiotoper i dem. ■



Antal rödlistade arter per yta i reservat, nyckelbiotoper, äldre produktionsskog och hänsynsytor.



Typer av död ved, dödvedsvolym och antal arter per yta i reservat, nyckelbiotoper, äldre produktionsskog och hänsynsytor.



## Mellan 150 ha och 300 hektar nyckelbiotoper avverkas per år

**Ett referat av:** Dolk Fröjd, C., Claesson, S. 2009. Avverkning av nyckelbiotoper och objekt med höga naturvärden - en gis-analys och inventeringsdata från Polytax. Rapport 7: 2009. Skogsstyrelsen, Jönköping.

En GIS-analys av nyckelbiotoper och objekt med höga naturvärden på i huvudsak småskogsbrukets markinnehav gjordes i samband med uppföljning av den Nationella strategin för formellt skydd av skog från 2005. I undersökningen ingick också att redovisa uppgifter om avverkad nyckelbiotopsareal från Skogsstyrelsens Polytaxinventering. Analysen omfattade nästan 54 000 nyckelbiotoper och 3,7 % av dessa hade avverkats under perioden 2002-2008. Totalt hade nästan 2 500 hektar nyckelbiotop avverkats vilket innebär ungefär 1,3 % av deras sammanlagda areal. Mellan 150 ha och 350 ha registrerade nyckelbiotoper avverkades i medeltal per år. Osäkerheten i skattningarna var stor. Det gick inte att dra några slutsatser om någon trend över tiden för den undersökta perioden. En slutsats om metoden är att GIS-analys för att skatta arealen avverkade nyckelbiotoper behöver vidareutvecklas, framförallt genom kvalitetssäkring av resultaten. Komplettering med fältbesök behövs också. ■

## Nyckelbiotoper i Norrlands inland inte orörda

**Ett referat av:** Ekman, P. 1997. Nyckelbiotoper – urskogsrester eller kulturprodukter? SLU, Inst. för skoglig vegetationsekologi, Rapporter och Uppsatser nr 9.

Skriftliga källor och spår i skogen ger värdefull information om nyckelbiotopernas historik. En undersökning av 12 nyckelbiotoper i Lycksele kommun visade att de flesta bar spår av timmeravverkning, och i några fall av kalhuggning. I fem av åtta barrdominerade nyckelbiotoper i Lycksele kommun fanns spår av dimensionsavverkning av grova tallar under andra halvan av 1800-talet. I fyra av dem följde ytterligare avverkningar, främst på 1930- och 40-talen. En nyckelbiotop var till och med ett hygge med frötallar på 1910-20-talet. Fyra lövdominerade nyckelbiotoper hade alla uppstått efter kalavverkning på 1930-talet (3 bestånd) och avverkning med kvarlämnad hänsyn på 1940-talet (1 bestånd). Gemensamt för alla inventerade biotoper är att de avverkningar som gjorts ligger mer än 50 år tillbaka i tiden. Under denna tid har biotoperna börjat utveckla naturskogskaraktärer. Avsaknad av naturliga skogsbränder leder till att de branddominerade tallskogarna ersätts alltmer av gran. De senaste brandspåren var 108-238 år gamla. Utöver studien av nyckelbiotoper ger rapporten en gedigen beskrivning av den historiska markanvändningen i Lycksele kommun från tidig medeltid och framåt. Den visar att lappmarken koloniserades sent, och ännu i slutet av 1600-talet fanns endast två nybyggen inom Lycksele och Åsele lappmark. Det var först på 1800-talet som kolonisationen tog fart, och i mitten av 1800-talet hade timmerfronten nått Lycksele. ■

# Små och splittrade naturvårdsavsättningar i Litauen

**Ett referat av:** Elbakidze, M., Rzauskaite, R., Manton, M., Angelstam, P., Mozgeris, G., Brūmelis, G., Brazaitis, G., Vogt, P. 2016. The role of forest certification for biodiversity conservation: Lithuania as a case study. *European Journal of Forest Research* 135, 361-376.

**Studien analyserar vilken inverkan FSC-certifieringen har på förutsättningarna för den biologiska mångfalden. En slutsats är att certifieringen bara bidrar marginellt till nyttan jämfört med de formellt skyddade skogsområdena. Frivilliga avsättningar av nyckelbiotoper och värdefull skog är ofta små, splittrade och med tyngdpunkt på ung och lågproduktiv skog.**

Artikeln tar bara upp nyckelbiotoper perifert som ett exempel på frivilliga avsättningar vid sidan av de avsättningar av skogar med högt bevarandevärde (High Conservation Value Forests, HCVF) som ställs som krav enligt FSCs nationella standard. Syftet med studien var att undersöka förbindelselänkarna (den strukturella och funktionella konnektiviteten) i de statligt ägda skogarna i Litauen (33 % av skogsmarksarealen).

## Lagen: fyra kategorier av skog

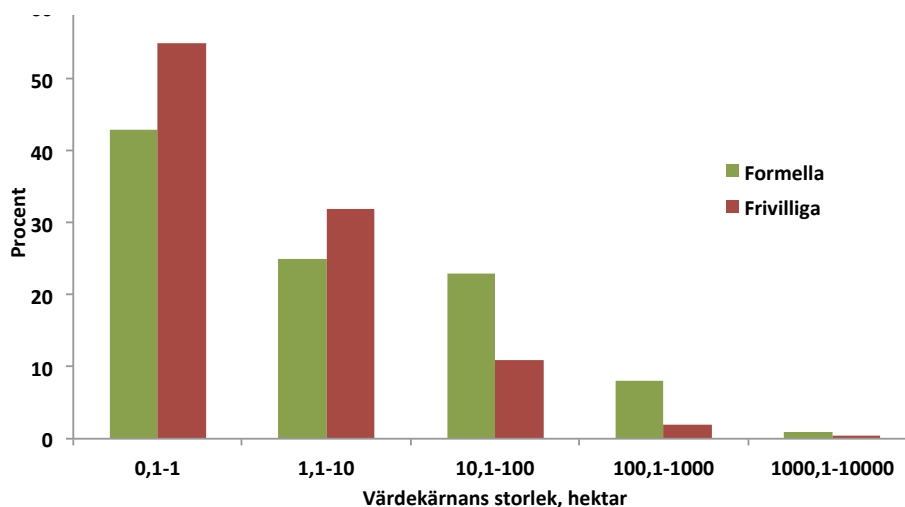
I Litauen delar skogsvårdslagen in skogsbruket i fyra kategorier: 1/ formella reservat som lämnas för fri utveckling, 2/ skogar med bevarande, restaurerande eller rekreativt värden, med förlängda omloppstider och ingen kalavverkning, 3/ skogar som ska skydda mark, luft och vatten i kombination med virkesproduktion, med förlängda omloppstider, 4/ ekonomiskt brukade skogar.

## 50 % skogsmark ansluten till FSC

Forest Stewardship Council (FSC) är den enda certifieringsorganisationen som är godkänd i Litauen, och ungefär 50 % av skogsmarken är ansluten. I de ekonomiskt brukade skogarna ska minst 5 % av arealen avsättas för fri utveckling. Formella reservat inom fastigheten räknas in i dessa 5 %. De övriga är nyckelbiotoper och HCVF. I de statliga skogarna är totalt 18,6 % av marken skyddad, fördelat på naturreservat (1,2 %), skyddade skogar enligt kategori 2 (12,5 %), nyckelbiotoper (1,8 %) och HCVF (3,1 %).

## Små och splittrade avsättningar

En geografisk analys visade att de flesta avsättningarna var små, geografiskt splittrade och ofta fanns i unga och lågproduktiva bestånd. Författarna drar slutsatsen att den nuvarande standarden inte skapar en funktionell naturvård för arter med större områdeskrav. De flesta avsättningarna är mindre än 10 hektar, och många är mindre än 1 hektar. De frivilliga avsättningarna är också mycket mindre än de formella reservaten och skyddsskogen enligt kategori 2, och de bidrar därför bara marginellt till naturvårdsnittan. ■



De flesta värdekärnor är små, < 1 hektar, visar analysen. Här visas fördelningen av biologiskt värdefulla värdekärnor i en GIS-analys där pixlarna är 25 meter breda. Nyckelbiotoperna ingår i de frivilliga avsättningarna.

# Fem procent av hänsynsbiotoperna i ungskog klassade som nyckelbiotoper

**Ett referat av:** Engberg, M. 1997. Naturvärden i skog lämnad vid slutavverkning. En inventering av upp till 35 år gamla förnygringsytor på Sundsvalls arbetsområde, SCA. Examensarbete. Inst. för skoglig resurshushållning och geomatik, Sveriges lantbruksuniversitet. Arbetsrapport 17 1997. Umeå.

Skogar yngre än 35 år undersöktes i ett examensarbete via IR-flygbilder och fältkontroller med avseende på äldre skogspartier som sparats vid avverkning på SCA:s mark. De äldre skogspartierna utgjorde ungefär 2,4 % av ungskogsarealen och bestod till hälften av hänsynsbiotoper och kulturmark medan den andra hälften klassades som trivial skog utan naturvärden. SCA:s rekommenderade nivå på sparad skog vid avverkning är 5 -20 % (1997) och de hittade nivåerna var alltså lägre än detta. "Sumpskog" var den vanligaste typen av hänsynsbiotop. Fem procent av hänsynsbiotoperna klassades som nyckelbiotop och bestod av typerna "Urskogsartad naturskog", "Lövriskog" och "Strandbäckskog". Typen "Urskogsartad naturskog" fanns endast i ringa grad, troligen beroende på att denna typ av områden avverkas när det var tekniskt möjligt eftersom de innehåller höga virkesförråd och har höga ekonomiska värden.



GYLLBERGEN, BORLÄNGE. FOTO LENA GUSTAFSSON, 2003.

# De flesta nyckelbiotoperna är påverkade av skogsbruk

Ett referat av: Ericsson, T. S., Berglund, H. Östlund, L. 2005. Biological Conservation 122, 289-303.

**Trots att nyckelbiotoper är identifierade som biologiskt värdefulla är det få som hyser de strukturer och den biologiska sammansättning de skulle haft om de varit orörda. Mer än 90 % av 15 undersökta nyckelbiotoper i Svärdsjö skogsallmänning, södra Dalarna var påverkade av avverkning och förhindrad brand.**

## Historiska data från södra Dalarna

Denna studie är en av de första som noggrant analyserar nyckelbiotopernas historik och vilken grad av påverkan nyckelbiotoperna har utsatts för. I studien ingick 15 nyckelbiotoper registrerade 1997 (medelstorlek 2,5 hektar) belägna i Svärdsjö allmänningsskog i södra Dalarna.

Allmänningen inrättades på 1860-talet och timmeravverkning startade på 1870-talet. Då handlade det om dimensionsavverkning och uttag av kolningsved i form av avverkningsavfall, vindfällan och döda träd. Före timmerepoken var området någorlunda orört, med undantag för skogsbete och höskörd. Visst svedjebruk hade förekommit men det hade upphört på 1800-talet. Det moderna trakthyggesbruket nådde området på 1930-talet.

Historiken rekonstruerades med hjälp av historiska källor från 1867, 1888, 1946 och 1999. Dessa kompletterades med fältinventering av 12 av nyckelbiotoperna år 2003, där antal träd, stubbar, volymer av stående och liggande död ved, samt nedbrytningsgrader registrerades. Dessutom inventerades mossor, vedlevande svampar och lavar. Nyckelbiotoperna jämfördes med omgivande skog.

Före timmerepoken, 1867, fanns en timmervolym på 46 m<sup>3</sup>/ha, och trädåldern var i genomsnitt 105 år. En femtedel av marken beskrevs som "nyligen bränt" och ytterligare 27 % som kraftigt påverkad av tidigare skogsbränder.

## Dagens nyckelbiotoper var brukad skog

Vad har då hänt i nyckelbiotoperna under de nästan 150 år som har gått sedan skogsbruket startade? Artsammansättningen i nyckelbiotoperna skiljer sig inte från den omgivande skogen, däremot är medelåldern och trädvolymen högre. Det är framför allt efter 1946 som nyckelbiotopernas volymer har sprungit ifrån. Medelåldern var 1999 125 år, jämfört med 90 respektive 93 år 1888 och 1946. Volymen var 175 m<sup>3</sup>/ha 1999 jämfört med 60 respektive 80 m<sup>3</sup> år 1888 och 1946.

Vid inventeringen var knappt 10 % av träden äldre än 200 år, och 80 % var yngre än 150 år. Medelåldern för tallar var 162 år och för granar 104 år.

Stubbar eller andra spår av avverkning hittades i samtliga nyckelbiotoper, i de flesta fanns över 100 stubbar per hektar. Trots att fem nyckelbiotoper hade klassats som orörda i Skogsstyrelsens inventering visade undersökningen att de hade blivit avverkade både i 1888 och 1946 års inventering. I dessa fanns 10-167 stubbar per hektar.

Det fanns en stark negativ korrelation mellan antalet stubbar och död ved ( $r=-0,98-0,63$ ). Eftersom mossor och lavar inventerades på lågor fanns också ett negativt samband mellan antal stubbar och förekomst av moss- och lavar.

Död ved varierade från 1-83 m<sup>3</sup>/ha, och var i medeltal <25 m<sup>3</sup>/ha. Antal arter per yta varierade från 17-42, och rödlistade arter saknades i 7 av de 12 inventerade nyckelbiotoperna.

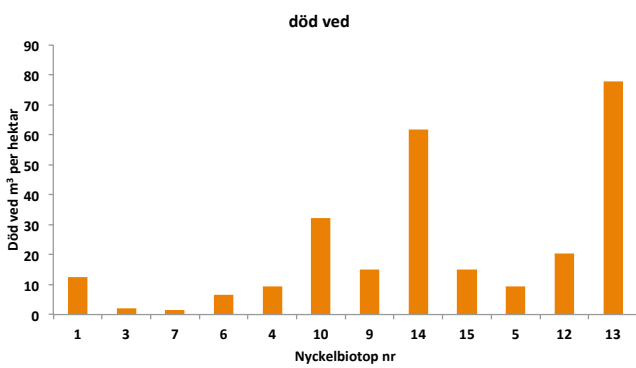
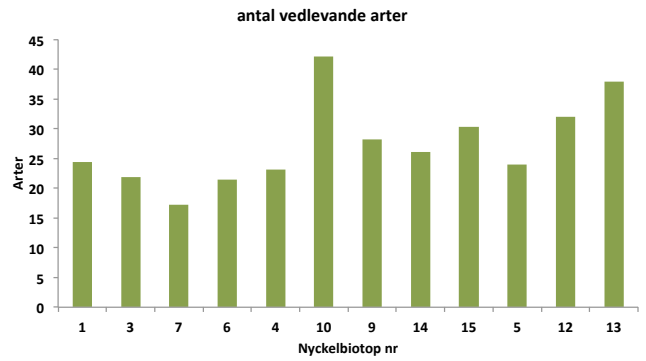
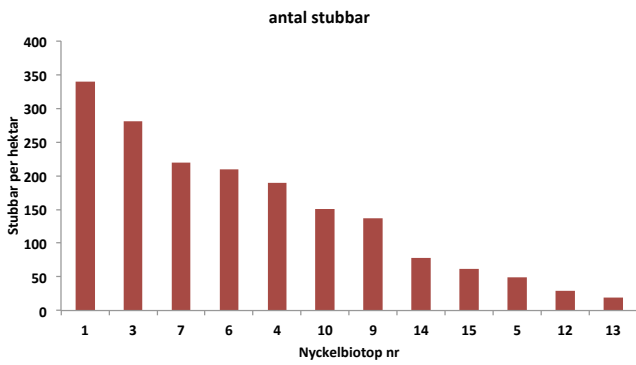
## Stark påverkan av skogsbruk 1871-1888

Kolningen var som mest intensiv vid 1888 års inventering och tyder på en snabb exploatering av området. I genomsnitt var det 380 meter mellan kolbottarna. En slutsats av undersökningen är att nästan hela skogsallmänningen påverkats starkt av skogsbruk mellan 1871 och 1888. Detta var ett exploaterande skogsbruk som efterlämnade ett trasbestånd som var utsatt för storm och snöskador. Kolningen fortsatte och hade en förnyad topp under världskrigen.

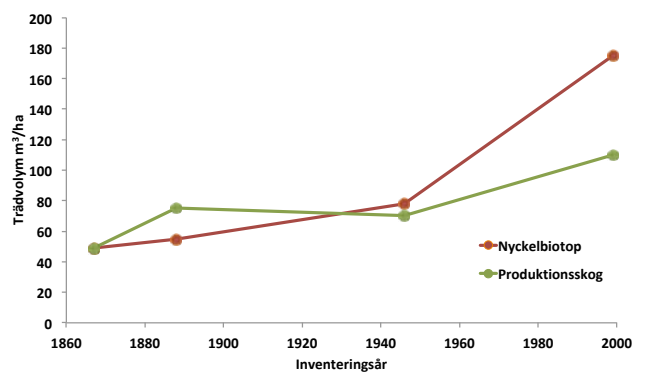
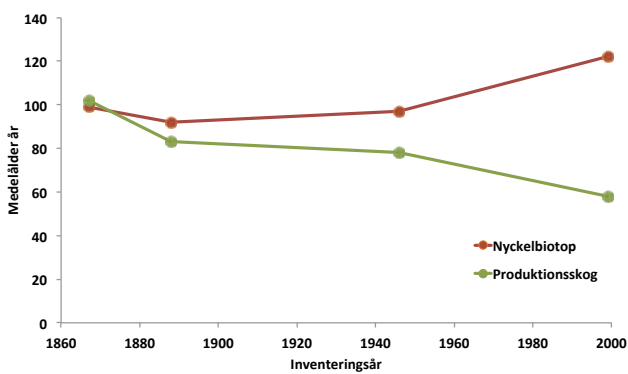
## Nyckelbiotopsvärdena utvecklade efter 1930

De områden som så småningom blev nyckelbiotoper hade sannolikt lämnats eftersom de var svårtillgängliga (bland annat öar, brant eller blockig terräng och fuktig mark). De har också i genomsnitt lägre produktion och sämre markförhållanden än den aktivt brukade skogen. Det var först efter 1930-talet som strukturerna i de nuvarande nyckelbiotoperna började utvecklas. Sedan dess har volym och ålder ökat kraftigt, däremot är dödvedsvolymerna fortfarande betydligt lägre än vad som förväntas i en helt orörd skog. Nyckelbiotoperna når heller inte upp till kraven på rödlistade arter. I de 100 m<sup>2</sup> stora inventeringsrutorna var antalet rödlistade arter oftast noll, medan orörda skogar kan ha omkring 5 arter per motsvarande ruta.

En slutsats är att nyckelbiotoperna inte skiljde sig från omgivande, brukad skog före 1930, och de saknar framför allt kontinuitet i tillförsel av död ved. Däremot är biotoperna värdefulla som framtida restaureringsobjekt. ■



Nyckelbiotoper med många stubbar hade färre vedlevande arter (svampar, lavar och mossor) och mindre död ved.



Nyckelbiotoperna börjar skilja ut sig från de brukade skogarna efter 1930- och 40-talet. Figuren visar medelålder och virkesvolym i nyckelbiotoper och omgivande produktionsskog.

# Aktiv tillförsel av död ved gynnar vedlevande skalbaggar

Ett referat av: Franc, N., Aulén, G. 2008. Hänsynsyta på hygge, förstärkt med död ved, blev "nyckelbiotop" med 39 rödlistade skalbaggsarter. Entomologisk Tidskrift 129, 53-68.

**Genom att koncentrera död ved i solexponerat läge gynnas en lång rad skalbaggsarter. En hänsynsyta som kompletterades med död ved utvecklades till en nyckelbiotop med många rödlistade skalbaggsarter.**

## Studie från östra Småland

Strömsrums gods utanför Mönsterås är välkänt bland entomologer för sin rika fauna. På ett hygge upptaget 1992-1993 hade markägaren lämnat en 0,6 hektar stor hänsynsyta med en gles ridå av 50-70-åriga ekar samt ett par ekhögstubbar. Under åren 1996-2000 fylldes hänsynsytan på med grova stammar och grenar av främst ek, ask och al. Totalt tillfördes cirka 50 kubikmeter död ved till ytan.

År 2000 gjordes en inventering av skalbaggsfaunan i hänsynsytan. Jämförelser gjordes också med fyra andra ytor: det intilliggande hygget (återplanterat med gran), en ekdunge med hagmarksrester, en betesmark med många grova lövträd, samt en lövlund.

## 266 skalbaggsarter

På hänsynsytan hittades 266 skalbaggsarter varav 157 klassades som bark- och vedlevande. Av dessa var 39 rödlistade (kategorier CR, EN och VU). Totalt i alla inventerade ytor hittades 65 rödlistade bark- och vedlevande arter. Endast betesmarken hade fler arter (40), medan fem rödlistade arter hittades på hygget. Betesmarken hade störst likheter med hänsynsytan med hänsyn till mängden grov död ved. Här fanns dock fler hålträd, vilket också speglades i artfångsterna där betesmarken hade fler mulmlevande skalbaggar.

De mest hotade arterna på hänsynsytan var plattad lövvedborre *Xyleborus monographus* (CR), plattbaggen *Cryptolestes duplicatus*, barkbaggen *Colydium filiforme*, barksvartbagge *Corticus fasciatus* och mörkbent kamklobagge *Allecula rhenana* (alla i kategori EN).

## Förvånande resultat

Författarna blev överraskade av de många fynden i hänsynsytan, eftersom detta var en nyskapad miljö i en hyggeskant. Hygget ligger dessutom ett par kilometer bort från de hagmarker som kan betraktas som kärnområden för de ovanliga skalbaggarerna.

Det kan finnas flera förklaringar till hur skalbaggarerna har kommit till ytan. De kan ha funnits i området från början, de kan ha transporterats dit med veden och de kan ha flugit in från närliggande områden.

## Hänsynsytor är en viktig resurs

Författarna understryker att solbelysta hänsynsytor på hyggen är en mycket värdefull resurs för arter som är beroende av död, solbelyst ved. Det är miljöer som annars kan hittas i gamla betesmarker, men som har en mycket större utbredning. En förutsättning är dock tillgång till död ved av rätt sort. Om hänsynsytan ska fortsätta att attrahera vedlevande skalbaggar krävs dock fortsatt tillförsel av död ved. De arter som är beroende av nydöd, färsk, ved riskerar att försvinna utan ny tillförsel eftersom veden upplevs som "färsk" bara under ett-två år. ■



Förstärkning med död ved kan ge goda resultat för insektsfaunan. Foto från ekkyrkogård vid Halltorps hage, Öland, Mats Hannerz.

# Områden med många nyckelbiotoper bör prioriteras för skydd om syftet är att långsiktigt gynna vedlevande ekskalbaggar

**Ett referat av:** Franc, N., Götmark, F., Økland, B., Nordén, B., Paltto, H. 2007. Factors and scales potentially important for saproxylic beetles in temperate mixed oak forest. *Biological Conservation* 135, 86-98.

## Det omgivande landskapet har stor betydelse för förekomsten av vedlevande skalbaggar på en lokal. Det konstaterades i en studie av 21 ädellövdominerade skogar i mellersta Götaland.

### Tjugoen ekdominerade naturvårdsskogar

Studien ingår i ett större forskningsprojekt om mångfalden i ekdominerade lövskogar i södra Sverige. I denna artikel analyseras betydelsen av landskapsfaktorer för förekomsten av vedlevande skalbaggar på främst ek. Studielokalerna är spridda i mellersta Götaland, från Västergötland i väster till Öland i öster.

I 21 ekdominerade skogar (nyckelbiotoper och reservat) inventerades skalbaggar med hjälp av fönsterfällor under två säsonger. Artsammansättningen jämfördes sedan med ett stort antal variabler både för den enskilda biotopen och det omgivande landskapet. För de enskilda lokalerna ingick till exempel krontäckning, förekomst av död ved och grundyta för levande träd. Landskapsvariablerna tog hänsyn till landskapet på nära håll (1 km) och längre håll (10 km). Här samlades bland annat uppgifter in om andel barrskog, lövskog, jordbruksmark och förekomst av andra nyckelbiotoper, med eller utan ekdominans.

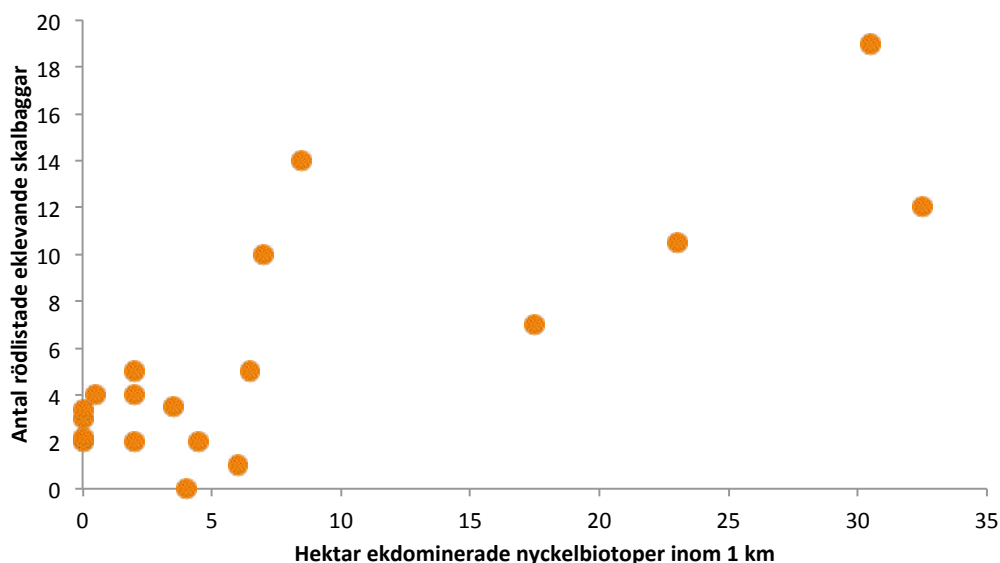
Totalt samlades 730 skalbaggsarter in, varav 239 var vedlevande arter knutna till ek. Av dessa var 41 rödlistade (2000 års version). Variationen var stor mellan lokaler, från 0-19 rödlistade arter per nyckelbiotop.

### Nyckelbiotoper och död ved i omgivande landskap

Med regressionsanalys kunde de viktigaste landskaps- och beståndsfaktorerna identifieras. För den totala artrikedomen och mängden rödlistade arter knutna till ek var förekomst av andra ekdominerade nyckelbiotoper viktigast (nyckelbiotop inom 1 km). Liknande resultat uppnåddes när nyckelbiotopsförekomsten byttes ut mot mängden död ekved i landskapet. Landskapsfaktorerna var viktigare än de variabler som samlades in i de enskilda biotoperna.

### Prioritera nyckelbiotoper i områden med täthet av värdefull natur

Studien visade att förekomsten av död ved i landskapet och om det finns andra nyckelbiotoper inom en kilometer är viktiga för artrikedomen. Författarna drar därför slutsatsen att områden med många samlade värdefulla lokaler bör prioriteras för skydd. I små och isolerade bestånd riskerar skalbaggsfaunan att på sikt försvinna om det inte finns något utbyte med det närliggande landskapet. ■



Sambandet mellan rödlistade eklevande arter och förekomst av nyckelbiotoper inom 1 km radie.

# Svårt avgränsa nyckelbiotoper i Norge där det finns mycket gammal produktionsskog

Ett referat av: Gjerde, I., Sætersdal, M., Rolstad, J., Blom, H.H., Storaunet, K.O. 2004. Fine-scale diversity and rarity hotspots in Northern forests. Conservation Biology 18, 1032-1042.

**I en studie från Norge framkom att rödlistade arter är ganska jämnt utspridda i såväl relativt intakta skogslandskap som i äldre skog i produktionskogslandskap. I Norge är en ganska stor del av produktionskogarna gamla och det kan därför vara tveksamt att tillämpa nyckelbiotopsbegreppet i detta land.**

## Relativt intakta skogslandskap och produktionskogslandskap

Studien utfördes i 6 relativt intakta skogslandskap och i 9 produktionskogslandskap, spridda över Norge. I dessa undersöktes förekomsten av makrolavar (busk- och bladlavar), mossor, kärlväxter och vedsvampar i mer än 1000 stycken 50 x 50 m stora provytor i äldre skog. En rad olika miljövariabler registrerades också. Äldre skog dominerade i de intakta skogslandskapen och i produktionskogslandskapen ingick enbart mer än 60 år gamla skogar.

## Svag koncentration av rödlistade arter

Totalt hittades 1295 arter och av dessa var 62 stycken rödlistade. Rödlistade arter hittades i 50 % av provytorna i de relativt intakta skogslandskapen och i 18 % i produktionskogslandskapen. Flest arter hittades i lövskogar och granskogar. I båda typerna av landskap var de rödlistade arterna till viss del koncentrerade till vissa platser. I de 5 % provytor som var mest rika på rödlistade arter i de relativt intakta landskapen fanns 59 % av de rödlistade arterna jämfört med 56 % i 5 % slumpvisa

provytor. Motsvarande för produktionskogslandskapen var 55 % respektive 44 %.

## Nyckelbiotopsbegreppet kan vara tveksamt i norska skogar

Författarna uttrycker tveksamhet till att tillämpa nyckelbiotopsbegreppet i Norge eftersom en ganska stor andel av produktionskogarna utgörs av relativt gammal skog. Deras studier visar tydligt att det kan vara svårt att avgränsa mindre områden med särskilt höga förekomster av rödlistade arter i sådana miljöer. Det kan dock vara mer motiverat att arbeta med nyckelbiotoper i mer fragmenterade produktionskogslandskap, så som är fallet i Sverige där de gamla skogarna är färre och mer uppsplittrade.

## Olika skogstyper behövs

Om urvalet av nyckelbiotoper framförallt baseras på mängden rödlistade arter kan detta leda till att vissa naturvärden missas. Det blir då en slagsida mot de skogstyper som har mycket rödlistade arter medan de skogstyper som har färre och unika arter riskerar att missas. Författarna poängterar därför att man vid kartläggning måste beakta hur olika skogstyper kompletterar varandra.

## En fjärdedel av arterna på fem procent av ytan

Enligt författarnas beräkning fångas 20–25 % av de rödlistade arternas förekomster upp i de 5 % mest rika delarna av skogslandskapen. ■

I denna norska undersökning var de rödlistade arterna ganska jämt spridda i landskapen. En svag koncentration fanns dock till vissa delar, mest utpräglad i de mer intensivt brukade landskapen, dvs. i produktionskogslandskapen. I dessa ingick skogar äldre än 60 år. Procentsiffran visar hur stor andel av alla rödlistade arter i studien som återfanns i de olika typerna av provytor.

	5 % provytor med mest rödlistade arter	5 % slumpvisa provytor
Relativt intakta skogslandskap	59 %	56 %
Produktionskogslandskap	55 %	44 %



# Rödlistade mossor och lavar hittades i 70 % av nyckelbiotoperna

Ett referat av: Gustafsson, L., de Jong, J., Norén M. 1999. Evaluation of Swedish woodland key habitats using red-listed bryophytes and lichens. *Biodiversity and Conservation* 8, 1101-1114.

**En inventering av rödlistade mossor och lavar gjordes i slutet av 1990-talet för att se om nyckelbiotoperna uppfyllde definitionen att innehålla rödlistade arter. Rödlistade arter hittades i 70 % av nyckelbiotoperna. Signifikant fler arter fanns i norra än i södra Sverige och i biotopskyddsområden jämfört med formellt oskyddade nyckelbiotoper.**

## Uppfyller nyckelbiotoperna definitionen?

Detta var utgångspunkten för studien som gjordes i slutet av 1990-talet. Enligt definitionen vid den tiden skulle det finnas rödlistade arter i nyckelbiotoperna, men ingen undersökning hade visat om detta var fallet. Ett 120-tal nyckelbiotoper valdes därför slumpvis ut runt landet, alla på privatskogsmark. I det slutgiltiga urvalet fanns 77 nyckelbiotoper och 40 biotopskyddsområden med en medelstorlek på två hektar. Samtliga inventerades på rödlistade mossor och lavar genom att experter gick över dem i 10 meter breda, intilliggande, band så att alla ytor genomsöktes. Som förekomstplats räknades en yta på 10 x 10 meter. Genom en så noggrann kartläggning kunde inte bara antalet rödlistade arter per nyckelbiotop beräknas utan också deras mängd.

## Majoriteten hade rödlistade arter

Det visade sig att 70 % av nyckelbiotoperna hade minst en rödlistad art. Totalt hittades 21 arter rödlistade mossor och 55 rödlistade lavar. 90 % av lavarna var epifyter, dvs. sådana som växer på levande träd, jämfört med 25 % för mossorna. För mossorna var även bergbranter och stenar ett vanligt substrat (30 % av förekomsterna). De arter som hittades utgjorde kring 30 % av de rödlistade mossorna och lavarna på den tidens rödlista. Medelantalet arter per nyckelbiotop var 0,7. Medelantalet fynd (förekomst i 10 x 10 m-rutor) var 2,7 för mossorna och 7,6 för lavarna. De arter som fanns i flest nyckelbiotoper var liten punktlav *Acrocordia cavata* (11 nyckelbiotoper), bokvårtlav *Pyrenula nitida* (10), violettgrå tagellav *Bryoria nadvornikiana* (8), vedtrappmossa *Anastrophyllum hellerianum* (94), asphättemossa *Orthotrichum gymnostomum* (74) och bokfjädermossa *Neckera pumila* (24). Av dessa är liten punktlav och asphättemossa numera borttagna från rödlistan.

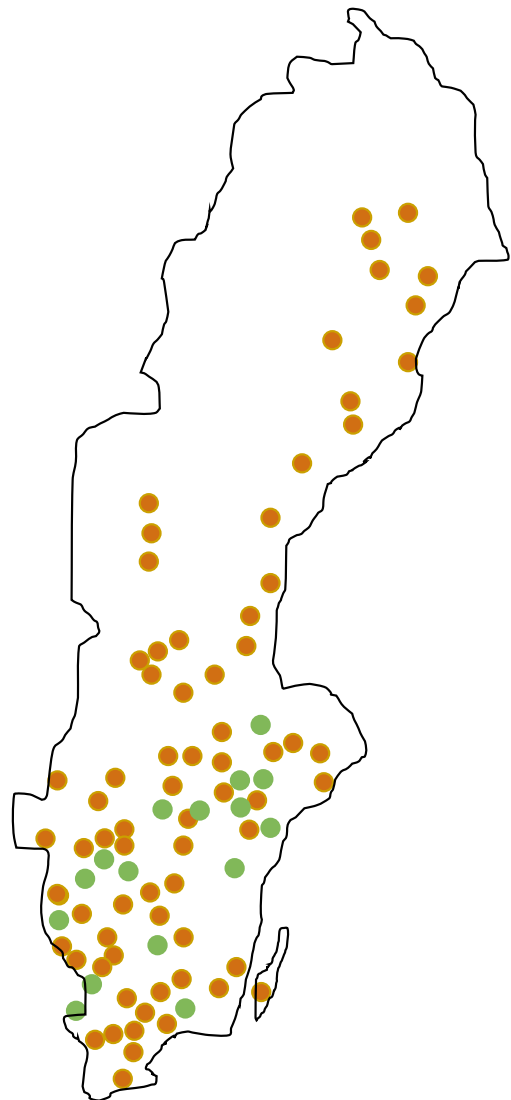
## Mer lavar i norra än södra Sverige

Medelantalet rödlistade lavar per nyckelbiotop var signifikant högre i norra (3,3) än i södra Sverige (1,7) medan ingen skillnad fanns för mossorna. Lavarnas rikedom i norr var oväntad eftersom fler arter på rödlistan hör hemma i södra än norra delen av landet. Författarna framför flera tänkbara förklaringar, t.ex. att nyckelbiotoperna var något större i norr, att inventeringen kan ha gjorts mer restriktivt och att skogarna var mer

opåverkade av skogsbruk i denna landsända. Biotopskyddsområdena hade signifikant fler rödlistade arter än nyckelbiotoperna (3,1 i medeltal jämfört med 1,6). Även om mycket rödlistade arter hittades så förekom de på en liten andel av nyckelbiotopernas yta. De 10 x 10 m-rutor där rödlistade arter hittades utgjorde bara 4-5 % av nyckelbiotopernas totala yta.

## Jämförelser med produktionsskog är angelägen

Författarna drar slutsatsen att kunskapen om nyckelbiotopernas innehåll av rödlistade arter är värdefull men att den är svår att värdera eftersom motsvarande information inte finns för produktionsskog. ■



Cirka 120 nyckelbiotoper runt landet inventerades på rödlistade mossor och lavar. Rödbruna prickar är en nyckelbiotop, gröna är flera.

# Bara en rödlistad kärlväxt hittades i 25 nyckelbiotoper

Ett referat av: Gustafsson, L. 2000. Red-listed species and indicators: vascular plants in woodland key habitats and surrounding production forests in Sweden. *Biological Conservation*, 92, 35-43.

**En jämförelse gjordes av kärlväxter (rödlistade arter och signalarter) mellan nyckelbiotoper och produktionsskog, genom bältestaxering i skogslandskap i Uppland och Småland. Endast en rödlistad art, granbräken, hittades. Totala antalet förekomster av signalarter skilde sig inte åt mellan nyckelbiotoper och produktionsskog, varken i Uppland eller Småland.**

## Studie i Uppland och Småland

I ett område på 20 x 25 km i Roslagen, Uppland, och 20 x 30 km nära Aneby, Småland, slumpades 10 respektive 15 nyckelbiotoper ut med en storlek mellan 0,5 och 5 hektar. Tjugo 500 x 500 m stora provytor slumpades också ut i vardera område. Kärlväxter, såväl rödlistade som signalarter, registrerades i 10 m breda, intilliggande, bälten över hela nyckelbiotoperna och i kanterna av storrutorna. Totala inventerade ytan nyckelbiotop var i Uppland 27 hektar och i Småland 17 hektar. Fyrtio hektar produktionsskog inventerades i båda landskapen.

## Granbräken var den enda rödlistade kärlväxten

Endast en rödlistade art, granbräken *Dryopteris cristata*, hittades, i en nyckelbiotop i Uppland och en i Småland. Den är numera borttagen från rödlistan. De vanligaste signalarterna var blåsippan *Hepatica nobilis* och ormbär *Paris quadrifolia*. I Uppland hittades sex arter enbart i nyckelbiotoper och tre enbart i produktionsskog medan motsvarande siffror för Småland var tio och tre.

## Mycket små skillnader i förekomster mellan nyckelbiotoper och produktionsskog

Totala antalet förekomster skilde sig inte åt mellan nyckelbiotoper och produktionsskog, varken i Uppland eller Småland. Trolldruva *Actaea spicata* var den enda art som var signifikant vanligare i nyckelbiotoperna, i Uppland. Om jämförelser gjordes mellan nyckelbiotoper och enbart gammal produktionsskog så var lundelm *Elymus caninus* vanligare i nyckelbiotoper i Småland och ormbär vanligare i produktionsskog i Småland.

## Skötsel kan behövas

Många av kärlväxterna, såväl rödlistade som signalarter, gynnas av ljusinsläpp och var vanligare i halvöppna än i mörka, slutna skogar. Dessa arter gynnades av tidigare markanvändning som skapade öppnare, mer luckiga skogar. Författaren framför därför att viss skötsel av nyckelbiotoper skulle vara gynnsamt för många av kärlväxterna. ■

Data från samma undersökning redovisas också i:

Gustafsson, L. 2002. Presence and abundance of red-listed plant species in Swedish forests. *Conservation Biology* 16, 377-388

Gustafsson, L., Hylander, K., Jacobson, C. 2004. Uncommon bryophytes in Swedish forests—key habitats and production forests compared. *Forest Ecology and Management* 194, 11-22.

Johansson, P., Gustafsson, L. 2001. Red-listed and indicator lichens in woodland key habitats and production forests in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research* 31, 1617-1628.



Endast en rödlistad kärlväxt hittades i de 25 nyckelbiotoperna, granbräken (*Dryopteris cristata*). Foto Kristian Peters, Wikipedia commons.

# Fler rödlistade arter i nyckelbiotoper än i produktionsskog

Ett referat av: Gustafsson, L. 2002. Presence and abundance of red-listed plant species in Swedish forests. Conservation Biology 16, 377-388.

**Data från flera publicerade studier med jämförelser mellan nyckelbiotoper och produktionsskog analyserades tillsammans. Betydligt fler rödlistade arter registrerades i nyckelbiotoperna trots att de hade avsevärt mindre yta än produktionsskogen.**

## Tre områden i södra Sverige

Undersökningen utfördes väster om Uppsala, i Roslagen och sydost om Vättern. Rödlistade kärlväxter, mossor och lavar inventerades i 10 m breda transekter utlagda i kanterna av 0,5 x 0,5 km eller 1 x 1 km stora provytor i produktionsskogslandskap (totalt 135 ha). Arterna registrerades också i trettiofem nyckelbiotoper genom intilliggande transekter så att hela nyckelbiotoperna täcktes (63 ha).

## En del arter dominerade

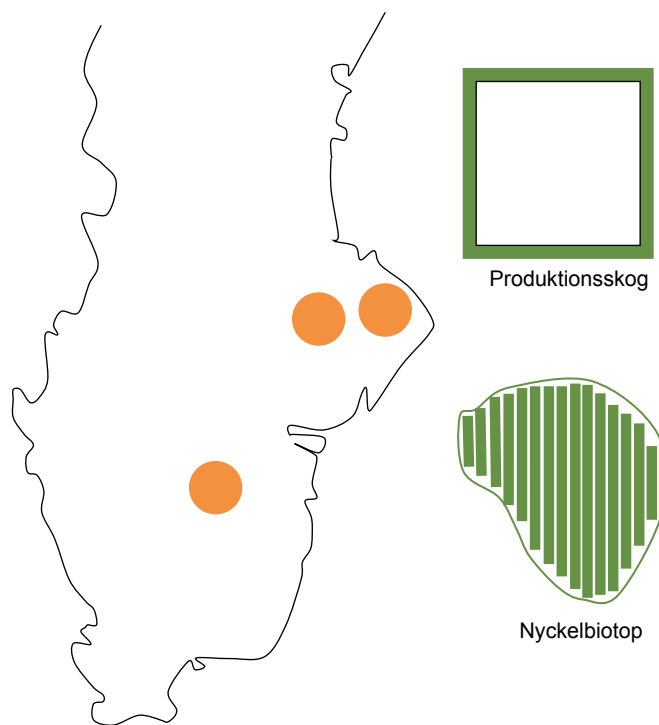
Trettiosju stycken rödlistade arter hittades, varav en kärlväxt (granbräken *Dryopteris cristata*), 12 mossor och 24 lavar. De utgjorde 22 % av alla rödlistade arter i dessa artgrupper i länen där undersökningen utfördes. Rödlistade arter hittades i 94 % av alla nyckelbiotoper och i 86 % av rutorna i produktionsskogslandskapen. En del arter dominerade kraftigt och de vanligaste arterna i nyckelbiotoperna (liten punktlav *Acrocardia cavata*, grön sköldmossa *Buxbaumia viridis*, asphättemossa *Orthotrichum gymnostomum*) utgjorde 55 % av alla fynd i denna kategori. Motsvarande var 67 % i produktionsskogslandskapen där de tre vanligaste arterna var *Acrocardia cavata*, platt spretmossa *Herzogiella turfacea* och *Orthotrichum gymnostomum*.

## Nyckelbiotoperna generellt rikare än produktionsskogarna

Fyrtio procent fler rödlistade arter registrerades i nyckelbiotoperna trots att de hade mindre än hälften så stor yta som produktionsskogen. För alla arter tillsammans var tätheten (antalet fynd per ytenhet) högre i nyckelbiotoper jämfört med produktionsskog i alla åldrar. Tätheten av rödlistade lavar var högre i nyckelbiotoper än i produktionsskogar i två av tre områden, även vid jämförelse med enbart äldre produktionsskog. För rödlistade mossor fanns bara en signifikant skillnad; de hade högre täthet i nyckelbiotoperna jämfört med produktionsskog i alla åldrar i ett av de tre undersökningsområdena.

## Mest fynd i äldre skog

I produktionsskogen fanns 70 % av fynden i den avverkningsmogna skogen, 21 % i medelålders skog, 5 % i ungskog och 3 % på hyggen. Detta innebär att de rödlistade arterna var relativt sett vanligast i den avverkningsmogna skogen. Fördelningen av skogen på olika åldersklasser var 42-45 % avverkningsmogen skog, 19-34 % medelålders skog, 11-19 % ungskog och



Undersökningen utfördes i tre områden i södra Sverige (orangea prickar). I produktionsskogen inventerades transekter i kanterna utmed slumpvis utvalda rutor, 500 x 500 m eller 1 x 1 km stora. Hela nyckelbiotoperna genomsöktes i transekter.

11-14 % hyggen, beroende på studieområde.

## Nyckelbiotoper och produktionsskogar viktiga

Författaren påpekar att vid bevarande av skogsarter bör såväl nyckelbiotoper som produktionsskog beaktas. Många fynd gjordes på död ved och lövträd vilket visar vikten av en god tillgång på dessa substrat. ■

Data från samma undersökning redovisas också i:

Gustafsson, L. 2000. Red-listed species and indicators: vascular plants in woodland key habitats and surrounding production forests in Sweden. Biological Conservation 92, 35-43.

Gustafsson, L., Hylander, K., Jacobson, C. 2004. Uncommon bryophytes in Swedish forests—key habitats and production forests compared. Forest Ecology and Management 194, 11-22.

Johansson, P., Gustafsson, L. 2001. Red-listed and indicator lichens in woodland key habitats and production forests in Sweden. Canadian Journal of Forest Research 31, 1617-1628.

# Nyckelbiotoperna rikare på rödlistade mossor i ett av två områden

Ett referat av: Gustafsson, L., Hylander, K., Jacobson, C. 2004. Uncommon bryophytes in Swedish forests—key habitats and production forests compared. *Forest Ecology and Management*, 194, 11-22.

**Antalet fynd av mossor (rödlistade och signalarter) var högre i nyckelbiotoper än i produktionsskog i ett av två undersökta områden i sydöstra Sverige. Ett positivt samband fanns mellan rödlistade arter och signalarter i nyckelbiotoperna.**

## Ett område i Roslagen och ett i Småland

Nyckelbiotoper och 500 x 500 m rutor i produktionsskog slumpades ut i ett område i Roslagen, Uppland (20 x 25 km) och i ett i Småland, i trakten av Aneby (20 x 30 km). Hela nyckelbiotoperna söktes igenom i transekter och i kanterna i produktionsskogsrutorna. Lavar (rödlistade och signalarter) registrerades.

## Nyckelbiotoperna hade mer rödlistade mossor än produktionsskogarna i Roslagen

Antalet fynd per hektar av rödlistade mossor liksom signalarter var signifikant högre i Roslagens nyckelbiotoper än i produktionsskogarna. I Småland fanns ingen skillnad för de rödlistade arterna men nyckelbiotoperna var rikare på signalarter. Om jämförelser istället gjordes mellan nyckelbiotoperna och uppvuxna produktionsskogar (>15 m medelhöjd) så hade nyckelbiotoperna inte fler fynd av rödlistade mossor. Ett positivt samband fanns mellan signalarter och rödlistade arter för data från de båda områdena tillsammans, såväl för antalet arter som antal fynd.

## Asphättemossa och grön sköldmossa vanligast

Tolv rödlistade mossor hittades totalt och detta var ungefär 35 % av alla rödlistade mossor i de båda landskapen. Två rödlistade mossor var särskilt vanliga. I Roslagens nyckelbiotoper hittades asphättemossa *Orthotrichum gymnostomum* på 66 platser (en plats var en 10 x 10 m ruta) och i Smålands produktionsskogar hittades grön sköldmossa *Buxbaumia viridis* på 21 platser. Asphättemossan växer på asp och detta trädslag är vanligt i Roslagen. Grön sköldmossa växer på döda liggande träd och i

de småländska produktionsskogarna hittades den på gallringsstubbar i granskogar. Både asphättemossa och grön sköldmossa är numera borttagna från Rödlistan.

## Viktigast för praktiken att utgå från strukturer

De 50 fynd av rödlistade mossor som gjordes i produktionsskogarna är knappast kända för markägarna. Det är orealistiskt att inventeringar kommer att utföras som kartlägger rödlistade arter i produktionsskogar. Författarna anser därför att vid inventeringar och urval av områden för avsättningar är det bäst att fokusera på strukturer som man vet är viktiga för rödlistade arter, som död ved, gamla träd och ovanliga trädslag. ■

Data från samma undersökning redovisas också i:

Gustafsson, L. 2000. Red-listed species and indicators: vascular plants in woodland key habitats and surrounding production forests in Sweden. *Biological Conservation* 92, 35-43.

Gustafsson, L. 2002. Presence and abundance of red-listed plant species in Swedish forests. *Conservation Biology* 16, 377-388.

Johansson, P., Gustafsson, L. 2001. Red-listed and indicator lichens in woodland key habitats and production forests in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research* 31, 1617-1628.



Grön sköldmossa (*Buxbaumia viridis*), var en av de vanligaste rödlistade arterna i undersökningsområdet i Småland. Foto Hermann Schachner, Wikipedia commons.

Uppgifter om storlek, fynd och antal av arter i nyckelbiotoperna och produktionsskogarna i Roslagen och Småland.

	Nyckelbiotoper		Produktionsskogar	
	Roslagen	Småland	Roslagen	Småland
Inventerad areal	27 ha	17 ha	37 ha	37 ha
Antal fynd rödlistade arter och signalarter	483	108	136	92
Antal rödlistade arter	7	4	4	4
Asphättemossa <i>Orthotrichum gymnostomum</i>	66	0	16	3
Grön sköldmossa <i>Buxbaumia viridis</i>	2	3	2	21

# Metod för övervakning av biologisk mångfald i nyckelbiotoper

Ett referat av: Gustafsson, J. 2001. Miljöövervakning av biologisk mångfald i nyckelbiotoper. Meddelande 5 – 2001. Skogsstyrelsen. Jönköping.

I denna rapport från början av 2000-talet redovisas den metod som används i Skogsvårdsorganisationens nationella miljöövervakning av biologisk mångfald i nyckelbiotoper. Dessutom redovisas sammanställningar av data från år 2000. Undersökningen är tänkt att upprepas vart femte år med avseende på arter och vart tionde år med avseende på beståndsvariabler. Sextiosju indikatorarter har valts ut: 29 lavar, 20 svampar, 13 mossor och 5 kärlväxter. Nyckelelement som grova levande träd, grova torrträd, grova högstubbar och grova lågor registreras också. Objekten har valts ut med hänsyn till storlek (0,5–5,0 ha), biototyp, läge i landet och skötsel aspekter. Elva biotyper finns representerade. Totalt undersöktes 491 objekt under fältsäsongen år 2000 och indikatorarter registrerades i

84 % av nyckelbiotoperna. I en fjärdedel av nyckelbiotoperna hittades tre eller fyra indikatorarter. Lunglav *Lobaria pulmonaria* var den art som hittades i flest objekt (en tredjedel). Mellan 11 och 50 stycken nyckelelement hittades i hälften av objekten. Grandominerad barrnaturskog hade störst volym lågor (20 m<sup>3</sup>sk/ha). Bland rödlistade arter som registrerades hörde parknål *Chaenotheca hispidula*, blekskaftad nällav *Chaenotheca cinerea*, reliktböck *Nothorina punctata* och ekoxe *Lucanus cervus*. De senaste fem åren hade skötsel för att gynna naturvärden bedrivits i 35 % av objekten. Undersökningen kan i framtiden ge svar på frågan om skydd av nyckelbiotoper bidrar till att bevara den biologiska mångfalden. ■



BROARYD, LÅNGAREKULL, SMALAND. N3946-1996, ÖRTRIK ALLUND-STRANDSKOG,  
FOTO LENA GUSTAFSSON, 2017

# Högre täthet av stora träd och död ved i små än stora reservat

Ett referat av: Götmark, F., Thorell, M. 2003. Size of nature reserves: densities of large trees and dead wood indicate high value of small conservation forests in southern Sweden. *Biodiversity and Conservation* 12, 1271-1285.

**Små reservat har större mängder stora träd och död ved per ytenhet än stora reservat. Detta framkom i en fältundersökning av 49 reservat i sydvästra Götaland. Ju större reservaten var, desto oftare användes friluftsliv som huvudmotiv för deras inrättande. En litteraturstudie visade att små områden kan ha höga värden, särskilt för kärlväxter. En övergripande slutsats var att nyckelbiotoper och små reservat är viktiga för den biologiska mångfalden.**

## Fältundersökning, analys av Skogsstyrelsens nyckelbiotopsdatabas och litteraturstudie

Fyrtionio skogsdominerade reservat i sydvästra Götaland (5 - 225 ha stora) valdes slumpvis ut från alla reservat i området (383 stycken). I dessa lades transekter med 25 m bredd ut och grova träd (>41 cm i brösthöjdsdiameter), lågor och torrträd (>16 cm) registrerades. För de 383 reservaten listades motiven för deras inrättande, baserat på dokument från myndigheter. Alla lövskogsdominerade nyckelbiotoper i området (3 653 stycken) valdes ut för analys från Skogsstyrelsens databas. En litteratursammanställning gjordes av forskning kring små områdens biologiska mångfald, med fokus på skalbaggar, kärlväxter och fåglar.

## Strukturer, storlekar och motiv

Sammanlagt registrerades 3 030 stora träd och 2 852 lågor och torrträd i de 49 reservaten. Det fanns ett tydligt samband mellan tätheten av grova levande träd och döda träd och reservatens storlek: ju mindre reservat, desto högre täthet. Nittiofem procent av de lövdominerade nyckelbiotoperna var mindre än 8 ha stora. Friluftsliv var det vanligaste motivet för skapande av de 383 reservaten och detta motiv ökade med reservatens storlek.

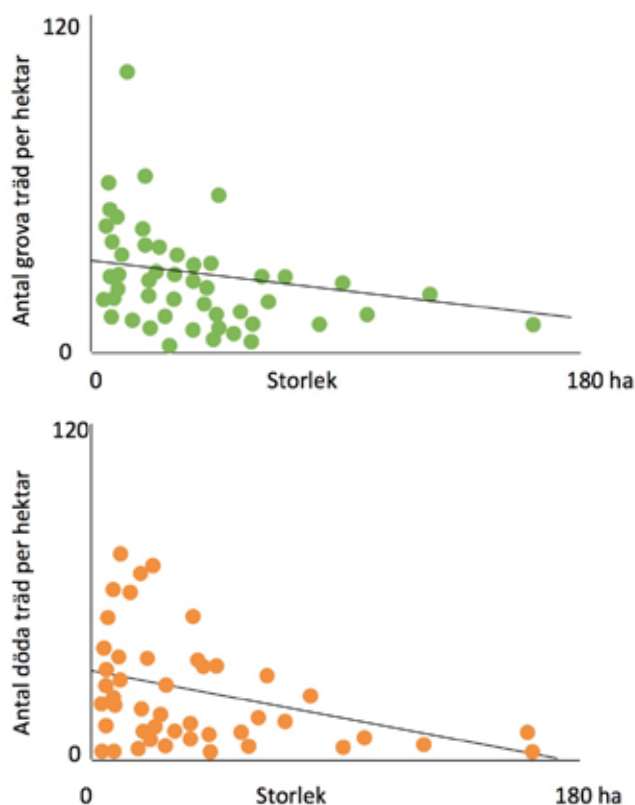
## Litteraturen ger stöd för värdet av små områden

De flesta studier som ingick i litteraturanalysen var gjorda i jordbruksdominerade landskap (t ex USA, Storbritannien) och produktionsskogslandskap (Sverige, Finland). En generell slutsats som författarna drog var att små områden i sedan länge fragmenterade landskap ofta har en rik flora men att värdet för

skalbaggar och fåglar beror på skogens ålder och landskapets struktur. De hittade inga indikationer på att små områdens biologiska mångfald skulle vara utarmad.

## Både små och stora områden behövs

Författarna anser att både små och stora områden behövs för att bevara den biologiska mångfalden. Landskap med många små nyckelbiotoper bör kompletteras med buffertzoner, korridorer och andra naturvårdsåtgärder. ■



Antalet grova träd (41 cm och grövre) och grov död ved (16 cm och grövre) per ha minskade med reservatens storlek. Små områden hade alltså högre tätheter av dessa strukturer än stora områden.

# De flesta av skogsägarna upplevde ingen konflikt med myndigheten

Ett referat av: Götmark, F. 2009. Conflicts in conservation: Woodland key habitats, authorities and private forest owners in Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research 24, 5014-514.

**I en enkät besvarad ett 100-tal privata skogsägare i Kalmar och Östergötlands län år 2007 framkom att en tiondel upplevde en pågående konflikt med myndigheten om sina nyckelbiotoper. Gemensamt för de kritiska skogsägarna var att de var yngre, hade mer nyckelbiotoper och en generellt mer negativ inställning till naturvård jämfört med de som inte upplevde konflikt.**

## Enkätundersökning i Kalmar och Östergötlands län

En enkät med 30 frågor skickades år 2007 ut till 132 privata skogsägare i Kalmar och Östergötlands län och 77 % svarade (102 stycken). Skogsägarna hade nyckelbiotoper på sina marker (produktiv skogsmark, > 1 ha stora) med en medelstorlek på ungefär 7 ha. Medelstorleken på deras fastigheter var ungefär 220 ha, deras medelålder var ungefär 60 år och 73 % var män.

## 70 % upplevde ingen konflikt med myndigheten

Sjuttio procent av de svarande hade haft kontakt med Skogsstyrelsen om sina nyckelbiotoper. Av de drygt 100 skogsägare som svarade upplevde 12 stycken en pågående konflikt med myndigheten och ungefär lika många (11 stycken) uppgav att de hade haft en konflikt men att den nu var löst. Femtiotre procent upplevde inga problem och 14 % beskrev relationen som god. De som beskrev sin relation till myndigheten som en pågående eller löst konflikt (23 skogsägare) fick ange vad som var orsaken till detta. Främsta anledningen var att de inte fick avverka och ett allmänt missnöje fanns också med regelverket och med möjligheten till ersättning. De besökte också sina nyckelbiotoper oftare än de som inte upplevde konflikt. Kanske berodde detta på att de utövade ett mer aktivt skogsbruk. Endast 5 stycken skogsägare var kritiska till attityden hos Skogsstyrelsens personal.

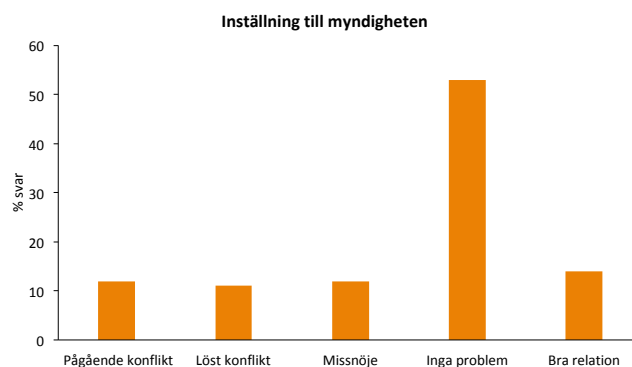
## Yngre skogsägare med mycket nyckelbiotoper upplever konflikt

De skogsägare som upplevde eller hade upplevt en konflikt med myndigheten skiljde sig på ett flertal sätt från de som inte beskrev sin relation till myndigheten som konfliktfylld. De var i genomsnitt 8 år yngre, hade större areal nyckelbiotoper, och hade en mer negativ inställning generellt till naturvård liksom till nyckelbiotoper i allmänhet. Båda grupperna (konflikt- ej

konflikt) hade dock ungefär samma grad av certifiering och hade deltagit ungefär lika mycket i naturvårdsutbildningar. De som upplevde konflikt hade större skogsfastigheter och var därför sannolikt mer beroende av skogen som inkomstkälla, något som författaren framhåller som en viktig förklaring. De som var medlemmar i en skogsägarförening (i detta fall framförallt Södra) hade en mer positiv inställning till nyckelbiotoper än de som inte var anslutna. Detta kan eventuellt bero på att skogsägarföreningens personal sköter en stor del av kontakten med myndigheten.

## Större flexibilitet efterlyses

Författaren anser att det är önskvärt med större flexibilitet i myndighetens hantering av nyckelbiotoper, liksom mer kontakt mellan personalen och skogsägarna. Mer naturvårdsutbildning riktad till skogsägarna behövs också liksom utökad rådgivning från Skogsstyrelsen. ■



Ungefär 70 % av de cirka 100 skogsägare som svarade på enkäten upplevde inga problem i kontakten med Skogsstyrelsen eller beskrev relationen som god. Tolv procent upplevde en pågående konflikt och ungefär lika stor andel hade haft en konflikt men den hade lösts.

# Naturvårdsgallring – ny metod för att gynna biologisk mångfald

Ett referat av: Götmark, F. 2013. Habitat management alternatives for conservation forests in the temperate zone: Review, synthesis, and implications. *Forest Ecology and Management* 306, 292-307.

**I mer än 15 år har forskning vid Göteborgs universitet skett om naturvårdsinriktad skötsel i ett 25-tal ekdominerade skogar, varav 15 nyckelbiotoper, i södra Sverige ("Ekprojektet"). Baserat på denna forskning och en noggrann litteraturgenomgång föreslås fyra alternativ till skötsel. Naturvårdsgallring är en ny skötselform som skiljer sig från vanlig gallring genom att fokus ligger på att lämna kvar träd och skapa en beståndsstruktur som gynnar den biologiska mångfalden.**

## Ekprojektet vid Göteborgs universitet

Ekprojektet vid Göteborgs Universitet startade år 2000 som ett långsiktigt forskningsprojekt med syfte att förbättra kunskapen om hur ekrika blandskogar kan skötas för i första hand naturvård och biologisk mångfald. I 25 igenväxande naturvårdsskogar (15 nyckelbiotoper och 10 reservat) i fem län utfördes gallring på en del av ytan och en opåverkad del behölls för jämförelse. Till huvudresultat från projektet hör att gallring utförd för naturvård oftast gynnar den biologiska mångfalden. Örter och gräs, markmossor, lavar på död ved och såväl stora som små ekar reagerar positivt medan snäckor och sniglar och basidiesvampar på död ved verkar missgynnas.

## Stor litteratursammanställning

Författaren valde ut 150 vetenskapliga artiklar från ett första urval av mer än 2 000 stycken, inriktade mot träd, buskar och strukturer i tempererade skogar, dvs. samma region som Sveriges sydsvenska lövskogar tillhör. De flesta studierna kom från Europa (49 %) och Nordamerika (38 %). Ett huvudresultat var identifiering av fyra skötselalternativ för skogar med höga naturvärden.

## Fyra skötselalternativ

Författaren föreslår följande typer av skötsel av lövdominerade naturvårdsskogar: 1/ fri utveckling (inga ingrepp), 2/ traditionell hävd (ganska öppna skogar med arter som gynnas av ljus, t.ex. vissa kärlväxter och lavar), 3/ naturvårdsgallring och 4/ artinriktad skötsel (speciella ingrepp för enstaka starkt hotade eller särskilt värdefulla arter). En analys av data från Riksskogstaxeringen visar att graninväxningen i lövskogar är mindre än vad som ofta förs fram. Författaren rekommenderar därför fri utveckling i minst 50 % av naturvårdsskogarna och påpekar att skötselbehovet ofta överskattas i sydligaste Sverige. Förutom att fri utveckling gynnar vissa arter är det också viktigt att ha orörda skogar som referensområden.

## Naturvårdsgallring

Naturvårdsgallring rekommenderas för skogar med mer än 75 % krontäckning och är en naturvårdsåtgärd snarare än en produktionsåtgärd. Vid naturvårdsgallring lämnas alla eller många av de största träden. Gallringarna bör ske utifrån faktorer som krontäckning, volym av levande och döda träd samt sammansättning av träd och buskar det är ofta gynnsamt om ingreppen upprepas. ■

Likartat innehåll finns i Götmark, F. 2010. Skötsel av skogar med höga naturvärden - en kunskapsöversikt. Fri utveckling, traditionell hävd och naturvårdsgallring – tre skötselalternativ för sydsvenska skogar. *Svensk Botanisk Tidskrift* 104:1-88

Resultat från Ekprojektet presenteras i en lång rad artiklar varav flera är medtagna i denna kunskapsöversikt: Franc m fl 2007, Götmark m fl 2008, 2011, Nordén 2012, Palto 2006.

Länk till ekprojektets hemsida: <https://bioenv.gu.se/forskning/huvudforskningsomraden/ekologi-naturvardsbiologi/ekprojektet/skotselrad>.



Ett av de 25 undersökta områdena före (övre bilden) och efter (nedre bilden) gallringen. Foto Frank Götmark.



# Omgivande landskap viktigt för rödlistade ekskallbaggar

**Ett referat av:** Götmark, F., Åsegård, E., Franc, N. 2011. How we improved a landscape study of species richness of beetles in woodland key habitats, and how model output can be improved. *Forest Ecology and Management* 262, 2297-2305.

## Artrikedomen i en nyckelbiotop är ett resultat av en kombination av lokala, omgivande och regionala faktorer. Det visar en studie av vedlevande skalbaggar i ekrika nyckelbiotoper.

Studien bygger vidare på Franc m.fl. (2007), som undersökte hur skalbaggsfaunans sammansättning är beroende på faktorer i det omgivande landskapet och i det lokala beståndet. Denna studie har utökats med fler skogsbestånd. Dessutom testades nya miljövariabler. Arbetet utfördes inom Ekprojektet vid Göteborgs universitet och är en del av en lång rad studier från samma försöksytor.

De inventerade skogsområdena, varav ett flertal är klassade som nyckelbiotoper, är spridda över en stor del av Götaland, från Blekinge i söder till Västergötland och Östergötland i norr. Totalt ingår 32 biotoper, varav 21 också ingick i den studie som presenterades av Franc m.fl. (2007). Alla områden är dominerade av ek och ädellövskog.

En regressionsmodell sattes upp för att se på sambandet mellan miljövariabler och artförekomsten av vedlevande skalbaggar. De bäst förklarande variablerna i Franc m.fl. (2007) användes: arealen ekdominerade nyckelbiotoper inom 1 km samt mängden död, grov ekved i det omkringliggande landskapet. Dessutom mättes lokala förekomster av död ved på ytorna.

### 320 eklevande skalbaggsarter

Totalt samlades 986 skalbaggsarter in, varav 320 var eklevande. Av de 247 arter som betraktades som helt knutna till ekved

var 65 respektive 38 rödlistade (2000 respektive 2005 års rödlistor). En av lokalerna, Strömsrum, betraktades som avvikande på grund av sitt höga artantal, och uteslöts därför från flera av analyserna.

### Nyckelbiotoper och död ved i landskapet viktigt

Liksom studien av Franc m.fl. (2007) visade sig nyckelbiotoper i omgivande landskap samt förekomst av död ved i landskapet vara de viktigaste förklarande variablerna för mängden rödlistade arter. För rödlistade arter enligt 2000 års lista var också lokal förekomst av död ved viktigt.

Studien visar att det omgivande landskapet är mycket viktigt för artförekomsterna, men att också lokala förhållanden som tillgång till död ved spelar en stor roll.

Författarna rekommenderar att skydd av dessa miljöer koncentreras till ekrika miljöer, men också att nyckelbiotoper med ek kan förstärkas genom att skapa och tillföra mer död ved. ■

Den tidigare studien är presenterad i Franc, N., Götmark, F., Økland, B., Nordén, B., Paltto, H. 2007. Factors and scales potentially important for saproxylic beetles in temperate mixed oak forest. *Biological Conservation* 135, 86-98.

Resultat från Ekprojektet presenteras i en lång rad artiklar varav flera är medtagna i denna kunskapsöversikt: Franc m.fl. 2007, Götmark m.fl. 2008, 2011, Nordén 2012, Paltto 2006.



Plattad vedborre (*Xyleborus monographus*) hittades på fem lokaler. Arten är klassad som CR (akut hotad) i 2000 års rödlista och VU (sårbar) i 2005 års. Foto Udo Schmidt, Wikipedia.

# Snäckor och sniglar är beroende både av lokalens förutsättningar och det omgivande landskapet

**Ett referat av:** Götmark, F., von Proschwitz, T., Franc, N. 2008. Are small sedentary species affected by habitat fragmentation? Local vs. Landscape factors predicting species richness and composition of land molluscs in Swedish conservation forests. *Journal of Biogeography* 35, 1062-1076.

## Det omgivande landskapet har betydelse också för svårspredda arter som sniglar och snäckor. Det visar en studie i 25 ekskogar med nyckelbiotopskaraktär i Götaland.

### Har isolerade miljöer färre arter?

Mollusker (snäckor och sniglar) inventerades i 25 lövdominerade skogar spridda över mellersta Götaland. Frågeställningen var vilken betydelse den lokala biotopen har i förhållande till omgivande landskap för den biologiska mångfalden. Liknande studier hade tidigare genomförts för vedlevande skabaggar (Franc m.fl. 2007) inom det övergripande Ekprojektet vid Göteborgs universitet.

Arter som blir undanträngda till isolerade miljöer i ett fragmenterat landskap riskerar att minska artdiversiteten i dessa miljöer. Olika artgrupper kan vara mer eller mindre känsliga för isolering. Mollusker är en ofta förbisedd organismgrupp, trots att det finns cirka 120 landlevande arter i Sverige. Eftersom de är små och inte så rörliga skulle de kunna motstå fragmentering bättre än en del andra djur och växter.

### Insamling i ektominerade reservat och nyckelbiotoper

De 25 studieytorna var alla ektominerade, med ekar i åldern 80–200 år, och där skötsel eller skogsbruk upphörde 50–80 år tidigare. Åtta av ytorna var naturreservat och 17 nyckelbiotoper.

Molluskerna samlades in längs 80 meter långa linjer i varje yta i de centrala delarna av ytorna. Förna samlades in och sällades så att även mindre snäckor och sniglar kunde hittas. Arterna delades upp på funktionella kategorier såsom generalister, skogslevande, lövskogslevande och arter som finns i sten- och blockmiljö.

För varje yta noterades miljövariabler för såväl mark som trädsikt. Karaktärer i det omgivande landskapet analyserades också med GIS-kartor. Hit hörde bland annat förekomsten av nyckelbiotoper, arealen av ädellövskog, jordbruks- och betesmark, våtmarker, samt klimat och topografi.

### pH och jordbruksmark

Sammanlagt hittades 53 arter, 41 snäckor och 12 sniglar. I genomsnitt fanns 22,6 arter per yta.

Den variabeln som bäst förklarade artförekomsten var förnans surhetsgrad. Ju högre pH, desto fler arter. Den näst viktigaste förklaringen gavs av andelen jordbruksmark i omgivningen; ju mer jordbruksmark, desto lägre artantal.

Artrikedomen påverkades också, men till mindre grad, av krontäckning (ju mer öppet, desto färre arter) och håligheter i marken (mer mikrotopografisk variation gav fler arter).

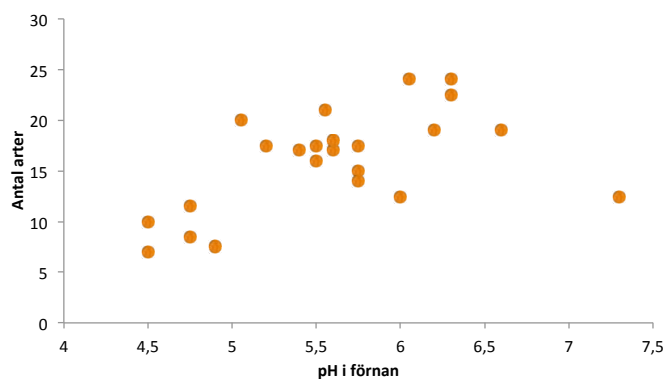
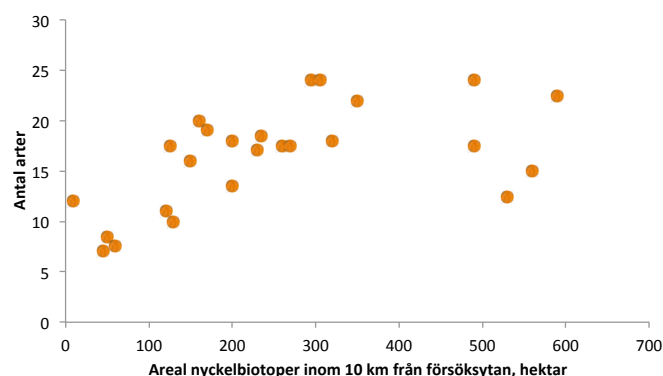
### Nyckelbiotoper i omgivningen

I ett landskapsperspektiv var förekomsten av nyckelbiotoper i omgivande landskap utslagsgivande; ju större areal (upp till 300 hektar), desto fler molluskararter.

### Omgivningen har betydelse

Författarna konstaterar dock att omgivande landskap har stor betydelse. Artrikedomen ökar om det finns andra nyckelbiotoper inom 10 km från lokalen, och minskar om omgivningen innehåller mycket öppen jordbruksmark. En slutsats är att även små arter med dålig spridningsförmåga påverkas av omgivande landskap och inte bara av den lokala miljön. ■

Motsvarande studier på vedlevande skalbaggar redovisas av Franc m.fl. 2007 och Götmark m.fl. 2011. Andra resultat från Ekprojektet presenteras också i en lång rad artiklar varav flera är medtagna i denna kunskapsöversikt: Götmark m.fl. 2008, Nordén 2012, Paltto 2006.



Sambandet mellan antalet molluskararter och arealen nyckelbiotoper inom 10 km (överst) och pH i förnan (nederst).



# Många frågor saknar svar om nyckelbiotopernas ekologiska funktion

Ett referat av: Hansson, L. 2001. Key habitats in Swedish managed forests. Scandinavian Journal of Forest Research Suppl. 3, 52-61.

**Uppsatsen presenterar relativt detaljerat bakgrunden och upplägget av det svenska nyckelbiotopsprogrammet, och diskuterar nyckelbiotoperna i ett metapopulationsperspektiv. Den kritiserar nyckelbiotopsbegreppet som statistiskt utan hänsyn till populationsstorlekar och skoglig dynamik.**

## Efterlyser hänsyn till ekologisk teori

Nyckelbiotopskonceptet tar inte hänsyn till risker för utdöende, biotopens succession, populationsdynamik eller arters inbördes samband. Författaren argumenterar för ökad kunskap för att kunna göra rätt avvägningar av vilken storlek, utformning och skötsel som krävs för olika nyckelbiotoper. I många nyckelbiotoper krävs skötsel för att arter ska bevaras och inte försvinna när biotopen växer igen och förändras. Han efterlyser experiment som visar hur åtgärder som buffertzoner, korridorer och tillförsel av nya substrat påverkar nyckelbiotopernas möjlighet att utvecklas eller bevara de ursprungliga värdena.

## Problem med nyckelbiotoper

De rödlistade arterna registreras genomgående som förekomst av en isolerad art och inte som en del i en population. Utan kunskap om populationsstorlek är risken stor att arter dör ut om populationen minskar på grund av miljöförändringar eller inavel.

Nyckelbiotoperna tar bara hänsyn till arter som är relativt orörliga och bundna till en specifik plats (lavar, mossor, svampar och mollusker), medan många andra artgrupper (däggdjur, fåglar, många insekter) rör sig över större områden och är beroende av omgivande landskap.

Den boreala skogen har en dynamik där störningar som vindfällning, bränder och insektsskador skapar luckor och nya successioner. Det är väldigt få biotoper som är stabila. Författaren anser att nyckelbiotopsinventeringen inte tar hänsyn till dynamiken och behovet av kontinuerlig tillförsel av död ved.

## Det behövs mer forskning

Författaren pekar ut ett antal viktiga forskningsfrågor, tex.: Risken för utdöende i nyckelbiotoper och hur den påverkas av omgivande landskap; Succession i nyckelbiotoper med hänsyn till artantal och nyckelarter; Samspelet mellan sällsynta och vanliga arter i nyckelbiotopen, och med omgivande landskap; Artdynamik i isolerade nyckelbiotoper jämfört med fluktuationer i omgivande landskap; Hur strukturer och resurser förändras över tiden i nyckelbiotopen och hur det påverkar miljön. ■



Skogssork och lavskrika, två rörliga arter som nyckelbiotoper inte är avsedda för. Foto Gert Olsson, SLU (skogssork) och Åsa Berntsson (lavskrika).

# Nyckelbiotoper påverkar inte fastighetspriset

**Ett referat av:** Hellstrand, E. 2017. Mer än bara naturvärden? Om nyckelbiotopers påverkan på fastighetspriset Examensarbete i skogshushållning, 15 hp 2017:09, Skogsmästarprogrammet, SLU. Skinnskatteberg.

I detta kandidatarbete undersöktes om förekomst av nyckelbiotop påverkar fastighetspriset. Nyckelbiotoper som inte är formellt skyddade inkluderades, dvs. naturvårdsavtal, biotopskydd eller andra formellt skyddade områden undantogs och enbart försäljningar på öppna marknaden ingick. I studien användes genomförda köp mellan 2012 och 2017 för fastigheter >5 ha och med >75% skogsmark. Totalt ingick 143 fastigheter spridda över landet. Ingen skillnad fanns i pris mellan fastigheter med respektive utan nyckelbiotoper för någon av tre undersökta regioner (Götaland, Mälardalen, Norrland). Det fanns inte heller något samband mellan andel nyckelbiotop och priset på fastigheter, för landet som helhet eller för någon av regionerna. Den övergripande slutsatsen är således att nyckelbiotoper inte verkar ha någon påverkan på fastighetspriset vid en försäljning på den öppna marknaden. Hellstrand föreslår att fördjupade studier bör göras via intervjuer med köpare, att undersöka eventuella variationer mellan mindre regioner och att ta reda på vad bankerna anser om nyckelbiotopernas värdepåverkan. ■



BOMBMURKLA, SUNNEMO, VÄRMLAND.  
FOTO MATS HANNERZ.

# Hotade tickor gynnas bara marginellt av nyckelbiotoper

Ett referat av: Hottola, J., Siitonen, J. 2008. Significance of woodland key habitats for polypore diversity and red-listed species in boreal forests. Biodiversity Conservation 17, 2559-2577.

**Nyckelbiotoper i bäcknära miljöer har inte fler rödlistade arter av tickor än motsvarande biotoper som inte är nyckelbiotopklassade. En viktigare förklaring än klassificeringen i sig är mängden död ved i biotopen. I studien hittades också en geografisk trend med ett högre totalt antal arter och rödlistade arter i regioner med mindre hårt skogsbruk.**

I en finsk studie inventerades tickor i bäcknära miljöer. Syftet var att jämföra totalt antal arter och rödlistade arter i registrerade nyckelbiotoper i bäcknära miljöer med motsvarande brukade skogsmiljöer som inte var nyckelbiotoper. I varje miljö inventerades en 0,2 hektar stor yta. Studien omfattade 69 nyckelbiotoper och 70 kontrolltytor fördelade på fyra regioner i södra Finland. Urvalet ledde till en viss skevhet eftersom ytorna i nyckelbiotoperna lades ut med bäcken i mitten, medan de brukade skogarna hade sin provyta mitt i beståndet.

## Tickor en viktig grupp

I Finland finns 230 arter tickor, mer eller mindre specialiserade på olika substrat. Flera arter är också värdar för andra svamparter eller för hotade insekter. 37 % av de finska tickarterna är klassade som hotade eller nära-hotade på rödlistan. Den främsta orsaken är brist på gammal skog och död ved, främst grov död ved. Vedlevande tickor är en bra indikator på det biologiska värdet av en boreal skog.

## Få rödlistade arter

Totalt gjordes 3 279 observationer av tickor fördelade på 104 arter. I medeltal fanns 10,1 tickor i nyckelbiotoperna jämfört med 7,9 i den brukade skogen. Det fanns en tydlig geografisk gradient från sydvästra Finland med 6,2 arter per yta till östra Finland (norra Karelen) med 11,4 arter. Artrikedomen skiljde sig inte mellan brukad skog och nyckelbiotoper för barrträds-specialister, däremot för lövträdslevande tickor (4,6 arter per yta i nyckelbiotoper och 2,4 i brukad skog).

Totalt hittades 15 rödlistade arter; 15 i nyckelbiotoper och 10 i kontroller. Den största mängden rödlistade tickor (6 arter) hittades i en kontrolltyta med 50 kubikmeter död ved per hektar. I nästan 70 % av alla nyckelbiotoperna och 75 % of kontrollskogarna saknades rödlistade arter. Den vanligaste rödlistade arten var ullticka *Phellinus ferrugineofuscus* som hittades i 13 ytor. Arter som enligt rödlistan var hotade hittades i 16 ytor, varav 7 var nyckelbiotoper och 9 kontrolltytor. I genomsnitt hade nyckelbiotoperna två arter fler (28 %) än den brukade skogen, men skillnaden var inte signifikant.

## Död ved främsta förklaringen

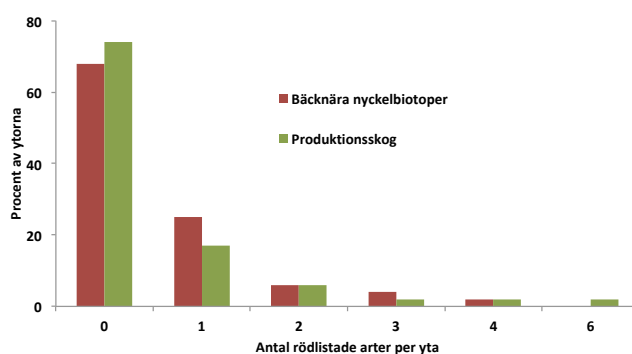
Nyckelbiotoperna hade mer död ved än kontrolltytorna (20,9 jämfört med 14,2 kubikmeter per hektar). I en modellanalys

var död ved helt utslagsgivande för antalet arter totalt, antalet rödlistade arter och artrikedomen av tickor. När hänsyn togs till förekomsten av död ved försvann den statistiska skillnaden mellan regioner och dessutom mellan nyckelbiotoper och kontrolltytor. Anledningen till att östra Finland (norra Karelen) hade fler arter beror alltså på en större mängd och mer variation av död ved.

Nyckelbiotoperna hade mindre spår av avverkning, men det fanns fortfarande 460 stubbar per hektar, jämfört med 690 i kontrollerna.

## Slutsats: Marginell effekt på rödlistade arter

Det fanns generellt väldigt få rödlistade arter i nyckelbiotoperna. Forskarna drog slutsatsen att avsättningen av nyckelbiotoper i dessa miljöer bara har en marginell nytta för bevarandet av hotade tickor. Författarna föreslår att skydd av skog ska fokusera på stora skogsområden med en stor mängd död ved, oavsett om de uppfyller kraven på nyckelbiotop eller inte. ■



Fördelning av ytor i nyckelbiotoper och kontrollmiljöer (produktionsskog) på antal rödlistade arter. De flesta ytor, även i nyckelbiotoperna, saknade rödlistade arter.



Ullticka (*Phellinus ferrugineofuscus*) var den vanligaste rödlistade arten. Foto Caspar S, Wikipedia commons.



ÄNGARNA, SVARTRÅ, HALLAND. SEKUNDÄR ÄDELLÖVSKOG,  
NYCKELBIOTOP N591-1992. FOTO LENA GUSTAFSSON, 2017.

# Substratkvaliteten i nyckelbiotoper viktigast för epifyter i lövskog i Lettland

Ett referat av: Ikauniece, S., Brumelis, G., Zarins, J. 2012. Linking woodland key habitat inventory and forest inventory data to prioritize districts needing conservation efforts. *Ecological Indicators* 14, 18-26.

**I denna studie från Lettland konstaterar forskarna att lövdominerade nyckelbiotoper har högre kvalitet om de ligger i områden där landskapet är fragmenterat, det vill säga att nyckelbiotoperna ligger mer isolerade i ett omgivande produktionslandskap.**

## Problemet

Det saknas kunskap om hur vi på landskapsnivå kan skydda naturskogens arter, strukturer och processer. Det gäller inte minst ädellövskogen, som i Europa i stor skala har omformats till jordbruksmark. I Lettland finns fortfarande naturskogslika ädellövskogar på ön Moricsala, men i landet som helhet har dessa tryckts tillbaka och ekskogsarealen utgör bara 0,8 % av landets skogsareal.

## Landskapsanalyser med nyckelbiotops- och nationella taxeringsdata

I studien kopplar forskarna ihop data från nyckelbiotopsinventeringen i Lettland med den nationella riksskogstaxeringen. Syftet var att hitta en metod för att identifiera de områden (distrikt) i Lettland som har brist på förbindelse (konnektivitet) och miljökvalitet. Studien begränsades till områden dominerade av ädellövskog och asp. Biotopernas kvalitet klassades med data från nyckelbiotopsinventeringen där bland annat mängd av olika strukturer samt förekomst av trädlevande lavar registrerats. Riksskogstaxeringens data användes för att uppskatta regionernas fragmentering för skogar med ädellövträd och asp.

## Trädlevande lavar och mossor lämpliga indikatorer

Artrikedomen av trädlevande (epifytiska) lavar och mossor är starkt knuten till mängden äldre lövträd. Lavarna är känsliga för avbrott i kontinuiteten, men kan i vissa fall överleva i refugier av kvarlämnade överståndare efter en avverkning. Data från den nationella nyckelbiotopsinventeringen om trädlevande mossor (7 arter) och lavar (4 arter) typiska för ädellövträd och asp användes i studien.

## Data för varje distrikt

Tjugofyra distrikt med en areal på 163 000-359 000 hektar jämfördes. Andelen ädellövskog varierade från 0,07-1,42 %, och andelen ädellöv >100 år var ännu lägre. Andelen nyckelbiotoper varierade mellan 0,01 % och 0,4 % av den totala landarealen.

Analysen visade att både moss- och lavindikatorerna var vanligare i nyckelbiotoper med större mängd av substrat som död ved, lövträd och ihåliga träd. En rumslig analys visade att distrikt med mer fragmenterad ädellövskog (mindre bestånd och längre avstånd mellan dem) hade högre biologisk kvalitet

i form av variation i trädskikt och strukturer. Dessa återfanns främst i östra Lettland.

En slutsats var att förekomsten av strukturer är väldigt viktig för de trädlevande mossorna och lavarna. Förekomst av lunglav *Lobaria pulmonaria* och aspfjädermossa *Neckera pennata* indikerade att områdena tidigare har haft betydligt större täckning av lövskog.

I områden där den gamla lövskogen är mindre uppsplittrad, men där det finns mycket potentiellt värdefull lövskog, bör inriktningen vara att spara områden som på sikt kan bli nyckelbiotoper. I mer fragmenterade distrikt är det extra viktigt att spara fler gamla aspar som kan bli livbåtar och språngbrädor för arter som aspfjädermossa och trubbfjädermossa *Homalia trichomanoides*. ■



Trubbfjädermossa (*Homalia trichomanoides*). Foto Hermann Schachner, Wikipedia commons.



# Höga naturvärden i skärgården

Ett referat av: Johannesson, J., Fasth, T., Ek, T. 2002. Är skärgårdens naturvärden underskattade? Svensk Botanisk Tidskrift 96: 66-74.

**En inventering av öar i Östergötlands skärgård visade att hela 40 % av skogsmarken hade kvaliteter motsvarande nyckelbiotop eller objekt med höga naturvärden. Inventeringen omfattade ungefär 200 öar och var inriktad på trädlevande lavar. I inventeringen hittades 32 rödlistade kryptogamer.**

## Tidigare oinventerade öar

Vid den ursprungliga nyckelbiotopsinventeringen fanns inte resurser att inventera öar utan landförbindelse. I den här studien har ungefär 200 öar i nordöstra Östergötland (utanför Vikbolandet) inventerats. Fokus på inventeringen var lavar och strukturer, men också andra artgrupper registrerades som ströfynd.

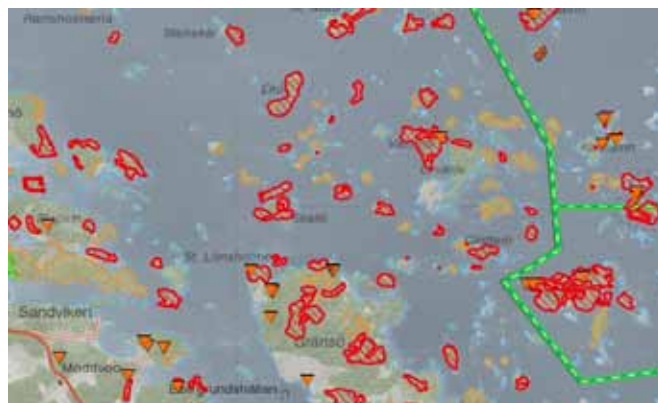
## Nästan halva skogsmarken är värdekärna

Inventeringen visade på höga naturvärden jämfört med fastlandet. Författarnas egna erfarenheter pekar på att 1-5 % av skogsmarken på fastlandet är nyckelbiotoper eller objekt med höga naturvärden. I skärgården är det däremot 40 %. Värdekärnor, områden med stor betydelse för rödlistade arter, upptog närmare hälften av den trädklädda arealen på öarna. Till värdekärnor räknades nyckelbiotoper, objekt med höga naturvärden samt områden med värdefulla träd utanför skogsmark. Liknande andel värdekärnor finns bara i den fjällnära skogen, Mittlandsskogen på Öland och kalbarrskogarna på Gotland.

Bland de 32 rödlistade lavarna som hittades ingick några arter som var nya för Östergötland: gryng lundlav *Bacidia biatorina*, pälsticka *Inonotus hispidus* och klipptuss *Cynodontium jeneri*.

## Även klena träd kan ha höga värden

Värdefulla naturtyper utgjordes av gamla tallskogar, ofta med lövinslag, ekar och ekskog, ask- och lindmiljöer och klibbaskogar. I skärgården kan träden vara klena men ändå gamla och hysa en rik lavflora. Intressant är den rika förekomsten av gammelekslav *Lecanographa amylacea* och grå skärelav *Schismatomma decolorans*. De är förknippade med gamla ekar och kommer sist i successionen. I skärgården hittades gammelekslav på ekar med endast 110 cm i omkrets. Skärgården har en historia av tidigare hårt brukande fram till 1940-talet. Därefter har många öars trädskikt kunnat utvecklas relativt fritt. ■



Utdrag ur Skogens Pärlor 2018 som visar nyckelbiotoper på de öar där inventeringen gjordes. Foto skärmdump.



Pälsticka (*Inonotus hispidus*) var nytt fynd för Östergötland. Foto Rob Hilly, Wikipedia commons.

# Produktionsskogar men inte nyckelbiotoper skilde sig åt mellan två sydsvenska områden

Ett referat av: Johansson, P., Gustafsson, L. 2001. Red-listed and indicator lichens in woodland key habitats and production forests in Sweden. Canadian Journal of Forest Research, 31, 1617-1628.

**Antalet fynd av lavar (rödlistade och signalarter) var mycket högre i produktionsskogarna i Roslagen än i Småland. Ingen signifikant skillnad fanns däremot mellan nyckelbiotoperna. Nyckelbiotoperna hade signifikant fler fynd än produktionsskogen i Småland men inte i Roslagen.**

## Ett område i Roslagen och ett i Småland

Nyckelbiotoper och 500 x 500 m rutor i produktionsskog slumpades ut i ett område i Roslagen, Uppland (20 x 25 km) och i ett i Småland, i trakten av Aneby (20 x 30 km). Hela nyckelbiotoperna söktes igenom i transekter. Transekter lades också utmed kanterna i produktionsskogsrutorna. Lavar (rödlistade och signalarter) registrerades.

## En fjärdedel av alla rödlistade lavar hittades

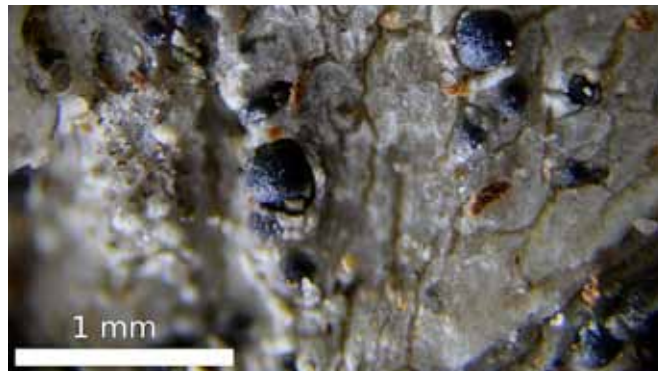
Ungefär en fjärdedel av alla rödlistade lavar (19 stycken) kända från Uppland och Småland hittades på de totalt 118 hektar som inventerades. Antalet fynd av rödlistade arter per hektar var i Roslagen 2,5 för nyckelbiotoper och 1,8 för produktionsskogar och i Småland 1,7 för nyckelbiotoper och 0,2 för produktionsskogar. Den vanligaste rödlistade arten var liten punktlav *Acrocordia cavata*. Tjugotvå signalarter hittades och totala antalet fynd av signalarter och rödlistade arter var 953 i Roslagen och 362 i Småland.

## Nyckelbiotoperna lika men produktionsskogarna olika

Produktionsskogarna i Roslagen hade tre till fyra gånger fler fynd av rödlistade arter och signalarter än Småland vilket var en signifikant skillnad. Detta beror sannolikt på att Roslagsområdet, där spåren av det gamla kulturlandskapet är tydliga och marken är kalkrik, hade mer lövträd än Smålandsområdet. Däremot hittades ingen statistisk skillnad i antalet fynd mellan nyckelbiotoperna. De flesta fynden (79 % i Roslagen och 88 % i Småland) gjordes i uppvuxen skog (>15 m medelhöjd).

## Skillnad mellan nyckelbiotoper och produktionsskogar

I Roslagen fanns ingen skillnad mellan nyckelbiotoperna och produktionsskogen för antalet fynd av signalarter och rödlistade arter tillsammans eller för enbart rödlistade arter. Detta gällde även då enbart den uppvuxna skogen jämfördes med nyckelbiotoperna. Om de vanligaste arterna liten spiklav *Calicium parvum* och gammelgranslav *Lecanactis abietina* togs bort var dock nyckelbiotoperna signifikant rikare. I Småland var antalet fynd av signalarter och rödlistade arter högre i nyckelbiotoperna, även då enbart uppvuxen produktionsskog togs med. Antalet rödlistade lavar var för lågt för att kunna testas statistiskt. Nästan alla fynd (95 %) gjordes på levande träd. I nyckelbiotoperna fanns 80 % av de rödlistade arterna på asp, klibbal och rönn, och aspen var särskilt viktig i Roslagen.



Liten punktlav (*Acrocordia cavata*). Foto R.C.Harris, Wikipedia commons.

## Nyckelbiotoper viktiga för rödlistade arter

I Småland fanns mer än 80 % av fynden av de rödlistade lavarerna i nyckelbiotoperna. En hel del rödlistade arter i den lägsta kategorin "hänsynskrävande" hittades i studien och några även i höga hotkategorier. Författarna resonerar att vissa sällsynta rödlistade lavar troligen nästan uteslutande finns i nyckelbiotoper. Det blir därför viktigt att utföra mer noggrannare artinventeringar så att de rikaste nyckelbiotoperna hittas och kan prioriteras för avsättning som biotopskyddsområden. ■

Data från samma undersökning redovisas också i:

Gustafsson, L. 2000. Red-listed species and indicators: vascular plants in woodland key habitats and surrounding production forests in Sweden. Biological Conservation 92, 35-43.; Gustafsson, L. 2002. Presence and abundance of red-listed plant species in Swedish forests. Conservation Biology 16, 377-388.; Gustafsson, L., Hylander, K., Jacobson, C. 2004. Uncommon bryophytes in Swedish forests—key habitats and production forests compared. Forest Ecology and Management 194, 11-22.

Nyckelbiotoperna i Roslagen var särskilt rika på rödlistade mossor, särskilt med tanke på att en relativt liten areal undersöktes

	Nyckelbiotop		Produktionsskog	
	Roslagen	Småland	Roslagen	Småland
Inventerad areal	27 ha	17 ha	37 ha	37 ha
Antal fynd rödlistade arter och signalarter	496	228	457	134
Antal fynd av rödlistade arter	68	29	68	6
Antal rödlistade arter	9	10	7	2
Liten punktlav <i>Acrocordia cavata</i>	30	6	43	5
Kortskaftad ärgspik <i>Microcalicium ahlneri</i>	1	9	0	0
Aspgelelav <i>Collema subnigrescens</i>	8	0	13	0
Stor kvistspik <i>Phaeocalicium praecedens</i>	11	0	7	0

# Få rödlistade tickor i finska nyckelbiotoper

**Ett referat av:** Junninen, K., Kouki, J. 2006. Are woodland key habitats in Finland hotspots for polypores (Basidiomycota)? Scandinavian Journal of Forest Research 21, 32-40.

**Nyckelbiotoper hyser inte fler rödlistade tickor än brukad skog. Det visar en inventering i östra Finland av 72 nyckelbiotoper och 12 kontrolltytor i brukad skog. Vissa naturtyper av nyckelbiotoper hade högre artantal än brukad skog, men man hittade endast 9 arter som var rödlistade, och dessa var spridda på både brukad och nyckelbiotoppsklassad skog.**

## 72 nyckelbiotoper

Studien genomfördes i norra Karelen i östra Finland. Syftet var att undersöka om nyckelbiotoper, definierade som "Särskilt viktiga livsmiljöer" enligt skogslagen, har en större förekomst av tickor, och särskilt ovanliga sådana. Dessutom undersöktes skillnaden mellan olika naturtyper bland nyckelbiotoperna. Totalt omfattade studien 72 nyckelbiotoper; 12 stycken av vardera sex typer: vattennära miljöer, bördiga löv- och barrmyrar, bördiga mindre lundområden på frisk mark, bördiga mindre lundområden på frisk-fuktig mark, stup och skogen nedanför stupet samt berg i dagen och block. Som kontroll gjordes inventeringar i 12 ytor på grandominerad skogsmark (det framgår dock inte vilken ålder de hade). Förutom inventering av vedlevande tickor gjordes också inmätningar av död ved och levande träd.

## Flest tickor i nyckelbiotoper i örtrika lundmiljöer

Sammanlagt noterades 2 077 tickor från 93 olika arter. Det är ett högt artantal och utgör 41 % av alla kända arter i Finland. De vanligaste var eldticka *Phellinus igniarius* och fnöstkicka *Fomes fomentarius*. Det fanns ett signifikant positivt samband mellan mängden död ved och antalet svamparter. Flest arter (6 per 400 kvadratmeter provyta) fanns i örtrika lundmiljöer, och detta var den enda typ som skiljde sig från kontrolltytorna.

Sammanlagt gjordes 17 observationer av 9 rödlistade arter, varav en i kategorin hotad (blek borstticka *Funalia trogii*). Eftersom det var så få observationer gick det inte att göra någon djupare analys. Två av de rödlistade arterna hittades bara i kontrolltytorna (sprödporing *Postia septentrionalis* och *Sisostrema alboluteum*, båda i kategorin Nära hotad).

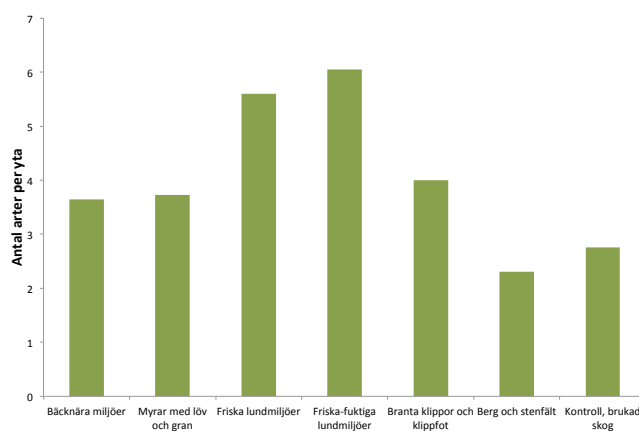
## Färre rödlistade arter än i gammal granskog

Resultaten jämfördes med tidigare studier från gammal granskog i Finland (t.ex. Lindgren 2001 och Penttilä m.fl. 2004) där betydligt högre antal rödlistade arter hittats. Nyckelbiotoperna anses därför inte utgöra några "hotspots" för hotade arter av tickor. En av förklaringarna kan vara att nyckelbiotoperna inte innehåller tillräckligt stor mängd död ved, särskilt grov ved. ■

## Referenser:

Lindgren, M. 2001. Polypore (Basidiomycetes) species richness and community structure in natural boreal forests of NW Russian Karelia and adjacent areas in Finland. Acta Botanica Fennica 170, 1-41.

Penttilä, R., Siitonen, J., Kuusinen, M. 2004. Polypore diversity in managed and old-growth boreal *Picea abies* forests in southern Finland. Biological Conservation 117, 271-283.



Antal arter per inventerad yta i olika miljöer. Kontrolltytorna (i produktions-skog) skiljde sig signifikant från de två lundmiljöerna. I övrigt var miljöerna inte statistiskt åtskilda.



Blek borstticka (*Funalia trogii*) var den enda arten som var listad i kategorin Hotad. Foto Jerzy Opiola, Wikipedia commons.

# Mossor i källor som är nyckelbiotoper i Finland skiljer sig inte från andra källor

Ett referat av: Juutinen, R., Kotiaho, J.S. 2011. Finnish Forest Act as a conservation tool in protecting boreal springs and associated bryophyte flora. Boreal Environmental Research 16, 136-148.

**Källor tillhör den kategori nyckelbiotoper (kantzoner mot bäckar och andra vattendrag, olika typer av små vattensamlingar) som är vanligast i Finland. Undersökningen visade att källor som är nyckelbiotoper inte skiljde sig från andra källor när det gäller förekomsten av mossor. Källor som är estetiskt tilltalande verkar väljas i första hand och detta kan göra att värdet för den biologiska mångfalden blir mindre än vad den kunde vara.**

## Källor ingår i den vanligaste nyckelbiotopstypen i Finland

Nyckelbiotoperna har ett lagligt skydd i Finland. Enligt definitionen ska de ha naturskogs-kvaliteter och tydligt skilja sig från omgivningarna. Nyckelbiotoperna delas in i 13 typer och källor ingår i den vanligaste typen (kantzoner mot bäckar och andra vattendrag, olika typer av små vattensamlingar).

## Källor klassade som nyckelbiotoper jämförda med andra källor

Undersökningen utfördes i sydöstra Finland, i sydligt boreal zon. De flesta av källorna omgavs av grandominerade produktions-skogar på frisk mark. Femtioåtta källor valdes ut baserat på en tidigare inventering och av dessa var åtta nyckelbiotoper. En del fanns på dikad mark medan andra fanns i naturskogs-miljöer. Vattenkemi, struktur på den omgivande skogen och förekomst av mossor undersöktes. Förekomst av diken, olika tecken på skogsbruk och annan påverkan på källan och dess kanter användes för att klassificera graden av naturlighet.

## Små skillnader mellan nyckelbiotopskällor och andra källor

Ingen skillnad hittades mellan nyckelbiotopskällorna och de andra källorna när det gäller graden av naturlighet, antalet mossor totalt, mossor specialiserade på källor eller rödlistade mossor. Det fanns en tendens till att täckningen av mossor var högre i nyckelbiotoperna. Tre mossarter var vanligare i nyckelbiotoperna: stor skedmossa *Calliergon giganteum*, stor näckmossa *Fontinalis antipyretica* och blek skedmossa *Straminergon stramineum*. Nyckelbiotopskällorna hade också större vattenspeglar och kallare vatten.

## Urvalet av nyckelbiotoper ifrågasätts

Författarna anser att urvalet av källor som nyckelbiotoper i Finland har svagheter. De uppfyller inte kravet på högre naturlighet och har inte högre förekomst av rödlistade arter än andra källor. De verkar också framförallt väljas på estetiska grunder, dvs. särskilt vackra källor med mycket öppet vatten prioriteras. Ett flertal rödlistade mossor hittades också i vissa källor som klassats som kraftigt påverkade (låg grad av natur-

lighet). Kravet på hög naturlighet kan därför också ifrågasättas; det är inte säkert att detta alltid är kopplat till hög förekomst av rödlistade mossor. En ny kartläggning kan också behövas i Finland eftersom en hel del av de källor som ingick i studien hade nyckelbiotopskvaliteter utan att vara klassade som sådana.

Mossor i nyckelbiotopsklassade och ej nyckelbiotopsklassade källor. Medelvärden visas. Ingen av skillnaderna är signifikant men för mosstäckningen är den nästan signifikant.

	Mossor i källor	
	Nyckelbiotops-klassade	Ej nyckelbiotopsklassade
Antal arter mossor totalt	10,8	10,1
Täckning av mossor, %	62,3	44,3
Antal arter rödlistade mossor	0,9	0,2
Antal arter mossor specialiserade på källor	5,9	4,7



Stor näckmossa (*Fontinalis antipyretica*) var en av tre mossarter som var vanligare i nyckelbiotopskällorna. Foto Bernd Hayden, Wikipedia commons.

## Nyckelbiotoperna viktiga för lunglav i Estland

**Ett referat av:** Jüriado, I., Liira, J. 2010. Threatened forest lichen *Lobaria pulmonaria* - its past, present and future in Estonia. Forestry Studies / Metsanduslikud Uurimused 53:15-24.

Data om utbredningen av lunglav *Lobaria pulmonaria* i Estland samlades in från olika källor som museisamlingar och nyckelbiotopsinventeringar. För åren 1897 – 1992 hittades 75 lokaler och för åren 1993 – 2010 621 stycken. De flesta förekomsterna fanns i östra Estland och en hel del också i sydväst. Flygbildsanalys gjordes av dessa lokaler och deras omgivning och en klassning gjordes i tre kategorier: 1) utdöd (lokalen kalhuggen), 2) hotad (avverkning hade skett i omgivningarna), 3) opåverkad. Sextiosju procent av alla lokaler från perioden 1993 – 2010 fanns i nyckelbiotoper. Av alla lokaler (621 stycken) klassades lunglaven som utdöd i 6 % (35 stycken), som hotad i 19 % (115 stycken) och i resten var lunglaven opåverkad. I åttio procent av de äldre lokalerna (åren 1897 – 1992) bedömdes arten som utdöd, dvs. lokalerna hade kalaverkats. Författarna rekommenderar att nyckelbiotoperna skyddas eftersom de är så viktiga för förekomsten av lunglav. Skydds zoner behövs för att motverka kanteffekter. En restaurering behövs också av igenväxande lövängar och andra skogar som tidigare var mer öppna och ljusa, eftersom träd i sådana miljöer är viktiga växtplatser för arten. ■



LUNGLAV. FOTO MATS HANNERZ

# Artantalet som förväntat i vattendrag omgivna av orörd skog

Ett referat av: Jyväsjärvi, J., Suurkuukka, H., Virtanen, R., Aroviita, J., Muotka, T. 2014. Does the taxonomic completeness of headwater stream assemblages reflect the conservation status of the riparian forest? *Forest Ecology and Management* 334, 293-300.

**Antalet arter som kan förväntas finnas i ett vattendrag kan beräknas med hjälp av modeller. Det faktiska artantalet visade sig var mycket lägre än det förväntade i kraftigt påverkade vattendrag i Finland, för mossor totalt, ovanliga mossor, större ryggradslösa djur i vattnet men inte för ovanliga ryggradslösa djur.**

## Femtio vattendrag i Finland

Undersökningen utfördes i norra Finland, i 50 stycken källvattendrag (små vattendrag som börjar med ett surdråg/en källa högt upp i avrinningsområdet och nära vattendelaren) i tillflödena till floden Iijoki. Vattendragen klassades i tre typer beroende på hur påverkad den omgivande skogen var av skogsbruk inklusive dikning. Den högsta klassen motsvarade skogar av nyckelbiotopskvalitet och den lägsta kraftigt påverkade skogar. I prover tagna i vattendraget undersöktes makrovertebrater (större ryggradslösa djur) och mossor. Olika miljöfaktorer registrerades också.

## Observerat och förväntat artantal

En modell byggdes baserad på data om arter och miljöförhållanden i ett 80-tal andra vattendrag i naturskogsliga trakter som samlats in tidigare. Modellen gjorde att man kunde förutsäga vilka arter som borde finnas i vart och ett av de 50 undersökta vattendragen, om omgivningarna hade varit orörda. Om artantalet som observerats i studien var i nivå med det förväntade (hög "artfullständighet") var detta ett tecken på god ekologisk status och högt naturvärde. Förhållandet observerat/förväntat artantal jämfördes med klassningen i graden av påverkan av vattendragen. Ett naturvärdessindex togs också fram för varje vattendrag, baserat på "artfullständigheten" av ovanliga arter.

## Hög "artfullständighet" i orörda vattendrag

Det fanns en tydlig koppling mellan "artfullständighet" av alla arter och vattendragens klassning i grad av påverkan för såväl mossorna som makrovertebraterna. För mossorna var "artfullständigheten" ungefär hälften så stor i starkt påverkade vattendrag som i de mest orörda. För makrovertebraterna var den omkring 40 % högre i orörda jämfört med påverkade vattendrag.

## Motsägelsefullt mönster för ovanliga arter

Däremot gick "artfullständighet" för ovanliga arter (naturvärdessindexet) i olika riktning för de två artgrupperna. Vattendrag med högt naturvärdessindex för mossorna hade också hög grad av orördhet. För makrovertebraterna fanns dock inget sådant tydligt samband utan flera kraftigt påverkade vattendrag hade höga naturvärdessindex.

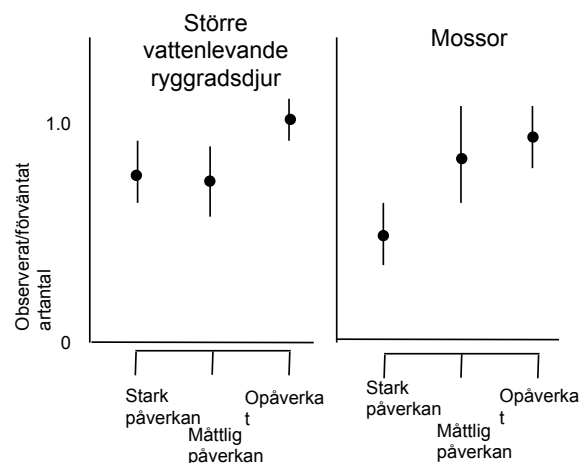
## Sediment i vattnet en avgörande faktor

Låg "artfullständighet" hade en tydlig koppling till hög mängd finsediment i vattnet för både mossor och makrovertebrater. Dikning av skogsmark, som frigör mycket sediment, ligger sannolikt bakom detta.

## Flera artgrupper behövs för bedömning av naturvärde

Författarna anser att det är viktigt att registrera flera artgrupper då områdets naturvärde ska bedömas. Detta blev tydligt i denna undersökning, där resultaten för mossor respektive makrovertebrater delvis gick i motsatt riktning. En del sällsynta makrovertebrater hittades i några vattendrag som var kraftigt påverkade av skogsbruk. Att enbart fokusera på nyckelbiotoper kan därför innebära att vissa ovanliga arter inte fångas upp. ■

Samma studiematerial används i: Suurkuukka, H., Virtanen, R., Suorsa, V., Soininen, J., Paasivirta, L., Muotka, T. 2014. Woodland key habitats and stream biodiversity: Does small-scale terrestrial conservation enhance the protection of stream biota? *Biological Conservation* 170, 10-19



Det fanns en tydlig koppling mellan förhållandet mellan observerat och förväntat artantal och vattendragens klassning i grad av påverkan, för såväl makrovertebrater som för mossor. Ju mindre påverkan desto större likhet mellan observerat och förväntat artinnehåll.

# Mer död ved i nyckelbiotoper än i produktionsskog

Ett referat av: Jönsson, M.T., Jonsson, B.G. 2007. Assessing coarse woody debris in Swedish woodland key habitats: Implications for conservation and management. *Forest Ecology and Management* 242, 363-373.

**Nyckelbiotoperna har i genomsnitt dubbelt så stor volym död ved som avverkningsmogen produktionsskog. De största volymerna finns i södra Norrland (31 kubikmeter per hektar) och de lägsta i Svealand. I södra Sveriges nyckelbiotoper finns de största volymerna av död lövved. Det visar en analys baserad på Skogsstyrelsens inventering av nyckelbiotoper och Riksskogstaxeringens data över död ved.**

## Död ved i nyckelbiotoper och produktionsskog

Mängd och typ av död ved är avgörande för många arter, och ett viktigt mått på naturvårdsvärdet av nyckelbiotoper. Denna uppsats är den första som gör en direkt jämförelse av mängden död ved mellan nyckelbiotoper och den brukade, slutavverkningsmogna skogen i hela Sverige. Slutavverkningsmognen delades in i åldersklasserna 81-120 år (mogen) och 121-140 år (överårig). I studien utnyttjades redan insamlat material i form av en Skogsstyrelseinventering av 491 nyckelbiotoper år 2000 samt data från Riksskogstaxeringen för förekomsten av död ved i produktionsskogen. Jämförelser gjordes också med "gammelskog", mer eller mindre orörd skog, från litteraturen.

## Dubbelt så mycket död ved i nyckelbiotoperna...

I genomsnitt hade nyckelbiotoperna ungefär dubbelt så hög volym död ved som de slutavverkningsmogna skogarna, 19,5 m<sup>3</sup>/ha jämfört med 9,3 m<sup>3</sup> (mogen skog) och 12,2 m<sup>3</sup> (överårig). Skillnaden var stor mellan olika regioner. Nyckelbiotoperna i den nemoral regionen (lövskogsregionen) hade 19,5 m<sup>3</sup>, i södra barrskogsregionen 13,7 m<sup>3</sup>, i södra Norrland 30,6 m<sup>3</sup> och i norra Norrland 25,8 m<sup>3</sup>.

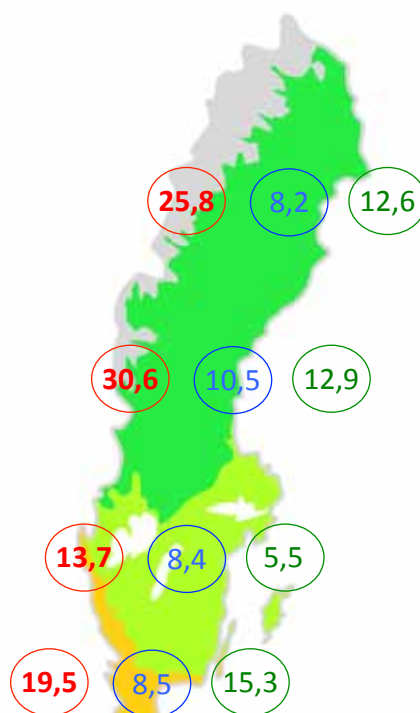
I lövskogsregionen utgjordes den döda veden i nyckelbiotoperna framför allt av löv, medan barrved dominerade i den brukade skogen. I Norrland fanns tre gånger så mycket död ved i nyckelbiotoperna som i den slutavverkningsmogna skogen, och dubbelt så mycket som i den överåriga skogen.

## ...men mindre än i den gamla naturskogen

Nyckelbiotoper i södra Sveriges lövskogar innehöll mindre död ved än i den gamla naturskogen, som enligt litteraturuppgifterna kan ha 100-130 m<sup>3</sup>/ha. Dödvedsvolymer i norra Sveriges grandominerade nyckelbiotoper nådde visserligen upp till 45 resp. 29 kubikmeter i södra respektive norra Norrland, men det är ändå lägre än i plockhuggna naturskogar. Enligt litteraturuppgifter fanns 90-120 m<sup>3</sup> per hektar i naturskogar med gran i den södra och mellersta delen av den boreala zonen. I denna studie var det bara nyckelbiotoper i Jämtland och Västernorrland som kom upp i liknande nivåer.

Talldominerade nyckelbiotoper innehöll i genomsnitt 22,5 kubikmeter per hektar, vilket kan jämföras med litteraturuppgifter om tallskogar i Karelen på 69,5 kubikmeter och norra Fennoskandien (60-120 kubikmeter per hektar).

Några slutsatser från studien är att nyckelbiotoperna har mer död ved än omgivande skog, och framför allt mer dödvedstrukturer som är ovanliga i den brukade skogen. I den nemoral zonen är lövvedsandelen högre i nyckelbiotoper än i övrig skog. Mängden död ved är dock väsentligt lägre än vad som förväntas i en naturskog. Författarna framför att det är angeläget att fortsätta arbetet med att avsätta nyckelbiotoper med stora dödvedsvolymer, och att skapa buffertzoner där mängden död ved tillåts öka. ■



Total volym stående och liggande död ved i olika vegetationsregioner, från södra lövskogsregionen i söder, via södra barrskogsregionen till norra barrskogsregionen (en sydlig och en nordlig del). Röda siffror: nyckelbiotoper, blå siffror: mogen skog, gröna siffror: överårig skog.

# 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 den årliga 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.

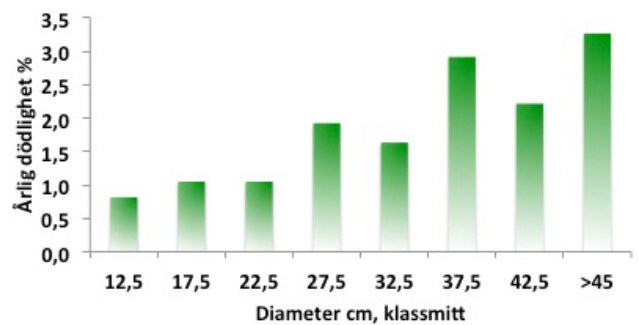
## Mycket död ved i trädgrupperna

Sedan försöket startade hade mängden död ved ( $\geq 10$  cm) ökat med 132 m<sup>3</sup>/ha i trädgrupperna medan tillskottet under samma period var 32 m<sup>3</sup>/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.





IGELMOSEN, SKOGSBY, ÖLAND, N460-1993, HASSELLUND MED VÄRDEFULL KRYPTOGAMFLORA, FOTO MATS HANNERZ 2018.

## Extensivmetoden kan användas för övervakning av nyckelbiotoper

**Ett referat av:** Jönsson, M., Ruete, A., Gunnarsson, U., Kellner, O., Snäll, T. 2015. Övervakning av värdefulla skogsbiotoper – en utvärdering av extensivmetoden efter 10 år. ArtDatabanken Rapporterar 18. ArtDatabanken, SLU. Uppsala.

Nitton nyckelbiotoper, 17 naturreservat och fyra äldre produktionsskogar i Dalarna och Gävleborgs län inventerades första gången 1998–2002 inom ett regionalt övervakningsprogram med den så kallade ”Extensivmetoden”. De inventerades igen 10 år senare med syftet att utvärdera metodens effektivitet för att följa upp förändringar för skogliga variabler och indikatorarter. Författarna bedömer att Extensivmetoden skulle kunna få en betydande roll för miljöövervakning av värdefulla skogsbiotoper i Sverige. Ingen statistiskt säkerställd förändring fanns för någon av de studerade skogliga variablerna, artgrupperna eller arterna i reservaten eller nyckelbiotoperna efter 10 år. Artrikedomen av indikatorarter förändrades inte heller över tidsperioden. ■



NYCKELBIOTOP EFTER BRAND, UVBERGET, VÄSTMANLAND (SVEASKOGS EKOPARK). TALLSKOG 179 ÅR.  
FOTO LENA GUSTAFSSON, 2017.

## Synkroniserad stormfällning i nyckelbiotoper

**Ett referat av:** Jönsson, M., Fraver, S., Jonsson, B.G. 2011. Spatio-temporal variation in coarse woody debris input in woodland key habitats in Central Sweden. *Silva Fennica* 45, 957-967.

**Kraftiga vindar gör att träd faller oregelbundet och i pulser. Detta sker synkroniserat mellan olika skogsområden (t.ex. nyckelbiotoper) vilket skapar landskapspulser i tillskottet på döda träd. Mellan pulserna skiljer sig dock områdena åt, sannolikt eftersom de har olika struktur och historia. Hastigheten och storleken på tillskottet av döda träd har stor betydelse för de arter som är knutna till dessa substrat.**

### **Stormar ger synkroniserade tillskott av döda träd**

I studien undersöktes hur mycket träd som fallit under olika år, från 1950-talet till 2002 i 14 nyckelbiotoper i ett 22 km x 36 km stort område i Västernorrlands län. Dateringen av när träden dött gjordes med hjälp av dendrokronologisk analys (undersökning av årsringar och deras bredd) av stamtrissor från liggande och stående döda träd, totalt mer än 700 stycken. Det visade sig att en särskilt stor mängd träd fallit vid upprepade men oregelbundna tillfällen. Orsaken var stormar, t.ex. sådana som drabbade Västernorrland år 1966-67, 1981 och 1992-1993. Vid topparna med stormar föll i genomsnitt 6,2 träd per hektar och år, och under lugnare perioder 2,2 träd per hektar och år. Mönstret över tiden var likartat mellan de olika nyckelbiotoperna, dvs. det var synkroniserat på landskapsnivå. Orsaken var stormar, t.ex. sådana som drabbade Västernorrland 1966-67, 1981 och 1992-93.

### **I lugna perioder varierade avgångarna mycket mellan nyckelbiotoperna**

Nyckelbiotoperna har olika struktur (träslagssammansättning, slutenhet osv.) och detta är sannolikt förklaringen till att det fanns en stor variation mellan dem i hur mycket träd som fallit årligen under de lugna perioderna mellan stormarna.

### **Betydelsen för den biologiska mångfalden**

Författarna diskuterar vilken betydelse som rytmen i tillskottet av den döda veden kan ha för de vedlevande organismerna. Pulserna av nydöda träd är särskilt viktiga för arter som är beroende av stora mängder ved som inte börjat förmultna. Perioderna mellan dessa pulser kan vara flaskhalsar för sådana organismer. För andra dödvedarter borde variationen i tillskottet av döda träd under de lugna perioderna ge en viss buffertkapacitet på landskapsnivå. ■



Stamtrissor som användes i undersökningen. Foto Mari Jönsson.

# Vissa lavar minskade över tiden i nyckelbiotoperna

**Ett referat av:** Jönsson, M., Ruete, A., Kellner, O., Gunnarsson, U., Snäll, T. 2017. Will forest conservation areas protect functionally important diversity of fungi and lichens over time? *Biodiversity and Conservation* 26, 2547-2567.

**Såväl hänglavar som kvävefixerande lavar minskade under en 10-årsperiod i nyckelbiotoper i Dalarna och Gävleborgs län. Varken mängd eller volym av de stora träd som lavarna ofta förekommer på ändrades dock. En förklaring till minskningarna är låg kolonisationstakt. Förekomsterna av vedsvampar var stabil.**

## 17 nyckelbiotoper och 15 reservat

Studien utfördes i Dalarna och Gävleborgs län och omfattade drygt 30 nyckelbiotoper och reservat. Arter och beståndsegenskaper registrerades 1998–2000 och 2009–2011. Såväl transekter som cirkelprovtytor användes.

## Kvävefixerande lavar, hänglavar och signalarter minskade

Kvävefixerande lavar (cyanolavar) är relativt stora bladlavar och de flesta har enbart cyanobakterier som algkomponent. I Sverige förekommer de ofta på lövträd. Förekomster av 13 arter kvävefixerande lavar på sådana träd analyserades. De minskade i nyckelbiotoperna men inte i reservaten under 10-årsperioden. Även de två hänglavar som undersöktes, garnlav *Alectoria sarmentosa* och violettgrå tagellav *Bryoria nadvornikiana*, som båda framförallt växer på granar, minskade i nyckelbiotoperna men inte i reservaten. Signalarterna (två mossor, 14 lavar, 16 vedsvampar) minskade i såväl nyckelbiotoper som reservat.

## Vedsvamparna var stabila

Frekvensen av vedsvampar som är signalarter var stabil under 10-årsperioden. Dessa arter var betydligt ovanligare jämfört med kvävefixerande lavar och hänglavar.

## Förklaringar till förändringarna

Kvävefixerande lavar och vedsvampar (signalarter) hade ungefär lika stor utdöendetakt under 10-årsperioden. Kolonisationstakten var däremot betydligt lägre för de kvävefixerande lavarna och denna skillnad är en förklaring till deras minskning. De kvävefixerande lavarnas värdträd, framförallt aspar och sälgar, hade stabila förekomster så förändringar i substratet kan inte vara en orsak. Att lavarna minskade enbart i nyckelbiotoperna berodde antagligen på att de är mindre än reservaten. Ingen faktor som registrerades i studien kunde kopplas till minskningen av hänglavarna. Eventuellt kan en viss igenväxning och förtätning ha skett. Såväl garnlav som violettgrå tagellav trivs bäst i ganska ljusa och öppna skogar.

## Förslag på åtgärder

Författarna föreslår flera naturvårdsåtgärder, t.ex. att minska betesskadorna så att återväxten av asp och sälg ökar, att gallra bort gran för att gynna lövträden, att lämna buffertzoner på 50–100 m kring nyckelbiotoperna och att öka omloppstiderna i omgivande skogar. De anser också att det behövs ändring i policyer så att tillgången på och förbindelsen (konnektiviteten) mellan gamla och stora träd som är viktiga för arterna ökar i skogslandskapen. ■

Samma studiematerial används i:

Ruete, A., Snäll, T., Jönsson, M. 2016. Dynamic anthropogenic edge effects on the distribution and diversity of fungi in fragmented old-growth forests. *Ecological Applications* 26, 1475-1485.

Ruete, A., Snäll, T., Jonsson, B.G., Jönsson, M. 2017. Contrasting long-term effects of transient anthropogenic edges and forest fragment size on generalist and specialist deadwood-dwelling fungi. *Journal of Applied Ecology* 54, 1142–1151.

Vedsvamparna minskade inte under 10-årsperioden men däremot de kvävefixerande lavarna och alla signalarter som grupp. En orsak till att de kvävefixerande lavarna minskade var att många försvann men att kolonisationerna var få. Siffrorna är medeltal per hektar.

	Antal fynd 1998–2000	Antal fynd 2009–2011	Utdöendehastighet	Kolonisationshastighet
Vedsvampar, signalarter	5,2	4,7	0,8	1,0
Kvävefixerande lavar (cyanolavar)	16,7	8,9	1,3	0,6
Signalarter	27,2	15,5	2,9	2,2

# Det tar lång tid att återskapa en naturskog

**Ett referat av:** Jönsson, M.T., Shawn, F. & Jonsson B.G., 2009. Forest history and the development of old-growth characteristics in fragmented boreal forests. *Journal of Vegetation Science* 20: 91-106.

**Dimensionsavverkning, kolvedshugning och släckning av skogsbränder har påverkat nästan all skog i Västernorrlands läns inland. I sex nyckelbiotoper fanns spår av avverkning i samtliga. De biologiska kvaliteter de har idag har utvecklats under 100-150 år, men det tar ännu längre tid innan biotoperna kan jämföras med naturskog med en naturlig dynamik, skiktning, grova träd och kontinuerlig tillförsel av död ved.**

Frågan är om de isolerade nyckelbiotoper som registreras kan betraktas som rester av den gamla skogen, eller om de också är påverkade av människan? Många tidigare studier har visat att nyckelbiotoper visar spår av avverkning och minskad frekvens skogsbränder.

## Sex grandominerade nyckelbiotoper

Denna studie tittade närmare på sex grandominerade nyckelbiotoper i gränslandet mellan Medelpad och Ångermanland. Med historiska källor kunde markanvändningen i hela området kartläggas. I nyckelbiotoperna inventerades strukturer (levande och döda träd, plantor och stubbar). Åldersbestämningar och brandspår kunde användas för att rekonstruera beståndens historiska utveckling.

## Avverkningsspår i alla nyckelbiotoper

Årsringsutvecklingen visade att alla nyckelbiotoper hade råkat ut för en till två större störningar de senaste 150 åren, orsakade av kraftig avverkning i slutet av 1800- och början av 1900-talet, där den senaste skedde för 100-150 år sedan. I genomsnitt fanns 263 stubbar per hektar, motsvarande ett uttag på 13 kvadratmeter grundyta. Det motsvarar 28-75 % av dagens grundyta.

## Bränder och skogsbruk skapade glesa skogar

Beståndsrekonstruktioner visade att skogarna var glesa redan före dessa avverkningar, troligen som en effekt av skogsbränder och tidigare selektiv avverkning före 1860. Totalt identifierades 13 separata brandtillfällen mellan 1462 och 1889. I genomsnitt brann skogen med 92 års intervall.

En stor skillnad mot de förindustriella skogarna är att det saknades grova träd (>30 cm) redan i slutet av 1800-talet. Efter avverkningarna vid sekelskiftet fanns ett glest bestånd på i genomsnitt 156 träd (<10 cm dbh) per hektar.

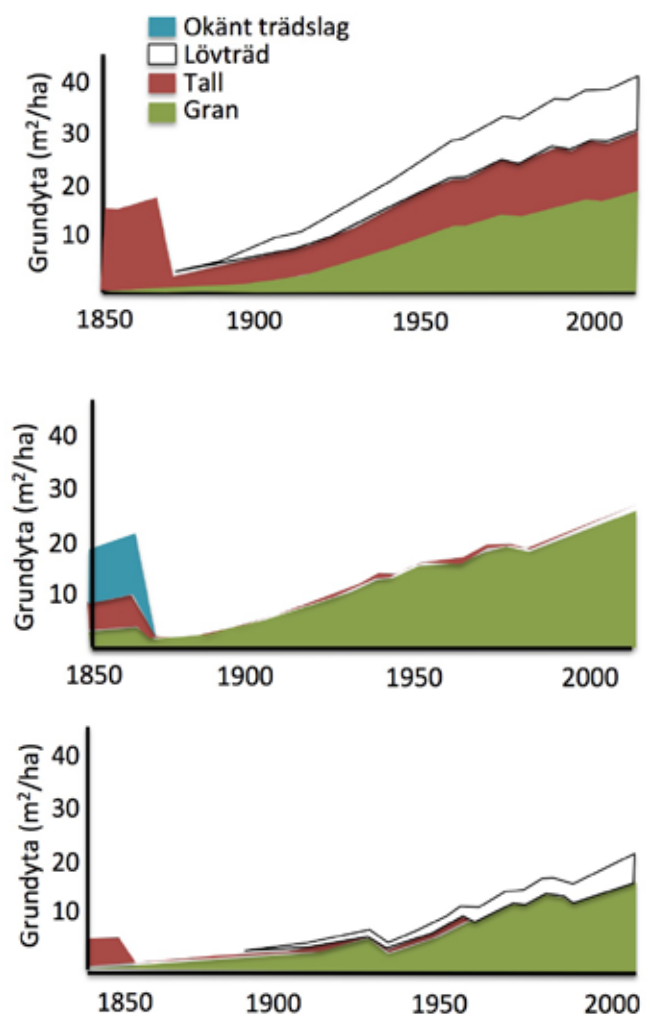
Volymerna har ökat över tiden i alla nyckelbiotoper. Vid tiden för undersökningen fanns i i medeltal 800 träd per hektar och en volym på 293 kubikmeter.

Andelen gran hade ökat kraftigt och nästan slagit ut tallen. Mängden död ved var relativt hög, i genomsnitt 60 kubikmeter. De historiska källorna visade att skogen före timmerepo-

ken var olikåldrig med mycket tallöverståndare och med gran, tall och björk under. Omkring 1870 avverkades fortfarande främst grova tallar.

## 100 år räcker inte

Studien pekar på att det tar 100-150 år att utveckla de värden som nyckelbiotoperna har idag, men att det behövs ännu längre tid innan skogen har fått naturskogs-kvaliteter i form av skiktning, grova träd och stor mängd död ved. En stor skillnad mot naturskogen är också frånvaron av bränder, vilket på sikt missgynnar tallen. Författarna pekar också på frånvaron av hård död ved i dagens nyckelbiotoper jämfört med naturskogen. En kontinuerlig tillförsel av död ved, med ved i olika nedbrytningsklasser, förutsätter att naturliga störningsprocesser har börjat fungera. ■



Grundytan i tre av de sex nyckelbiotoper som rekonstruerades. Bestånden avverkades i slutet av 1800- början av 1900-talet. Diagrammen visar hur tallen trängs undan på bekostnad av granen.

# Nyckelbiotoperna ökar förbindelserna i landskapet

Ett referat av: Laita, A., Mönkkönen, M., Kotiaho, J. S. 2010. Woodland key habitats evaluated as part of a functional reserve network. *Biological Conservation* 143, 1212-1227.

**Nyckelbiotoper kan underlätta för arter att sprida sig mellan reservat. Detta visades i en modelleringsstudie av tre skogslandskap i Finland. I glesa nätverk behöver arterna bättre spridningsförmåga än i täta.**

## Nätverk med nyckelbiotoper och reservat

I finska skogslagen skyddas 13 typer av nyckelbiotoper (Forest Act Habitats). De bildar ett nätverk tillsammans med reservaten. I studien undersöktes nyckelbiotopernas roll för att binda samman reservat i tre 500 kvadratkilometer stora områden i mellersta Finland.

## Nätverk med och utan nyckelbiotoper jämfördes

Analysen delades upp på sex naturtyper och arternas spridningsförmåga sattes till olika värden, mellan 200 meter och 25 kilometer. Nätverk med nyckelbiotoper jämfördes med nätverk utan och därmed kunde nyckelbiotopernas bidrag till förbindelserna i landskapet (konnektiviteten) beräknas.

## Särskilt viktigt för arter med medelstor spridningsförmåga

Det visade sig att nyckelbiotoperna var viktiga i nätverket eftersom de ökade förbindelserna i landskapet. Betydelsen för arterna berodde på deras spridningsförmåga och var särskilt stor för arter som kan sprida sig medellångt. Det gick dock inte att ange någon exakt nivå för vad medellångt var utan detta berodde på nätverkets utseende. För att nätverken ska fungera så måste dock arterna kunna sprida sig mer än tre kilometer. I glesa nätverk behövs bättre spridningsförmåga än i täta. Nyckelbiotoperna verkade förbättra förbindelserna i särskilt hög grad för ovanliga naturtyper och i synnerhet för örtrika skogar.

## Reservat behövs för svårspredda arter

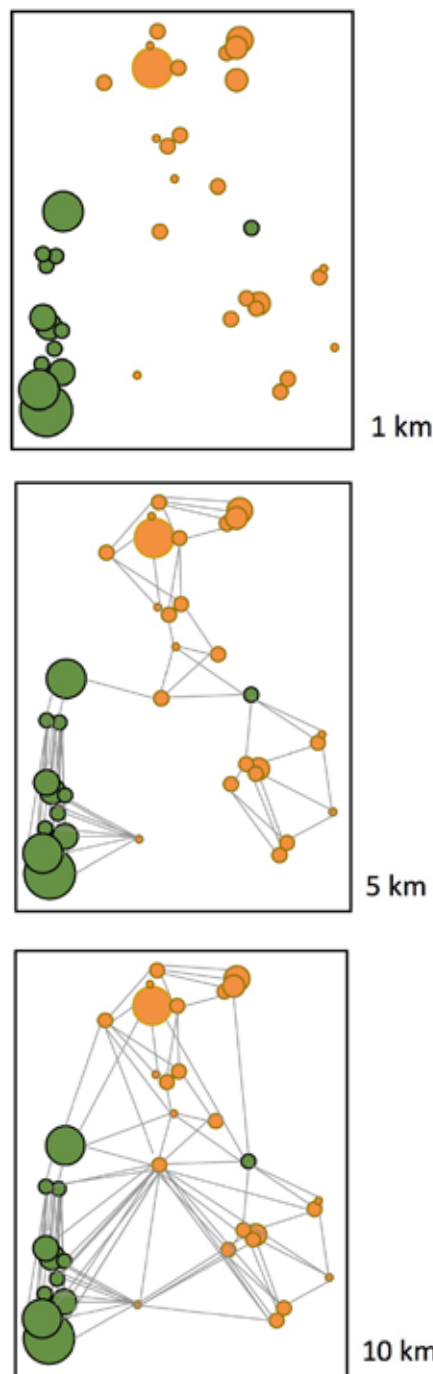
Författarna drar slutsatsen att om nyckelbiotopernas kvaliteter upprätthålls över tiden så kommer de att utgöra en värdefull och effektiv del av nätverk med områden sparade för naturvård. För arter med dålig spridningsförmåga så behövs dock större skyddade områden. Författarna är kritiska till att huggningar är tillåtna i de finska nyckelbiotoperna eftersom det finns stor risk att naturvärdena därmed minskar. De förordar också buffertzoner kring nyckelbiotoperna så att de ska kunna behålla sitt naturvärde.

## Andra forskare ifrågasätter en del av studien

Ett par finska forskare är kritiska till att författarna utgår ifrån att nyckelbiotoperna och även reservaten har likartad artsammansättning. De har i egna undersökningar visat att det finns en stor variation i sammansättningen av växter mellan olika typer av örtrika vegetationstyper. Om antar att artsammansätt-

ningen är likartad överdrivs nätverkens betydelse. Detta skriver de i en replik till nätverksartikeln. ■

Kritiska till studien: Komonen, A., Kouki, J. 2011. Do woodland key habitats really support the functionality of reserve networks? *Biological Conservation*, 144, 667.



Nätverk mellan nyckelbiotoper (orange) och reservat (grönt) för arter som kan sprida sig 1 km, 5 km respektive 10 km.

## Vissa lavar är känsliga för kanteffekter i klubbaskogar

**Ett referat av:** Liepa, L., Straupe, I. 2012. The assessment of vegetation diversity in black alder woodland key habitats in Zemgale. Annual 18th International Scientific Conference Proceedings, "Research for Rural Development", Jelgava, Latvia, 16-18 May 2012 och Liepa, L., Straupe, I. 2015. Edge effects on epiphytic lichens in unmanaged black alder stands in Southern Latvia. Annual 21st International Scientific Conference: "Research for Rural Development" Volume 2, Jelgava, Latvia, 13-15 May 2015.

I två konferensartiklar redovisas närbesläktade undersökningar av kanteffekter i klubbaskogar i Lettland. Transekter lades ut i 30 nyckelbiotoper för studier av fyra arter epifytiska lavar (lavar som växer på träd) som också var signalarter. Nio nyckelbiotoper undersöktes också med samma metodik med fokus på kärlväxter och mossor. Studierna gjordes i sydvända kanter eftersom klimatpåverkan är störst i detta väderstreck. Nyckelbiotoperna gränsade till skog av olika åldrar (unga, medelålders respektive äldre). För de epifytiska lavarna fanns en effekt av åldern på skogen i omgivningarna, med färre artförekomster för nyckelbiotoper som gränsade till ung skog. Antalet förekomster var också högre inne i nyckelbiotoperna jämfört med i kanten. Kattfotslav *Arthonia leucopellaea* och rostfläck *Arthonia vinosa* var mest känsliga för kanteffekter, och skriftlav *Graphis scripta* och glansfläck *Arthonia spadicea* minst känsliga. Mönstren var inte lika tydliga för kärlväxter och mossor. Författarna anser att bevarande av nyckelbiotoper är en viktig naturvårdsåtgärd. Det är viktigt att nyckelbiotoperna omges av skyddande buffertzoner i söder och att dikning inte sker. ■

## Ekonomi och informationsbrist bakom avverkning av nyckelbiotoper

**Ett referat av:** Lifvergren-Kaya, M. 2003. Avverkning av nyckelbiotoper - en studie av den teoretiska begreppsdefinitionen och den praktiska hanteringen av nyckelbiotoper. Magisteruppsats från Miljövetarprogrammet, Institutionen för tematisk utbildning och forskning ITUF, Linköpings universitet.

Denna magisteruppsats utförd i början av 2000-talet syftade till att ta reda på varför vissa nyckelbiotoper avverkas. Den genomfördes genom enkätfrågor och intervjufrågor till personal inom skogsbolag, skogsägarföreningar, stiftens skogar och Skogsvårdsstyrelsen och omfattade östra Götaland, Dalarna/Gävleborg och Örebro/Värmland. Svaren visade att såväl skogsbruket som Skogsvårdsstyrelserna anser att nyckelbiotopsdefinitionen är förankrad hos dem som planerar och avverkar. Skogsbrukets representanter och till viss del även Skogsvårdsstyrelsen tycker att definitionen är för starkt kopplad till förekomst av rödlistade arter. Orsakerna till avverkning är enligt Skogsvårdsstyrelserna ekonomiska faktorer och även informationsbrist men de tycker överlag att nyckelbiotopshanteringen fungerar bra. Samtliga som svarade från skogsbruket och Skogsvårdsstyrelsens personal anser sig ha möjlighet att påverka inom sin organisation för att förhindra att avverkning av nyckelbiotoper sker i framtiden. ■

# Förslag till övervakningsprogram för nyckelbiotoper

**Ett referat av:** Ljungkvist, H. & Norén, M. 1998. Övervakning av biologisk mångfald i det brukade skogslandskapet. Rapport 6: 1998. Skogsstyrelsen, Jönköping.

Ett förslag till övervakningsprogram för biologisk mångfald i det brukade skogslandskapet presenteras i denna Skogsstyrelse-rapport publicerad i slutet av 1990-talet. Till faktorer som hindrar igångsättning av ett sådant program hör finansiering samt bristen på mätbara mål i miljöpolitiken. Programmet skall i första hand svara på frågan om hur den biologiska mångfalden reagerar på skogsbruket som ekologisk faktor och vilken inverkan olika brukningsmetoder och ekologiska anpassningar kan ha. Programmet består av övervakning av: 1) den kända totalarealen nyckelbiotoper, 2) förändringar i nyckelbiotoper undantagna från skogsbruk, 3) biotopfragmentering i landskapsskala och 4) produktionslandskapet på beståndsnivå. Den

viktigaste uppgiften är att löpande redovisa arealbortfall som orsakas av avverkningar. Övervakningen föreslås bli kopplad till skogsvårdsorganisationens pågående tillsyn och handläggning av skogsvårds- och naturvårdslagen. En metod föreslås för övervakning av interna förändringar i orörda nyckelbiotoper. Fjärranalys blir viktigt för övervakning av landskapsutveckling och biotopfragmentering. För övervakning av produktions-skog på beståndsnivå föreslås registrering av indikatorarter och strukturella element. En kombination av bältes- och provyteinventering i permanenta ytor föreslås med många provtagningar men med mindre noggrann mätning av ett begränsat antal variabler. ■





# Grova lövträd viktiga för mossor

**Ett referat av:** Madzule, L., Brumelis, G., Tjarve, Didzis. 2012. Structures determining bryophyte species richness in a managed forest landscape in boreo-nemoral Europe. *Biodiversity Conservation* 21: 437-450.

## En studie i Lettland undersökte sambandet mellan skogliga strukturer och förekomsten av mossor. Signalarter av mossor förklarades bäst av trädslagssammansättning och diametern på grövsta lövträden.

I Lettland finns många områden i det brukade skogslandskapet som fortfarande har vissa naturskogs-kvaliteter. Det kan handla om skogar som ännu inte har slutavverkats och som tidigare bara brukades extensivt. För att hitta områden som skulle kunna vara intressanta för naturvården används ofta olika strukturer som indikatorer på skogens värde. Strukturerna kan vara förekomst av död ved, skiktning, gamla träd eller en hög andel lövträd.

### Inventering i 200 transekter

Denna studie undersökte sambanden mellan olika strukturer och artrikedomen av mossor. I slumpmässigt utvalda transekter i den statliga produktions-skogen inventerades mossor på levande träd och grov död ved. Totalt lades 200 ytor ut med storleken 50x2 meter. I varje yta registrerades diametern på levande träd, stubbar, död ved och ålder på äldsta trädet. Mossorna inventerades på tre levande träd, tre stubbar och tre lågor i samtliga ytor.

Artrikedomen av alla mossor och signalarter (arter som används för att identifiera nyckelbiotoper) användes i en modell med olika strukturer som förklarande variabler.

I det område där inventeringen gjordes (ett biosfärområde i norra Lettland) har ungefär 10 % av arealen någon form av restriktion, till exempel att kalavverkning inte är tillåten. Området har också en hög andel nyckelbiotoper. Av de 200 ytorna hamnade fem på kalytor och 38 i nyckelbiotoper.

### Lövträdens diameter viktig förklaring

Totalt hittades 56 mossarter varav åtta var signalarter. Signalarter hittades i 30 av de 200 ytorna, den vanligaste var aspfjädermossa *Neckera pennata*.

För den totala artsammansättningen av mossor förklarade den bästa modellen 41 % av variationen. Störst förklaringsgrad hade max-diametern på lövträd (27 % av variationen) följt av trädålder.

När bara signalarter ingick i modellen ökade förklaringsgraden till 54 %. De bäst förklarande variablerna var max-diameter på ädla lövträd, max-diameter på asp och max-diameter på död ved.

### Grov död ved ovanlig

En modell med enbart död ved visade dock ett svagt samband artrikedomen. De viktigaste variablerna för död ved var grundytan av död ved och antal stubbar, som tillsammans förklarade 16 % av variationen. En orsak till det förhållandevis låga sambandet kan vara brist på grov död ved i olika nedbrytningsklasser i de inventerade ytorna.

Signalarter hittades i flera ytor som inte hade klassats som nyckelbiotoper. Att de inte blivit nyckelbiotoper kan bero på att de var för unga eller hade brist på lämpliga strukturer vid den ursprungliga nyckelbiotopsinventeringen.

En slutsats av studien är att det är viktigt att spara och gynna lövträd som kan utgöra livsmiljöer för mossor. En annan slutsats är att mängden grov död ved behöver vara större för att gynna ovanliga mossarter. I de avsatta nyckelbiotoperna kan den grova döda veden förväntas öka med tiden. ■



Långflikmossa (*Nowellia curvifolia*), en signalart som hittades på 13 ytor i studien. Den växer på stubbar och död ved. Foto Hermann Schachner, Wikipedia commons.

## Kärlväxter inte lämpliga som indikatorer i gotländska barrskogar

**Ett referat av:** Mebus, F., Löfgren, A. 2003. Skogsbete i gotländska barrskogar – vad händer med floran när djuren försvinner? Svensk Botanisk Tidskrift 97, 34-45.

I ett examensarbete, som senare publicerades i en botanisk tidskrift, undersöktes kärlväxtfloran i betade barrskogar på Gotland. Bland annat jämfördes växtligheten mellan betade och obetade skogar. Som en del i studien undersöktes om signalarter är vanligare i nyckelbiotoper än i vanlig skogsmark och om signalarternas förekomst kan knytas till områden med hög artrikedom. Totalt inventerades ett 40-tal områden och en del av dessa var nyckelbiotoper. Artantalet var signifikant högre i de betade skogarna. Antalet signalarter skiljde sig inte åt mellan nyckelbiotoper och övriga områden. Det fanns ingen koppling mellan antalet rödlistade arter och antalet signalarter. Författarna drar slutsatsen att kärlväxter inte är lämpliga som indikatorarter för denna typ av nyckelbiotoper eller för rödlistade arter i denna miljö. ■

Studien är också redovisad i: Mebus, F. 2000. Kärlväxter i gotländska barrskogsbeten. En jämförande studie mellan betade och betesfredade barrskogar på Gotland. Naturgeografiska Institutionen, Biologisk-geovetenskaplig linje, Examensarbete, 10 poäng. Uppsats 3574. Stockholms universitet.

## Skriftlav och aspfjädermossa vanligaste indikatorarterna i nyckelbiotoper i Lettland

**Ett referat av:** Mezaka A., Putna, S., Erta, I. 2015. Evaluation and long-term conservation perspectives of woodland key habitat bryophyte and lichen indicators in Latgale. Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference. Volume II, 197-201. Environment. Technology. Resources, Rezekne, Latvia

I en konferensartikel redovisas en studie av förekomsten av lunglav *Lobaria pulmonaria* i östra Lettland. En analys skedde av data insamlade i samband med nyckelbiotopsinventering 1999 – 2007. Totalt fanns 32 168 nyckelbiotoper och objekt med naturvärden, indelade i 16 olika typer. Indikatorarter (arter med höga miljökrav och knutna till speciella och ovanliga miljöer, totalt 20 lavar och 17 mossor) ingick i analysen. De vanligaste lavarna var skriftlav *Graphis scripta* (921 förekomster), håll-lav *Menegazzia terebrata* (361), rostfläck *Arthonia spadicea* (355), lunglav *Lobaria pulmonaria* (247), och mossorna aspfjädermossa *Neckera pennata* (845), trubbfjädermossa *Homalia trichomanoides* (788) och höstörönmossa *Jamesoniella autumnalis* (398). Typen av biotop, deras ålder och storlek förklarade artrikedomen. Nyckelbiotoperna har inget formellt skydd i Lettland och författarna föreslår därför att de skyddas som mikroreservat, och att större reservat skapas i områden med hög täthet av nyckelbiotoper. ■



Den spektakulära skriftlaven (*Graphis scripta*). Foto Jymm, Wikipedia commons..

# Trädslagsvariation viktig för artrikedomen av lavar och mossor i ädellövskogar

Ett referat av: Mezaka, A., Brumelis, G., Piterans, A. 2012. Tree and stand-scale factors affecting richness and composition of epiphytic bryophytes and lichens in deciduous woodland key habitats. *Biodiversity Conservation* 21, 3221-3241.

**Vilka faktorer har störst betydelse för artsammansättningen och artrikedomen av lavar och mossor på träd i lövskog? I 34 nyckelbiotoper i Lettland modellerades artrikedomen i förhållande till faktorer som trädslag, trädiameter, barkstruktur, pH, trädlutning, trädålder, biototyp och beståndsstorlek. De faktorer som hade störst betydelse var trädslag och pH i barken. Naturvården bör inriktas på att upprätthålla variationen mellan strukturer och trädslag.**

I den här studien ville forskarna undersöka den relativa betydelsen av det enskilda trädet och dess egenskaper jämfört med förhållandena i hela beståndet. Det är känt att trädegenskaper som barkstruktur, ålder och trädslag har betydelse för vilka lavar och mossor som förekommer. Samtidigt har beståndsmiljön också betydelse. Träd och bestånd är förstås beroende av varandra, men det är ändå viktigt för naturvården att veta i vilken grad skötsel ska inriktas mot beståndsstruktur och vård av enskilda träd.

## Ädellöv och aspskog i Lettland

Studien gjordes i ädellövskogsdominerade nyckelbiotoper i Lettland. Ädellövskogar upptar bara 1 % av skogsmarken i landet. Förutom ädellövbestånd valdes också aspdominerade bestånd ut för studien som totalt omfattade 34 bestånd fördelade på naturtyperna ädellövskog, aspskog, raviner, slutningar och kantzoner mot vattendrag. I varje nyckelbiotop registrerades trädlevande lavar och mossor på 30 träd. För varje träd registrerades trädslag, diameter, barkstruktur, bark-pH och trädens lutning, och för beståndet noterades beståndsstorlek, ålder och

naturtyp. En modell sattes upp där träd- och beståndsdata var oberoende variabler och artrikedomen och förekomst av arter i olika grupper var beroende.

Totalt hittades 73 mossarter och 75 lavararter. Tio mossor och fem lavar var rödlistade i Lettland. Signalarter (12 mossor och 9 lavar) förekom också. Den största artrikedomen av mossor hittades i ravinmiljöer och av lavar i kantzoner mot vattendrag.

## Trädslag och bark-pH viktiga för artsammansättningen

Mossorna var mest artrika på lundalm, ask och asp, och avenbok hyste de flesta rödlistade mossorna. För lavar var artrikedomen störst på lind och rönn, medan klibbal och ek hade lågt antal lavararter.

En statistisk analys visade att artsammansättningen främst berodde på pH i barken och trädslag. Vissa arter fanns mest på träd med lågt pH som björk, klibbal, lind och ek. Högt pH (lönn och ask) hyste en annan flora.

Beståndsfaktorerna hade liten betydelse för artrikedomen i jämförelse med trädfaktorerna. På beståndsnivå var det främst trädslagsvariationen som påverkade artrikedomen. Nyckelbiotoperna var ofta så små att storleken inte betydde något i modellerna.

Till författarnas slutsatser hör att skötseln av nyckelbiotoperna bör inriktas mot ökad variation i både trädslag och trädstruktur. Lövträd i omgivande bestånd gynnas så att lavar och mossor har möjlighet att kolonisera nya stammar när de gamla dör eller faller omkull. Bland lövträden är asp och ädellövträd viktigast.

Det är vanligt att naturvårdande skötsel inriktas mot att röja bort plantor kring trädstammar. På sikt är det dock viktigt att spara tillräckligt många plantor så att substrat- och trädslagsvariationen kan upprätthållas. ■



Lundalm (*Ulmus minor*), ask (*Fraxinus excelsior*) och asp (*Populus tremula*), de tre trädslag som hade den mest artrika sammansättningen av mossor. Foto Pixabay (lundalm och ask), Sarunas Simkus, Wikipedia commons (asp).

# Den första beskrivningen av nyckelbiotoper

Ett referat av: Nitare, J., Norén, M. 1992. Nyckelbiotoper kartläggs i nytt projekt vid Skogsstyrelsen. Svensk Botanisk Tidskrift 86, 219-226.

**Det var genom en artikel i Svensk Botanisk Tidskrift som nyckelbiotopsbegreppet presenterades första gången. I artikeln redovisas teorierna bakom begreppet och hur nyckelelement och signalarter kan användas som indikatorer för biotoperna.**

Skogsstyrelsen fick 1990 ett uppdrag av regeringen att hitta en metod för att identifiera känsliga skogsmiljöer för sällsynta växter och djur. Efter två års försöksverksamhet började de dåvarande skogsvårdsstyrelserna att kartlägga dessa naturtyper, som då hade fått namnet nyckelbiotoper.

Tanken var att nyckelbiotoper skulle vara särskilt värdefulla naturtyper där det kan förväntas förekomma akut hotade, sårbara, sällsynta eller hänsynskrävande arter. Man insåg tidigt att de utpekade arterna inte behöver påträffas, och inventerarna behöver heller inte känna igen alla hotade arter. Kartläggningen skulle i stället bygga på indirekta kriterier som kan identifieras i terrängen, exempelvis av en skoglig planläggare.

## Avvikande, mindre områden

Någon storleksbegränsning gjordes inte. Både storlek och frekvens kan variera beroende på läge i landet och typ av biotop. Det fastslogs dock att i praktiken kommer det att handla om avvikande, mindre områden med höga naturvärden som ligger insprängda i den vanliga skogsmarken.

Ett nyckelobjekt är ett bestånd där det kan finnas en eller flera nyckelbiotoper. Varje nyckelbiotop kan i sin tur innehålla ett eller flera nyckelelement. Dessa har sedan mer eller mindre tydliga mikromiljöer (strukturer) där vissa arter kan eftersökas, t.ex. sprickor, sipperytor etc.

Artkoncentrationer är ingen slump, konstaterar artikeln. Det är inte förvånande om viktiga lokaler för hotade kärlväxter eller kryptogamer också är viktiga för hotade insekter, landsnäckor eller fåglar. Ansamlingen av sällsynta arter kan bero på bland annat skogens ålder och kontinuitet, äldre markanvändning, naturgivna ståndortsfaktorer och frekvensen av viktiga element.

## Tre grupper

Nyckelbiotoperna kan grovt delas in i tre grupper:

1. Biotoper som genom avsaknad av tidigare ekologiska störningar har erhållit höga naturvärden (miljöer med kontinuitet och störningskänsliga arter)
2. Biotoper som på grund av tidigare ekologiska störningar har erhållit höga naturvärden (miljöer med hävd- eller successionskvaliteter)
3. Biotoper som på grund av sällsynta ståndortsfaktorer erhållit höga naturvärden (t.ex. speciella berggrunds, jordart eller fuktighet).

## Signalarter

Signalarter är indikatorer på högt naturvärde. Bland signalarterna ges exempel som ögonpyrola *Moneses uniflora*, lunglav *Lobaria pulmonaria*, talticka *Phellinus pini*, rosenticka *Fomitopsis rosea* och kandelabersvamp *Calvicorona pyxidata*. Frekvensen av signalarter kan ge en bild av ett objekts naturvärde. Här framhålls att det är viktigt att öka kunskapen om olika signalarter och deras indikatorvärde i olika biotoper och naturgeografiska regioner.

## Spridningskärnor

Ett motiv för nyckelbiotoperna är att de nu är restbiotoper för hotade arter i ett i övrigt brukat landskap. De kan då ses som värdefulla spridningskärnor som bör beaktas i den landskaps-ekologiska planeringen.

När artikeln publicerades hade inventeringen bara påbörjats och det fanns ännu ingen information om nyckelbiotopernas antal och fördelning. ■

Exempel på nyckelbiotoper och nyckelelement i skogsmark (i denna tabell listas nyckelbiotoperna och nyckelelementen oberoende av varandra).

Nyckelbiotoper, exempel	Nyckelelement, exempel
urskogsartad tallskog	granlåga
kalktallskog	asplåga
urskogsartad granskog	naturlig stubbe
lövrik barrnaturskog	högstubbe
lövrik barrnaturskog	hamlat träd
örtrik gransumpskog	myrstack
alsumpskog	torrträd
lövskogslund	grov trädsockel
lövbränna	gammal tall
lövängsrest	gammal gran
äldre skogsbete	gammal ek
bergbrant	gammal asp
rasbrant	gammal lind
blockmark	block
primär strandskog	mossblock
bäckdråg	lodyta
bäckravin	källa

# Naturvårdsgallring i ekskogar gynnar lavar och svampar

Ett referat av: Nordén, B., Palto, H., Claesson, C., Götmark, F. 2012. Partial cutting can enhance epiphyte conservation in temperate oak-rich forests. Forest Ecology and Management 270, 35-44.

**I 24 ekskogar undersöktes effekterna av naturvårdsgallring på trädlevande lavar, mossor, svampar och en alg. Sex år efter gallringen noterades signifikant positiva effekter. Arttätheten ökade för mossor och var oförändrad för lavar, medan lavarna i kontrollytorna minskade kraftigt. I de gallrade ytorna noterades en högre kolonisering och ett lägre utdöende av lavar jämfört med kontrollytorna.**

Igenväxning av tidigare öppna ekländskap är ett problem för många rödlistade arter som lever på grova ekstammar. Den svenska rödlistan (2010 års version) listar 20 trädlevande lavar som är knutna till gamla ekar. Ett sätt att återskapa en del av den ursprungliga miljön är gallring och röjning av underväxten i ekskogarna. Genom att glesa ut beståndet kan mer ljus och värme nå ner till ekstammarna, och de gamla ekarna får större möjlighet att fortsätta att utvecklas. En gallring behöver dock inte bara vara positiv. Det finns resultat som visar att lav- och mossfloran både missgynnats och gynnats av att beståndet öppnas upp.

Denna studie är en av de första som i ett storskaligt försök undersöker gallringens effekter på hela den epifytiska lav- och mossfloran i ekskog. Experimentet gjordes i 24 ekskogar i södra Sverige. Samtliga skogar var utvalda nyckelbiotoper, reservat eller motsvarande. Bestånden har använts i flera andra artiklar från forskargruppen vid Göteborgs universitet.

## 1-hektars rutor med och utan gallring

Syftet med studien var att undersöka hur artsammansättning, artantal, kolonisering och utdöende påverkas av gallring, och om selektiv gallring (plockhuggning) kan användas som ett verktyg i naturvården.

I varje försöksyta (exskog) markerades två ytor på vardera 100x100 meter. Den ena användes som kontroll och i den andra gallrades ungefär 25 % av grundytan ut bland levande träd och buskar. En inventering av trädlevande lavar och mossor gjordes före gallringen på ett urval av ekstammarna i varje försöksyta. Dessutom inventerades fyra svamparter (sporsäcksvampar) och rödfärgsalg (*Trentepohlia umbrina*), som var vanliga i bestånden. Motsvarande inventering gjordes sex år efter gallringen. Arttätheten mättes med rutnät på ekstammarna. Vid inventeringen gjordes också mätningar av trädskiktet, död ved och ljusinsläpp i beståndet.

## Mer ljus och mindre krontäckning

Efter gallringen var ljusinsläppet till stammarna signifikant högre, 5 500 lux per träd jämfört med 1 200 lux i den ogallrade kontrollytan. Krontäckningen var högre i kontrollytorna (36 %) än i de gallrade bestånden (26 %).

## Nykolonisering efter gallringen

Totalt noterades 142 trädlevande arter: 109 lavar, 27 mossor, fem svampar och en algart. Arttätheten (antal arter per rutnät) ökade (mossor) eller var oförändrad (lavar) i de gallrade ytorna. I kontrollytorna var arttätheten oförändrad för mossor men minskade kraftigt för lavar.

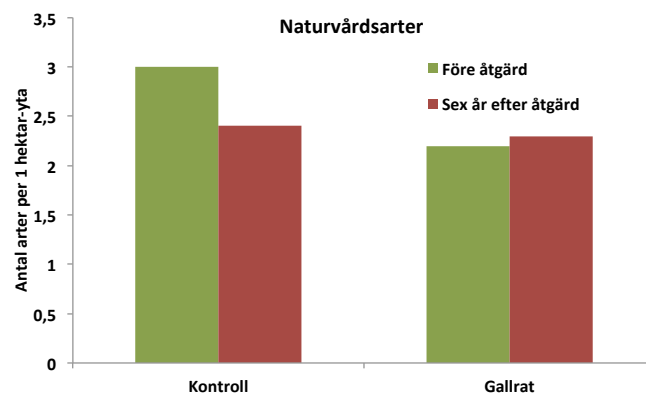
I de gallrade ytorna noterades en större andel nykolonisering av lavar jämfört med kontrollytorna. Nykolonisering innebar att lavarna hade etablerat sig efter den första inventeringen. De gallrade ytorna hade också lägre utdöende av lavar än kontrollytorna, alltså lavar som inte kunde återfinnas vid uppföljningen.

## Fler ytor med rödlistade arter efter gallring

Bland lavarterna fanns sju rödlistade arter och 18 signalarter. I de gallrade ytorna hittades rödlistade arter i fyra ytor före gallringen och nio ytor efteråt. I kontrollytorna fanns rödlistade arter i sex ytor före och sju ytor i inventeringen efter sex år. Nykolonisationen av rödlistade arter och signalarter var signifikant större i de gallrade bestånden. För de koloniserande arterna söktes närmaste värdträd upp, alltså det träd varifrån arten kan ha spridit sig. I genomsnitt var avståndet dit 64 meter.

## Gallring gynnsamt i ekrika miljöer men inte för alla arter

Författarna drar slutsatsen att gallringen hade en positiv effekt på artsammansättningen. Samtidigt finns arter som kan missgynnas av om bestånden blir för öppna och ljusa. I rapporten föreslås att en del av varje bestånd lämnas utan åtgärd, både för att bevara den skuggiga miljön och som referens för framtiden.



Genomsnittligt antal naturvårdsarter (rödlistade arter och signalarter) i gallrade och orörda ytor från de 24 bestånden i studien.

# Signalarter är en svag signal för rödlistade arter

**Ett referat av:** Nordén, B., Paltto, H., Götmark, F., Wallin, W. 2007. Indicators of biodiversity, what do they indicate? Lessons for conservation of cryptogams in oak-rich forest. *Biological Conservation* 135, 369-379.

**Signalarter är tänkta att indikera förekomst av ovanliga arter. I en studie undersöktes korrelationen mellan signalarter och rödlistade arter. Förekomst av signalarter visade ett positivt samband med artrikedomen av lavar, däremot var sambandet svagt med rödlistade arter.**

Ovanliga arter, som de på rödlistan, är per definition svåra att inventera eftersom de är just ovanliga. Dessutom kräver en inventering ofta expertkunskap. I stället används olika indirekta metoder som indikatorer på förekomsten av ovanliga arter. Substrat, till exempel död ved eller lodytor, kan vara en indikator. Signalarter är en annan ansats, där förekomsten av mer vanliga och lättinventerade arter kan indikera såväl artrikedomen och diversitet som förekomst av rödlistade arter. Signalarternas värde för att identifiera biologiskt värdefulla områden hade dock, vid denna studies genomförande, inte utvärderats fullständigt. Signalarter används bland annat vid identifiering av nyckelbiotoper.

## Undersökning i ekdominerade biotoper

Studien fokuserar på kryptogamarter. I 25 ekdominerade skogar (bland annat nyckelbiotoper) i Götaland har fullständiga artinventeringar gjorts av lavar, mossor och vedlevande svampar. Frågeställningen var om signalarterna kan användas för att avgränsa områden med rödlistade arter, om det finns ett samband mellan signalarter och rödlistade arter, samt hur sambandet ser ut mellan artrikedomen i ett bestånd och antalet rödlistade och signalarter.

De inventerade områdena är en del av det omfattande Ekprojektet som bedrivs vid Göteborgs universitet.

## 53 signalarter

Totalt hittades 179 arter av mossor, 131 av lavar och 404 av vedlevande svampar. Av mossorna var 20 arter signalarter och en var rödlistad. Bland lavarna var 27 signalarter och 17 var rödlistade. Motsvarande för vedlevande svampar var sex signalarter och nio rödlistade arter.

## Svaga samband

För lavar, där det fanns många rödlistade arter, hittades ett positivt samband mellan signalarter och rödlistade arter för de arter som främst växer i lövskog. Det fanns också ett signifikant positivt samband mellan signalarter och artrikedomen av lavar. För vedlevande svampar hittades också ett signifikant positivt samband mellan signalarter och total artrikedomen.

När alla artgrupper slås samman hittades inget samband mellan antalet signalarter och rödlistade arter.

I studien varierade antal rödlistade arter per nyckelbiotop från 0-7 och för signalarter från 3-15.

## Begränsad användbarhet

Författarna drog slutsatsen att den nu gällande listan över signalarter inte är användbar för att hitta områden med rödlistade arter. Ett undantag kan vara lavar i ädellövskog. Signalarter kan däremot vara till nytta i mer storskaliga inventeringar för att identifiera olika skogstyper eller "Objekt med naturvärden", dvs. områden som inte uppfyller kraven på att vara nyckelbiotop men som ändå kan vara viktiga för den biologiska mångfalden. Vid en prioritering för skydd av nyckelbiotoper kan det dock krävas separata inventeringar av rödlistade arter eller andra verktyg för att utvärdera naturvärdet.

I en annan studie som har utnyttjat samma material konstaterade Paltto m.fl. (2006) att fragmentisering och miljöförändringar i omgivningen kan ha stor påverkan på rödlistade arter, däremot inte på signalarter. Signalarterna har ofta en bredare ekologisk amplitud och är mer lättspridda än många rödlistade arter. ■

Samma studiematerial används i Paltto, H., Nordén, B., Götmark, F., Franc, N. 2006. At which spatial and temporal scales does landscape context affect local density of Red Data Book and Indicator species. *Biological Conservation* 133, 442-454.

Korrelationer mellan artrikedomen för signalarter, rödlistade arter och samtliga arter för respektive organismgrupp. Korrelationen är r-värde. ns=ej signifikant, \*-\*\*\* är signifikanta korrelationer. Ett fall (rödlistade mot signalarter av lavar) var nästan signifikant, därför presenteras också p-värdet.

Artgrupper	Korrelation (r-värde)
<b>Mossor</b>	
alla – signal	0,25 ns
<b>Lavar</b>	
rödlistade – signal	0,37 (ns, p=0,07)
rödlistade – alla	0,18 ns
alla – signal	0,30 *
<b>Vedlevande svampar</b>	
rödlistade – signal	-0,19 ns
alla – rödlistade	0,05 ns
alla – signal	0,46 ***

# Nyckelbiotoper i Vilhelmina kommun vanligast i områden med lite skogsbruk

**Ett referat av:** Olofsson, I. 2014. Nyckelbiotoper och kontinuitetsskog i Vilhelmina Kommun - i ett landskapsperspektiv. Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Umeå. Jägmästarprogrammet.

I detta kandidatarbete studerades sambandet mellan nyckelbiotoper och koncentrationer med skog som inte brukats med trakthyggesbruk (kontinuitetsskog), i Vilhelmina kommun, Västerbotten. En stor del av arealen nyckelbiotop (63 %) i den sydöstra delen av kommunen låg i skog som inte blivit genomhuggen med trakthyggesbruk, med en koncentration i sammanhängande opåverkade skogsområden större än 1000 och 500 hektar. Nyckelbiotopernas medelstorlek och totala areella utbredning ökade från öst till väst närmare fjällkedjan. Fördelningen av nyckelbiotoper indikerar att områden som inte påverkats av trakthyggesbruk har högre värden än sådana där kalavverkning skett. Den visar också att stora sammanhängande områden av kontinuitetsskogar finns att tillgå. Sådana områden kan vara aktuella för framtida avsättningar för ett mer uthålligt bevarande av biologisk mångfald på landskapsnivå. ■



MÖLNEBO, HEBY, UPPLAND. NYCKELBIOTOP N11115-1997. BARRSKOG DÄR GRANEN BLIVIT BORTGALLRAD.. FOTO LENA GUSTAFSSON, 2017.

# Landskapet påverkar förekomsten av rödlistade mossor och lavar i nyckelbiotoper

Ett referat av: Paltto, H., Nordén, B., Götmark, F., Franc, N. 2006. At which spatial and temporal scales does landscape context affect local density of Red Data Book and Indicator species. *Biological Conservation* 133, 442-454.

## Det omgivande landskapet påverkar förekomsten av rödlistade lavar och mossor i nyckelbiotoper. För kärlväxter och svampar är dock beståndsmiljön mer avgörande. Det visar en studie gjord i ekdominerade miljöer i Götaland.

Studien genomfördes i 22 ekdominerade miljöer, varav många nyckelbiotopklassade, i Götaland. Samma material har använts i flera andra artiklar från Ekprojektet vid Göteborgs universitet.

Syftet med studien var att undersöka hur förekomsten av rödlistade arter och signalarter påverkas av vilken geografisk skala de undersöks i. Dessutom undersöktes den tidsmässiga skalan, från den historiska utbredningen av ädellövskog i omgivande landskap till dagens. De två geografiska skalorna var området närmast nyckelbiotopen (0-1 km) jämfört med 1-5 km ifrån.

Datamaterialet bakom studien var en inventering av både rödlistade arter och signalarter av kärlväxter, lavar, mossor och vedlevande svampar. Signalarter är arter som är tänkta att indikera förekomsten av ovanliga arter eller rika miljöer.

### Rödlistade arter på tillfälliga substrat

Vid inventeringen hittades 18 rödlistade arter och 53 signalarter som var knutna till ädellövskog. Tio arter var gemensamma för båda kategorierna. De vanligast förekommande arterna var laven rostfläck *Arthonia vinosa*, blåsippa *Anemone hepatica*, de vedlevande svamparna fläckticka *Skeletocutis nivea* och kantarrellmussling *Plicatura crispa*, och mossorna fällmossa *Antitrichia curtispindula* och stubbspretmossa *Herzogiella seligeri*.

De rödlistade arterna fanns företrädesvis på tillfälliga substrat som levande och döda träd, medan signalarterna levde på både tillfälliga och fasta substrat som mark och stenar.

### Mer lövskog nära nyckelbiotoperna

Inom en cirkel på 1 kilometer runt nyckelbiotoperna var andelen ädellövskog högre än utanför. Samma fenomen syntes för nyckelbiotoper med ädellövskog som sjönk från 28 % inom 1 kilometer till 7 % på 1-8 kilometers avstånd. Historiskt har andelen ädellövskog varit högre, i genomsnitt 15 % mot 11 % idag (avstånd 0-5 km från nyckelbiotopen).

### Rödlistade mer beroende av omgivande landskap

Mängden signalarter var inte korrelerat med någon landskapsvariabel. Däremot var mängden rödlistade arter positivt korrelerad med andelen ädellövskog inom 1-5 kilometer från nyckelbiotopen.

### Landskapets historia påverkade

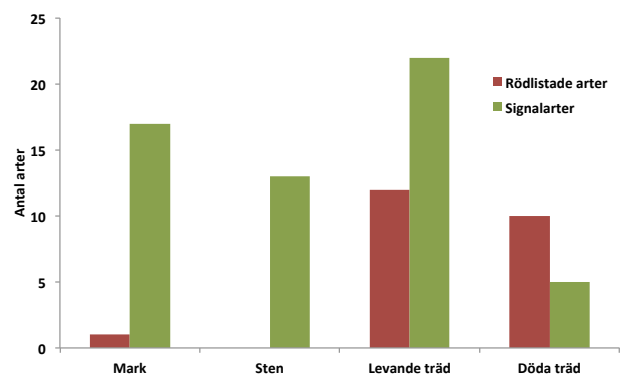
Kärlväxter och vedlevande svampar visade ett positivt samband med den historiska andelen ädellövskog. Däremot var lavar och mossor mer beroende av tillståndet i dag. En förklaring

till att svampar har ett "mer historiskt minne" är att de lever på nedbruten ved, och att det därför tar längre tid innan deras miljö förändras. Lavar och mossor som lever på levande träd kan snabbare anpassa sig till nya miljöförhållanden.

### Rödlistade arter känsliga för omgivande landskap

Författarna drar slutsatsen att indikatorarter har en bredare ekologisk amplitud och är mer lättspredda, därför är de inte lika beroende av det omgivande landskapet. För rödlistade arter gäller motsatsen, de är beroende av att det finns lämpliga substrat och miljöer i landskapet runtomkring. Rödlistade arter är därför mer känsliga för fragmentering. ■

Samma studiematerial används i Nordén, B., Paltto, H., Götmark, F., Wallin, W. 2007. Indicators of biodiversity, what do they indicate? Lessons for conservation of cryptogams in oak-rich forest. *Biological Conservation* 135, 369-379.



Rödlistade arter förekom i högre grad på tillfälliga substrat som levande och döda träd medan signalarter också hittas på fasta substrat som stenar och mark.



# Skogsbruksåtgärder i en fjärdedel av nyckelbiotoperna

**Ett referat av:** Perhans, K. 2003. Avverkning i nyckelbiotoper. En fältstudie i norra Stockholms län. Magisteruppsats (20 poäng). Stockholm universitet. Institutionen för biologisk grundutbildning. Centrum för Tvärvetenskaplig Miljöforskning.

Syftet med den här magisteruppsatsen var att undersöka olika former av avverkning i nyckelbiotoper i norra Stockholms län och i vilken grad eventuella ingrepp varit kända av Skogsvårdsstyrelsen. Femtiofyra slumpvis utvalda nyckelbiotoper undersöktes och all form av avverkning som skett sedan nyckelbiotopen registrerades noterades. Jämförelser gjordes med Skogsvårdsstyrelsens register över skogliga åtgärder som berör nyckelbiotoper. Tjugofyra procent av nyckelbiotoperna var påverkade av någon form av avverkning som kan tänkas påverka den biologiska mångfalden negativt. Om en skyddszon på 50 meter runt nyckelbiotoperna inkluderades ökade andelen till 30 %. Bara en tredjedel av avverkningarna hade registre-

rats i Skogsvårdsstyrelsens databas. Ingen statistiskt säkerställd skillnad när det gäller avverkning fanns mellan stora och små nyckelbiotoper eller mellan den tidpunkt då de registrerats. Resultaten indikerar att information från fältstudier kan vara ett värdefullt komplement till de uppgifter om avverkningar som Skogsvårdsstyrelsen får genom tillsyn och fjärranalys. I uppsatsen förs också en diskussion kring nyckelbiotopers värde från naturvårdssynpunkt och hur kunskapen från nyckelbiotopsinventeringen skulle kunna användas. ■



ASMUNDS KÄLLA, SIBBARP, HALLAND. NYCKELBIOTOP, KÄLLA. AVVERKNINGSPLANERAT. FOTO LENA GUSTAFSSON, 2018.

# 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 252 mossarter och 176 lavararter vid inventeringen.

## Hänsynsytorna hade förhållandevis låg kvalitet

Hänsynsytorna hade färre rödlistade arter och indikatorarter än nyckelbiotoper och reservat och skiljde 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 hänsynsytor och den gamla, brukade skogen. För lavar kunde endast ett signifikant högre antal rödlistade arter ses i nyckelbiotoperna jämfört med hänsynsytorna.

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

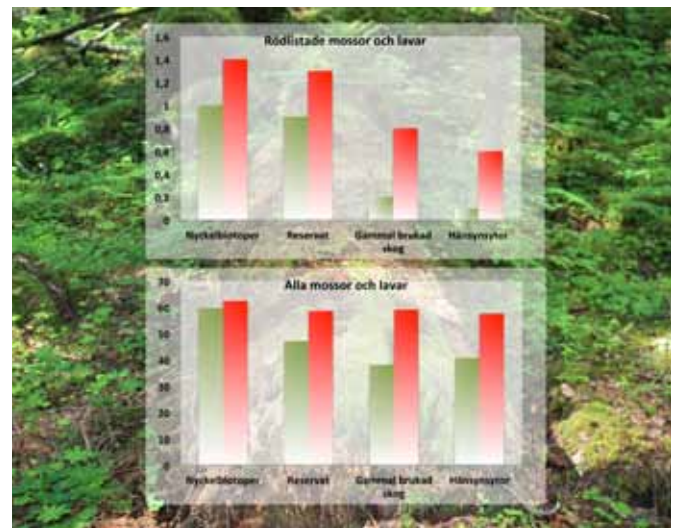
Då man i en annan analys krävde att det skulle finnas minst tre förekomster av en art i en yta, som kan ses som ett tecken på ökade överlevnadschanser på sikt, ökade naturreservatens värde för arterna till nästan samma nivå som för nyckelbiotoperna.

## Gammal, skött skog fortfarande artrik

Den gamla, sköta 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 enskilda skyddsformen med den andra bör man arbeta med att optimera innehållet i varje skyddsform. ■



Nyckelbiotoper och reservat hyste framför allt fler rödlistade mossor (gröna staplar) och lavar (röda staplar), men också fler övriga arter. Y-axeln anger medelantalet arter per cirkelprovyta. Foto Mats Hannerz



ÖRBÄCK, TVÄRSKOG, KALMAR. BIOTOPSKYDD OCH NYCKELBIOTOP N10778-1998. SANDBARRSKOG.  
FOTO MATS HANNERZ, 2018.

# Vad styr finska planläggnings urval av nyckelbiotoper?

Ett referat av: Primmer, E., & Karppinen, H. 2010. Professional judgment in non-industrial private forestry: Forester attitudes and social norms influencing biodiversity conservation. *Forest Policy and Economics*, 12: 136-146.

**I Finland skyddas nyckelbiotoper enligt lagen. Ibland väljer skoglig personal ut nyckelbiotoper med lite högre ambition än vad som strikt anges i lagen. Vad styr detta? En enkät besvarades av cirka 300 skogliga planerare som arbetade på uppdrag av privatskogsbruket. "Sociala normer" var det viktigaste för deras urval och då framförallt hur kollegor brukar göra liknande bedömningar.**

## Finska nyckelbiotoper skyddade enligt lag

Enligt den finska skogslagen ska "särskilt viktiga livsmiljöer" (Forest Act habitats) avgränsas och skyddas som nyckelbiotoper. Detta görs av planläggare som en del i den skogliga planeringen. Avgränsningen görs dock bara i bestånd som ingår i planläggningen. Om miljön sträcker sig utanför beståndet behöver detta inte tas med. Större områden kan dock avgränsas på frivillig basis av en intresserad planläggare som också kan välja ut andra värdefulla miljöer än de typer som är angivna i lagen, för frivillig avsättning.

## Vad styr en hög ambition?

I studien låg fokus på att ta reda på vad som styr om planläggarna väljer att avgränsa nyckelbiotoper med en högre ambition än vad som lagen anger. Detta kopplades till "teorin om planerat beteende" inom den samhällsvetenskapliga forskningen där faktorer som attityder, normer och upplevd kontroll är viktiga. En enkät skickades ut till cirka 700 skogliga planläggare och 311 svarade, vilket var en svarsfrekvens på 58 %. Planläggarna arbetade vid allmänna institutioner, privata företag och intresseorganisationer.

## Viktigast är hur andra gör

En ganska hög andel uppgav att de tänkte avgränsa hela nyckelbiotoper (74 %) och även andra miljöer utöver lagens krav (71 %). Sociala normer, och då framförallt kollegornas sätt att avgränsa, visade sig vara viktiga för planläggarnas val. Detta gällde särskilt avgränsning av miljöer som inte anges i lagen där planläggarna också upplevde att de agerade mer självständigt jämfört med avgränsning av ytterligare miljöer. Detta visar betydelsen av professionella nätverk och de normer som uppstår där. En stor andel av de som svarade uppgav också att de framöver kommer att ha samma beteende som tidigare, dvs. få trodde att de skulle ändra sitt sätt att arbeta på ett påtagligt sätt. ■

De påståenden som planläggarna höll mest med om. Procentsiffran anger andelen som svarade ja på frågan.

Påstående	% som svarade ja
Att lämna en nyckelbiotop eller annan värdefull miljö utanför vad som lagen kräver kommer att bevara biologisk mångfald	88
De områden som avgränsats utöver lagkravet har speciella egenskaper	79
En skog i naturligt tillstånd bidrar till bevarande av biologisk mångfald	70
Kommersiellt nyttjande av skog hotar inte biologisk mångfald	68
Hotade arter är beroende av nyckelbiotoper och andra värdefulla miljöer	67
Små områden som avgränsas utanför lagens strikta definition för nyckelbiotoper är tillräckligt för att bevara biologisk mångfald	57
Ju större område som avgränsas desto mer biologisk mångfald bevaras	57

Samma intervju material användes i Primmer, E., & Wolf, S. A. 2009. Empirical accounting of adaptation to environmental change: Organizational competencies and biodiversity in Finnish forest management. *Ecology and Society*, 14. <http://www.jstor.org/stable/26268311>.

# Organisationer arbetar likartat med finska nyckelbiotopsinventeringen

**Ett referat av:** Primmer, E., & Wolf, S. A. 2009. Empirical accounting of adaptation to environmental change: Organizational competencies and biodiversity in Finnish forest management. *Ecology and Society* 14. <http://www.jstor.org/stable/26268311>.

**En enkät besvarades av 311 planläggare inom privatskogsbruket i Finland. De tillhörde olika organisationer: statliga, bolag, skogsägarföreningar och privata. Det fanns stora likheter mellan organisationerna i hur de genomförde kartläggning av nyckelbiotoper. Forskarna urskilde bra kommunikation med fältpersonalen och naturvårdsutbildning som de viktigaste faktorerna för ett effektivt inventeringsarbete.**

## Finska nyckelbiotoper

Vid artikelns publicering (2009) fanns 79 000 nyckelbiotoper på privatskogsmarken i Finland med en medelareal på 0,6 ha. Andel av skogsmarken varierade mellan 0,3 % och 1,5 % beroende på region. Enligt finska skogslagen ska nyckelbiotoper skyddas och möjligheten till skogliga åtgärder inom dem inklusive dikning är kraftigt begränsade. Urvalet görs av skogliga planläggare, antingen i samband med långsiktig planering (som ofta sker i 10-årsintervall) eller vid kortsiktig avverkningsplanering, enligt branschgemensamma anvisningar.

## Enkät till planläggare

En enkät skickades år 2006 ut till cirka 700 skogliga planläggare och 311 svarade, vilket var en svarsfrekvens på 58 %. De tillhörde fyra olika typer av organisationer: regionala statliga myndigheter, skogsägarföreningar, skogsbolag och enskilda företagare. Medelåldern var 46 år, 92 % var män och 83 % bodde på landsbygden eller i småstäder. Två tredjedelar var själva skogsägare. Data samlades in om hur stor areal och hur många nyckelbiotoper varje planläggare hade avgränsat år 2005.

## Liten tid lagd på naturvård

Nittio procent uppgav att de lade mindre än 10 % av sin arbetstid på naturvårdsuppgifter och 40 % uppgav att inte lade någon tid alls på detta. De flesta arbetade alltså inte särskilt aktivt med naturvård och istället stod en liten andel av planerarna för en stor del av aktiviteten. En genomsnittlig planerare urskilde en nyckelbiotop på var 18:e hektar planerad skog.

## Ingen stor skillnad mellan olika organisationer

De fyra organisationstyperna skiljde sig åt en del när det gäller t.ex. yrkeserfarenhet, ålder och tillgång till GIS-information men skillnaderna var små när det gäller hur stor areal och hur många nyckelbiotoper som de avgränsade. Författarna framför att en historiskt välstrukturerad skogssektor med stor intern koordinering och gemensamma yrkesnormer är förklaringen. Detta kan vara positivt eftersom den visar på en jämn kompetens mellan olika aktörer. Det kan dock vara ett hinder om behov finns av snabba förändringsprocesser.

## Kontakt med fältpersonal och naturvårdsutbildning viktig

Kontakt med fältpersonal var en av de viktigaste faktorerna för att förklara hur mycket nyckelbiotoper som urskildes per planlagd areal. Detta visar på vikten av att organisationerna hittar bra kommunikationskedjor till och mellan dem som utför dagligt fältarbete eftersom detta kan snabba på besluten. Utbildning i naturvård var också en viktig faktor. ■

Samma intervjumaterial användes i studien Primmer, E., & Karppinen, H. 2010. Professional judgment in non-industrial private forestry: Forester attitudes and social norms influencing biodiversity conservation. *Forest Policy and Economics* 12, 136-146.

# Barkens pH påverkar artsammansättningen av mossor

Ett referat av: Putna, S., Mezaka, A. 2014. Preferences of epiphytic bryophytes for forest stand and substrate in North-East Latvia. *Folia Cryptogamica Estonia* 51, 75-83

**I en studie från Lettland undersöktes mossor i nyckelbiotoper och omgivande produktionsskog. Täckningen av mossor förklarades av strukturer som trädslag, bark-pH, stamdiameter och skuggighet. Däremot hittades inga direkta samband mellan artrikedom och skogliga strukturer. Artsammansättningen förklarades till viss del av barkens pH, där vissa arter föredrar rikbark och andra mer fattig bark. Störst artrikedom fanns dock på den fattigaste barken, hos björk.**

## Nyckelbiotoper och brukad skog

Trädlevande mossor undersöktes i nyckelbiotoper och produktionsskogsbestånd i nordöstra Lettland (distriktet Gulbene). Syftet var dels att jämföra artsammansättningen i nyckelbiotoper och brukad skog, dels att undersöka vilka strukturer i skogen som bäst förklarar artrikedomen och artsammansättningen bland epifytiska mossor.

Inventeringen gjordes i 17 ytor i sex nyckelbiotoper och två ytor i produktionsskogar. Alla trädlevande mossor inventerades upp till 1,5 meters höjd. Totalt inventerades 117 träd fördelade på 15 trädslag. I ytorna registrerades också trädslag, stamdiameter, bark-pH och hur högt upp det sammanhängande mosstäcket sträckte sig i olika riktningar. Dessutom klassades beståndets skuggighet med hänsyn till krontäcke och provytans storlek.

Med linjära modeller undersöktes mossornas artrikedom och sammansättning förklarades av variabler som trädslag, diameter, exposition och bark-pH. Sambanden med miljövariabler undersöktes också med korrespondensanalys (CCA).

## Täckningsgraden förklaras av skogliga strukturer

Totalt hittades 32 epifytiska mossarter varav fem var rödlistade i Lettland (liten baronmossa *Anomodon longifolius*, trubbfjädermossa *Homalia trichomanoides*, höstöronmossa *Jamesoniella autumnalis*, blåsflikmossa *Lejeunea cavifolia* och aspfjädermossa *Neckera pennata*). Störst artrikedom hittades på björk följt av asp, klibbal och gran.

I den linjära modellen fanns ett samband mellan mossornas totala täckningsgrad och de förklarande variablerna trädslag, bark-pH, stamdiameter och skuggighet. Däremot fanns inget signifikant samband mellan strukturerna och total artrikedom. För signalarter var det bara trädslag som gav en signifikant förklaring.

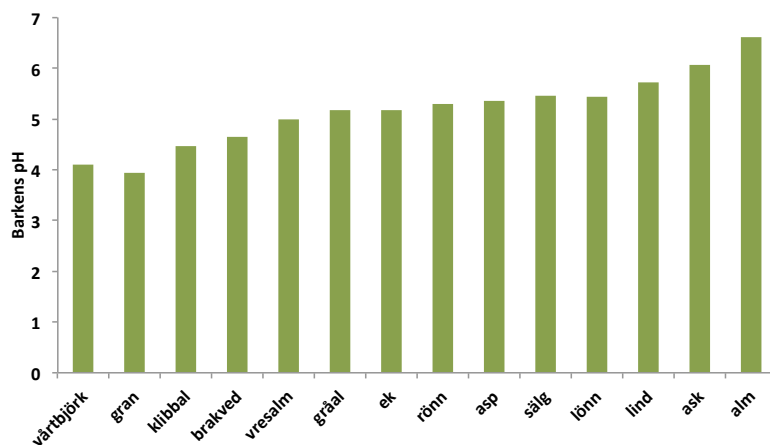
## Alm hade högst pH i barken

Trädslagen skiljde sig mycket i sin barkkemi. Högst pH i barken hade alm (6,1) medan vartbjörk hade lägst (3,5). Korrespondensanalysen visade att bark-pH hade betydelse för artsammansättningen. Arter som plattsvepemossa *Radula complanata*, liten baronmossa, trubbfjädermossa, blåsflikmossa och aspfjädermossa förekom mest på arter med högt bark-pH. Andra arter var varnligare på träd med lågt pH (stubbkvastmossa *Dicranum montanum*, tät fransmossa *Ptilidium pulcherrimum*, höstöronmossa).

Den högsta artrikedomen av mossor hittades i halvskuggiga lövskogar och i skuggiga blandskogsbestånd med barrträd och lövträd. I klibbalbestånd på fuktig mark var artrikedomen lägre.

## Sena successionsarter i nyckelbiotoperna

Två nyckelbiotoper och två produktionsskogsytor av samma skogstyp jämfördes också. Här hittades 19 arter, varav tre signalarter, i nyckelbiotoperna, och 13 arter, varav två signalarter, i produktionsskogen. Nyckelbiotoperna hade fler arter som indikerade sena successionsarter medan produktionsskogen hade mer arter som dyker upp tidigt i successionen eller har en bred ekologisk amplitud. ■



Barkens pH-värde skiljer sig mellan olika trädslag. pH har stor betydelse för artsammansättningen av mossor.

# Det finska skyddet av nyckelbiotoper har ett begränsat värde för hotade arter

**Ett referat av:** Pykälä, J. 2007. Implementation of Forest Act habitats in Finland: Does it protect the right habitat for threatened species? *Forest Ecology and Management* 242, 281-287.

**De nyckelbiotoper som sätts av genom den finska skogslagen syftar till att ge ett skydd åt ovanliga arter. Enligt denna artikel når de registrerade biotoperna inte upp till syftet. De mest värdefulla biotoperna missas i inventeringen och i många avsatta biotoper försämras miljön genom avverkning och andra åtgärder.**

## Nyckelbiotoperna är skyddade enligt skogslagen

I Finland är nyckelbiotoperna skyddade som "Forest Act Habitats" (på svenska Särskilt viktiga livsmiljöer) sedan 1997. I en nyckelbiotop ska skogens naturliga tillstånd bevaras, vilket innebär att ett eventuellt skogsbruk måste anpassas för att det inte ska gå förlorat. En nyckelbiotop ska vara liten, normalt under 1 hektar (i genomsnitt 0,7 hektar).

Syftet med nyckelbiotoper är att identifiera miljöer där det förekommer eller förväntas förekomma hotade arter. Resultat från det fåtal studier som gjorts om nyckelbiotoper i Finland tyder på att de inte uppfyller förväntningarna. Orsakerna har angetts som 1/ Nyckelbiotoperna registreras av skogstjänstemän, inte av biologer, 2/ De är oftast små och drabbas av kanteffekter, 3/ De ligger isolerade i landskapet, och 4/ När träd avverkas (viss avverkning är tillåten om det inte ändrar biotopens karaktär) kan biotopens kvalitet försämrans.

## Hotade kärlväxter, mossor och lavar

I den aktuella studien analyserades i vilken grad hotade arter förekom i nyckelbiotoper i förhållande till alla populationer

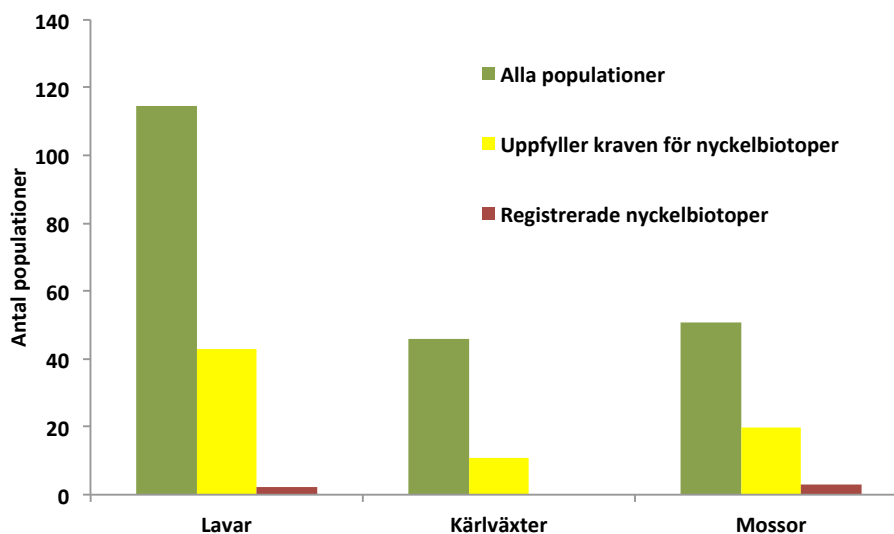
av arterna i ett område. Det var också den första studien som kvantitativt skattade betydelsen av de finska nyckelbiotoperna för att skydda hotade arter. Materialet omfattade kommunen Lohja i sydvästra Finland, på gränsen mellan boreal och hemiboreal zon. Inventeringsuppgifter om förekomsten av hotade arter av kärlväxter, mossor och lavar i hela kommunen analyserades med avseende på om de fanns i registrerade nyckelbiotoper, andra biotoper som skulle kunna utgöra nyckelbiotoper, eller i vanlig brukad skog. Totalt omfattade inventeringen 54 registrerade nyckelbiotoper.

De nyckelbiotoper som ingick i studien var i genomsnitt 0,4 hektar och den största var 1,1 hektar. Det visade sig att 7 % av biotoperna på produktiv skogsmark blivit kalavverkade, och 8 % på myrar hade blivit uppdämda. I 29 % av biotoperna hade plockhuggning lett till viss kvalitetsförsämring.

## Få populationer fanns i registrerade nyckelbiotoper

Av totalt 211 populationer av hotade kärlväxter, mossor och lavar (utanför naturreservat) återfanns 74 i biotoper som uppfyller kriterierna för en nyckelbiotop, men bara tre i faktiskt registrerade nyckelbiotoper.

En slutsats av studien är att de registrerade nyckelbiotoperna har ett mycket begränsat värde för att skydda hotade arter. Dessa förekommer mer spritt på många biotoper, och många av dessa borde också ha registrerats. Författaren är därför kritisk till nyckelbiotopsinventeringen. Förekomsten av strukturer och arter har inte beaktats tillräckligt av de tjänstemän som utfört inventeringen. Om riktlinjerna hade följts hade biotoperna lyckats fånga upp betydligt fler hotade arter. ■



Antal populationer av hotade kärlväxter, mossor och lavar i Lohja kommun utanför naturreservat i miljöer som omfattas av skogslagen. Diagrammet visar hur många populationer som fanns totalt, i biotoper som uppfyller kraven på nyckelbiotoper och i faktiskt registrerade nyckelbiotoper (Forest Act Habitats).

# De flesta nyckelbiotoperna saknar rödlistade lavar

Ett referat av: Pykälä, J., Heikkinen, R.K., Toivonen, H. & Jääskeläinen, K. 2006. Importance of Forest Act habitats for epiphytic lichens in Finnish managed forests. *Forest Ecology and Management* 223, 84-92.

**En inventering av sällsynta lavar i 140 nyckelbiotoper i sydvästra Finland visade att rödlistade arter bara fanns i 28 % av de registrerade biotoperna, och hotade arter i endast 9 % av dem. De flesta arterna observerades på bara ett träd**

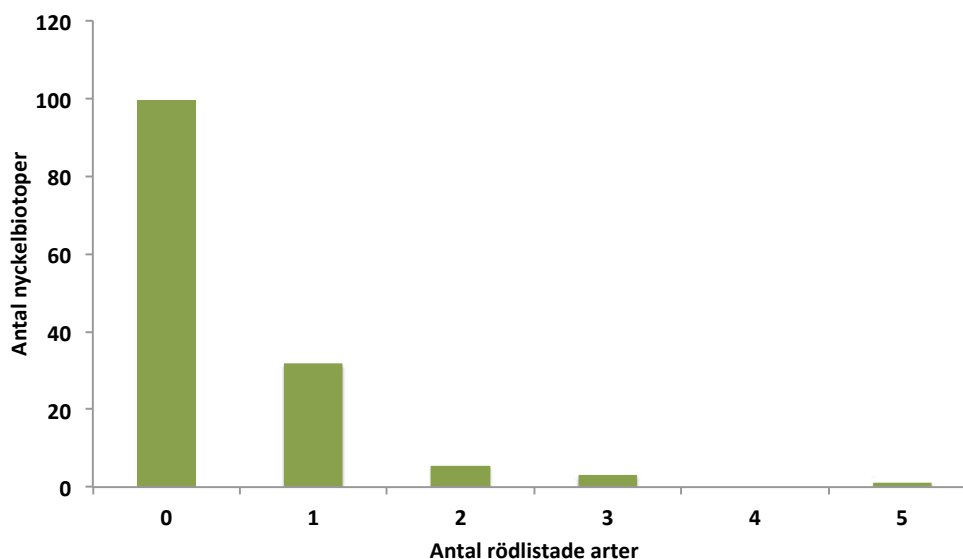
## Rödlistade arter i praktiken

Syftet med registreringen av nyckelbiotoper är att identifiera områden där hotade arter finns eller förväntas finnas. Men hur ser det ut i praktiken? I denna studie inventerades 140 nyckelbiotoper i Finland med avseende på signalarter och rödlistade arter av trädlevande lavar. Biotoperna var alla definierade som Forest Act Habitats (Särskilt viktiga livsmiljöer) enligt finska skogslagen, och de åtnjuter därför ett visst skydd. Alla biotoper låg i sydvästra Finland, ett av de områden i Finland som hyser störst förekomst av rödlistade lavar. Biotoperna var utvalda bland naturtyperna bäckmiljöer, örtrika skogar och branter.

## Få nyckelbiotoper hade rödlistade lavar

Totalt hittades 67 rödlistade arter och 45 signalarter i de 140 biotoperna. Rödlistade arter fanns i 29 % av biotoperna, och hotade arter i 9 %. De flesta populationer var små, och 53 % uppträdde på bara ett enda värdträd. Endast två arter (jaguarfläck *Arthonia ruana*, rödlistad NT, och gammelgranslav *Lecanactis abietina*, signalart) förekom på mer än 10 träd i genomsnitt per nyckelbiotop.

## Nyckelbiotoperna små och påverkade av huggning



De allra flesta av de registrerade nyckelbiotoperna saknade både rödlistade arter och indikatorarter. Figuren visar antal nyckelbiotoper som har 0, 1, 2, 3, 4, och 5 rödlistade arter.

En slutsats av studien är att de definierade nyckelbiotoperna hyser begränsade mängder av rödlistade lavar. Biotoperna är ofta små (medeltal bland de inventerade 0,7 hektar) och utsatta för kanteffekter när omgivande skog avverkas. I många nyckelbiotoper har också plockhuggning bedrivits.

Författarna föreslår ett antal åtgärder för att öka nyckelbiotopernas värde:

- större områden (1-5 hektar) avsätts för att garantera att det finns fler värdträd,
- bättre hänsyn tas till kvalitetskriterier som ålder när biotoperna väljs ut,
- ingen avverkning sker,
- omgivande skog brukas mindre intensivt för att minska kanteffekterna. ■



# Omgivande avverkningar isolerar nyckelbiotoper

Ett referat av: Rendenieks, Z., Nikodemus, O., Brumelis, G. 2015. Dynamics in forest patterns during times of policy changes in Latvia. European Journal of Forest Research 134, 819-832.

**Avverkning har lett till att värdefulla miljöer, som nyckelbiotoper, blivit allt mer isolerade från varandra. Det visar en rumslig analys av skogslandskap i norra Lettland, där data har följts under perioden 1988-2011. Studien föreslår att fler överåriga skogar sparas som kan bli förbindelselänkar för arter beroende av gammal skog.**

## Skogsbruk efter frigörelsen

Lettlands skogspolitik har påverkats starkt av frigörelsen från Sovjetunionen och den efterfrågan som då skapades på virke. I denna studie undersöktes hur dynamiken och strukturen i de brukade skogarna förändrats under perioden 1988-2011. I fyra skogslandskap i norra Lettland analyserades de storskaliga förändringarna med kalytor och skogar i olika åldersklasser. På en mer småskalig nivå studerades också strukturen i de nyckelbiotoper som var registrerade 2011.

Data för den storskaliga analysen kom från beståndsregistret från Latvian State Forest Service och från Latvia State Forest (LVM). Detta skiljer sig från den nationella riksskogstaxeringen, som inte ger underlag för en GIS-analys. Ytterligare dataset för nyckelbiotoper och "High conservation value forests" (HCVF) erhöles från LVM. HCVF är skogar med högt bevarandevärde som avsätts enligt den nationella FSC-stan-

darden, och de kompletterar nyckelbiotoperna. Den rumsliga fördelningen av skogarna analyserades med GIS och statistisk programvara.

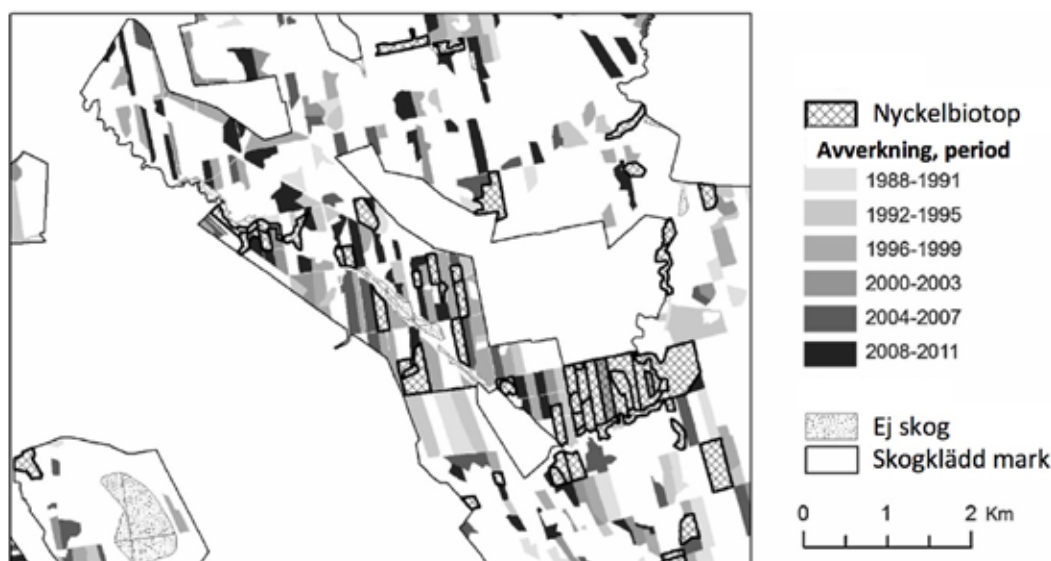
## Ökad fragmentering genom avverkning

Resultaten indikerar att landskapet fått en mer komplex struktur med avverkade ytor, fler kantzoner och mer fragmenterade skogar. Nyckelbiotoper tenderade att bli mer isolerade från varandra och från annan skog som kan utgöra livbåtar för skogslevande arter.

Arealen som hade kalavverkats under perioden varierade mellan 13 och 26 % i de fyra skogslandskapen. Högst andel HCVF (26 % av skogsmarken) fanns i ett landskap med gles vägnät. I ett annat landskap fanns bara 0,4 % HCVF. Nyckelbiotopsarealen varierade mellan 1,7 och 6,1 % mellan landskapen. Nyckelbiotopernas storlek varierade från 2,6-5,6 hektar.

Den största andelen "överårig skog" (definierad enligt lokala skogsbruksinstruktioner) i ett landskap var 8,5 % och den lägsta var 1,9 %. Nyckelbiotoperna har under perioden blivit mer isolerade från varandra genom att skogen emellan har avverkats. Den överåriga skogen är dock mindre isolerad, och författarna föreslår att mer överårig skog lämnas för att utgöra förbindelselänkar mellan nyckelbiotoperna. ■

Artikeln innehåller mycket information om fördelning av olika skogstyper i produktions-skogen, vilket dock har utelämnats i detta referat.



Figuren visar fördelningen av nyckelbiotoper och avverkningar utförda mellan 1988 och 2011 i ett delområde i studien.

## Störning av skogsbruk i 16 av 18 nyckelbiotoper i Älmhults kommun

**Ett referat av:** Rolfson Persson L. 2017. Störning i sumpskogar - En studie av sumpskogar klassade som nyckelbiotoper i Älmhults kommun. Självständigt arbete (examensarbete), 15 hp, för kandidatexamen i landskapsvetenskap. Sektionen för lärande och miljö. Högskolan Kristianstad. VT 2017.

Sumpskogar är viktiga för den biologiska mångfalden och kan ha höga naturvärden då det ofta finns en kombination av hög ålder på träden och mycket död ved. Efter stormen Gudrun genomfördes Projekt Stormanalys i ett samarbete mellan Skogsstyrelsen, Naturvårdsverket och universitetet. Denna visade att nyckelbiotoper och andra skogliga biotoper med höga naturvärden inte blev lika hårt drabbade som produktionskogen. Detta examensarbete syftade till att kartlägga naturliga och mänskliga störningar i nyckelbiotoper av sumpskogstyp. Sumpskogar definierades som skog med minst 30 % krontäckning på våt mark. En fältinventering genomfördes i

Älmhults kommun, i 20–30 meter breda transekter längs varje nyckelbiotops kanter och i linjer med 50 meter mellanrum inne i nyckelbiotoperna. Alla 18 nyckelbiotoper som ingick i studien hade tecken på störning. Spår av mänskliga störningar (t.ex. körskador, dikning) fanns i 16 stycken och naturliga i 6 stycken (t.ex. vindfällan). Störningarnas storlek var rätt liten och författaren framför att de naturliga störningarna kan ge positiva effekter på den biologiska mångfalden. ■



NYCKELBIOTOP MED HÄLLMARKSTALLSKOG I OJNARESKOGEN, GOTLAND.  
FOTO LENA GUSTAFSSON, 2018.

# Antalet signalarter är mindre i nyckelbiotopernas kanter

**Ett referat av:** Ruete, A., Snäll, T., Jönsson, M. 2016. Dynamic anthropogenic edge effects on the distribution and diversity of fungi in fragmented old-growth forests. *Ecological Applications* 26, 1475-1485.

**Vedsvampar i 31 gamla granskogar (nyckelbiotoper och reservat) undersöktes med 10 års mellanrum i Dalarna och Gävleborgs län. Till de viktigaste resultaten hörde att antalet vedsvampar som också var signalarter minskade mot kanterna och att kanteffekten minskade med åldern på den omgivande skogen.**

## Gamla granskogar i Dalarna och Gävleborgs län

Ett 30-tal grandominerade nyckelbiotoper och reservat (0,6 – 398 ha stora) undersöktes 1998–2000 med en upprepning tio år senare. Fjorton meter breda transekter lades ut i nord-sydlig och öst-västlig riktning och 12 arter vedsvampar registrerades på lågor grövre än 10 cm i diameter.

## Tydlig kanteffekt för signalarter

Tio av vedsvamparna var signalarter och för dessa var antalet förekomster tydligt lägre i områdenas kanter jämfört med längre in. Ju längre sedan den omgivande skogen hade avverkat desto fler arter fanns på lågorna, dvs. en viss återhämtning verkade ske över tiden. Högst antal arter fanns på lågor i intermediärt till relativt sent nedbrytningsstadium. Antalet signalarter ökade med volymen lågor.

## Kanteffekterna minskade med tiden men återhämtning dröjer länge

Antalet arter per låga var lägre i kanterna av områden där avverkning nyligen skett i deras närhet jämfört med områden som var omgivna av äldre skog. Författarna tolkar detta som att en viss återhämtning sker med tiden. Genom att skriva fram sina data, drog de dock slutsatsen att det kan ta minst 80 år innan artrikedomen blir lika hög i kanterna som inne i skogen.

## Annorlunda mönster för två vanliga arter

Två vanliga arter, klibbticka *Fomitopsis pinicola* och violticka *Trichaptum abietinum*, analyserades särskilt noga. Klibbtickan uppvisade motsatt mönster mot signalarterna och ökade mot kanterna. Ingen kanteffekt fanns för violtickan.

## Ingen förändring över tid i artantal

Medelantalet signalarter per låga i områdena ändrades inte över tiden. Det fanns dock en tendens till minskning inne i områdena.

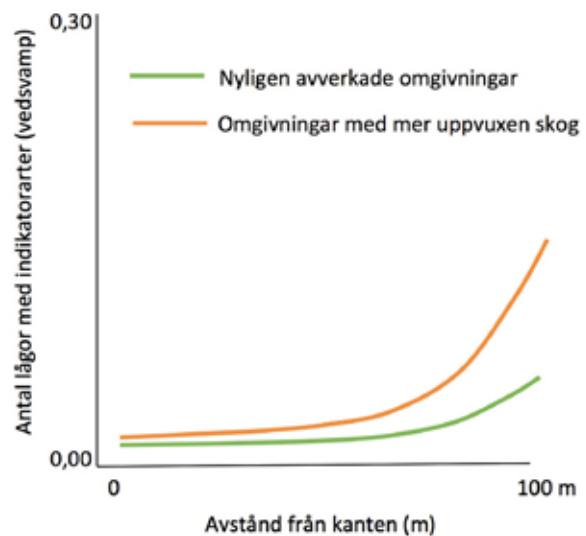
## Längre omloppstider och differentierad avverkning

Författarna föreslår olika sätt att minska kanteffekterna och därmed öka möjligheten till långsiktig överlevnad av vedsvampar som är knutna till de miljöförhållanden som finns i skogarnas inre delar. Ett sätt skulle vara att öka omloppstiderna i skogarna som omger nyckelbiotoperna och reservaten. Ett annat skulle vara att avverka i olika tidsintervall i de närmaste omgivningarna. ■

Samma studiematerial används i:

Jönsson, M., Ruete, A., Kellner, O., Gunnarsson, U., Snäll, T. 2016. Will forest conservation areas protect functionally important diversity of fungi and lichens over time? *Biodiversity and Conservation* 26:2547-2567.

Ruete, A., Snäll, T., Jonsson, B.G., Jönsson, M. 2017. Contrasting long-term effects of transient anthropogenic edges and forest fragment size on generalist and specialist deadwood-dwelling fungi. *Journal of Applied Ecology*. 54, 1142–1151.



Förekomsten av indikatorarter på lågor (döda fallna träd) ökade från kanterna in mot nyckelbiotopernas och reservatens inre delar men också med åldern på den omgivande skogen.

# Uppvuxen skog kring nyckelbiotoper ökar vissa vedsvampars överlevnad

Ett referat av: Ruete, A., Snäll, T., Jonsson, B.G., Jönsson, M. 2017. Contrasting long-term effects of transient anthropogenic edges and forest fragment size on generalist and specialist deadwood-dwelling fungi. *Journal of Applied Ecology* 54, 1142–1151.

**Stora områden utan kalavverkning i de närmaste omgivningarna ger störst överlevnadsmöjligheter för ett antal vedsvampar som också är signalarter. Men små områdens värde kan öka om avverkningen kring dem begränsas. Detta visar en modelleringsstudie över 40 år baserad på data från ett 30-tal gamla granskogar (nyckelbiotoper och reservat) i Dalarna och Gävleborgs län.**

## Olika scenarier för områdets storlek och deras omgivningar

Data från ett 30-tal grandominerade nyckelbiotoper och reservat i Dalarna och Gävleborgs län användes för att modellera tillståndet om 40 år. Uppgifter om vedsvampar på lågor användes liksom information om volymen lågor. Sexton scenarier ställdes upp med fyra olika storlekar på områdena (1, 3, 10, 20 hektar) och fyra olika nivåer på kalavverkning i de närmaste omgivningarna (0, 25, 50, 100 %). Alla områden antogs ha en rund form.

## Död ved, signalarter, vanliga arter 40 år framåt

För samtliga scenarier minskade mängden lågor över tiden. För alla områden sammantaget ökade signalarterna något

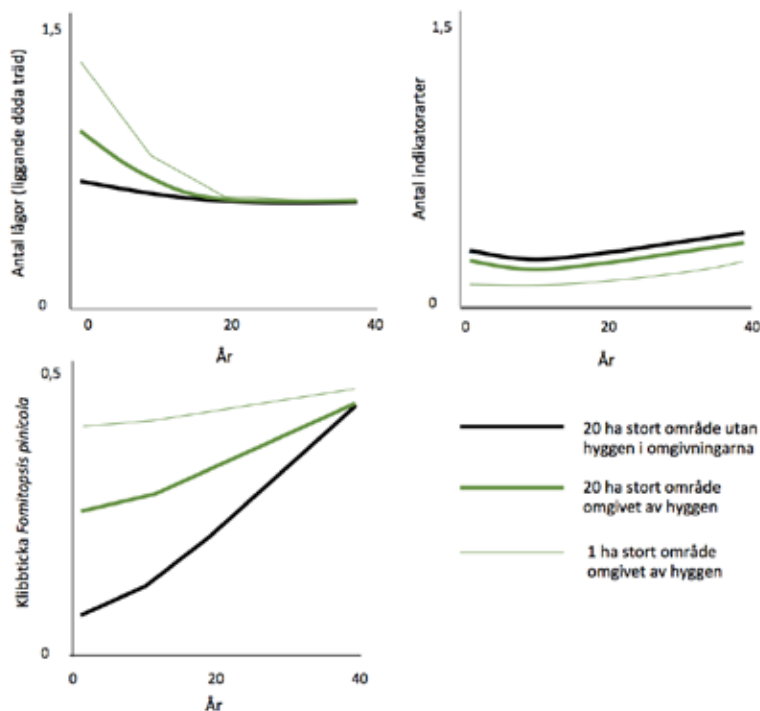
eller var stabila över tiden oavsett hur mycket avverkning som skedde kring dem. Den vanliga arten klibbticka *Fomitopsis pinicola* ökade kraftigt medan en annan vanlig art, violticka *Trichaptum abietinum*, minskade något.

## Storleken och omgivningarna viktiga

Utvecklingen berodde dock på områdenas storlek. I 1–3 hektar stora områden minskade signalarterna vid stor avverkning i omgivningarna medan förekomsterna blev stabila för större områden. Om en stor del av omgivningarna kalavverkades (50–100 %) påverkades dock signalarterna negativt även i så stora områden som 20 ha. I stort sett inga skillnader fanns mellan olika storlekar på områden för violticka medan klibbtickan kommer att bli något vanligare i små områden. Klibbtickan kommer, tvärsen mot signalarterna, att gynnas av avverkning kring nyckelbiotoperna.

## Sätt att förbättra

Bevara de värdefulla områden som finns och buffra för förändring. Detta är enligt författarna viktigt för framtiden. Olika sätt att buffra kan vara att ha kvar oavverkade zoner kring områdena och att inte avverka stora delar av omgivningarna inom kort tid. Även förlängda omloppstider i omgivningarna kan vara ett sätt. ■



Samma studiematerial används i:

Ruete, A., Snäll, T., Jönsson, M. 2016. Dynamic anthropogenic edge effects on the distribution and diversity of fungi in fragmented old-growth forests. *Ecological Applications* 26, 1475–1485.

Jönsson, M., Ruete, A., Kellner, O., Gunnarsson, U., Snäll, T. 2017. Will forest conservation areas protect functionally important diversity of fungi and lichens over time? *Biodiversity and Conservation* 26, 2547–2567.

Modellerad utveckling 40 år framåt för olika storlekar på områden och med olika mängd hyggen i omgivningarna. Antalet lågor var störst i små områden och minskade över tiden. Antalet signalarter var störst i stora områden och ganska stabilt över tiden. Mängden av den vanliga vedsvampen klibbticka ökade kraftigt med tiden och var störst i de minsta områdena.

# Annorlunda kvalitet på den döda veden i nyckelbiotoper än i gallringsskogar

**Ett referat av:** Salomonsson, E. 2009. Död ved i gallrad skog och nyckelbiotoper - en jämförelse av habitatkvaliteter för vedlevande lavar och mossor. Självständigt arbete. Biologi, D-nivå, 30 HP. Institutionen för ekologi, SLU, Uppsala.

Syftet med studien var att jämföra tillgången på vedsubstrat mellan nyckelbiotoper och gallrad skog. Totalt fjorton bestånd, sju i varje kategori, undersöktes. All död ved över 1 cm i diameter inventerades på en yta av totalt 450 m<sup>2</sup> i varje bestånd. Fjorton vedlevande mossor och lavar eftersöktes också. Resultaten visade att mängden död ved inte skilde sig mellan gallrade skogar och nyckelbiotoper men variationen var stor mellan individuella bestånd. Däremot skilde sig den döda vedens kvalitet. Nyckelbiotoper hade ett större inslag av stående död ved och substrat påverkade av lövträdsförna, något som gör att de kan ha bättre förutsättningar för hög artdiversitet. Den döda veden i gallrade skogar utgjordes främst av avverkningsrester, vars betydelse man ännu inte har tillräcklig kunskap om. Få fynd av arterna gjordes, vilket troligen beror på att de arter som ingick i studien har en så sparsam förekomst i skogslandskapet. Endast två arter kunde analyseras statistiskt: stubbspretmossa *Herzogiella seligeri* och laven mörkfruktig xylographa *Xylographa parallella*. För *H. seligeri* hittades inget samband med den döda veden. Sannolikheten för förekomst av *X. parallella* ökade om den döda veden var grov, hade lite bark och täckning av mossor. ■

# Två inventeringsmetoder kunde inte förutse förekomst av svampar

**Ett referat av:** Samuelsson, L. 2017. Natural value assessments – can they predict the species richness of red listed and bioindicator fungi in Fennoscandian coniferous forests? Bachelor thesis. Linnéuniversitetet. Kalmar Växjö. Nr 2017: Bi4.

I detta kandidatarbete jämfördes två olika metoder för att spegla ett områdes förekomst av rödlistade svampar och signalarter: Skogsbiologernas naturvärdesbedömning och Nyckelbiotopsinventeringens metod. Det fanns ett starkt samband mellan de båda metoderna när det gällde att bedöma skogarnas naturvärden. Inget samband hittades mellan nyckelbiotopernas areal och Skogsbiologernas metod, däremot fanns ett samband med Nyckelbiotopsinventeringens bedömning och arealen. Inget samband mellan antalet arter och arealen hittades. Enligt resultaten kan ingen av metoderna förutsäga mängden rödlistade svampar eller signalarter i ett skogsområde. Författaren drar slutsatsen att svampar inte ger en bra indikation på en skogs naturvärde. Studier med fler undersökningsområden behövs. ■

# Finska nyckelbiotoper utmed vattendrag skiljer sig inte från andra kantzoner

Ett referat av: Selonen, V.A.O., Mussaari, M., Toivanen, T., Kotiaho, J. 2011. The conservation potential of brook-side key habitats in managed boreal forests. *Silva Fennica* 45, 1041-1052.

**Kantzoner utmed vattendrag är den vanligaste typen av nyckelbiotop i Finland. I studien framkom att nyckelbiotopskantzoner inte skiljde sig från andra kantzoner när det gäller död ved, vedsvampar, trädlevande mossor och skalbaggar knutna till död ved, men att markvegetationen var annorlunda. Skogarna längs vattendrag (både nyckelbiotopsklassade och övriga) skiljde sig dock tydligt från skogar på vanlig skogsmark.**

## Kantzoner mot vattendrag vanligaste nyckelbiotopstypen i Finland

Nyckelbiotoperna har ett lagligt skydd i Finland. Författarna förklarar att de enligt definitionen tydligt ska skilja sig från omgivningarna, vara små, och vara i naturtillstånd. Nyckelbiotoperna delas in i 13 typer och av dessa är kantzoner mot vattendrag den vanligaste.

## Studie av arter och strukturer i mellersta Finland

Ett antal skogar längs vattendrag och deras omgivning kring staden Jyväskylä i mellersta Finland studerades. Två olika material samlades in. Vid tjugo vattendrag undersöktes död ved, epifytiska mossor (mossor som växer på träd), vedsvampar och skalbaggar i nyckelbiotoper, i kantzoner som inte klassats som nyckelbiotoper och i vanlig skog (kontrollskogar). Vid 16 andra vattendrag undersöktes markvegetationen (kärleväxter och mossor) i nyckelbiotoper och i ej nyckelbiotopsklassade kantzoner.

## Små skillnader mellan nyckelbiotoper och andra kantzoner

Inga skillnader hittades mellan kantzoner som klassats respektive ej klassats som nyckelbiotop för mängd och typ av död ved, vedsvampar, epifytiska mossor och skalbaggar knutna till död ved. Dock skiljde sig markvegetationens sammansättning,

## Kantzoner annorlunda än vanlig skog

Mängden död ved var generellt låg med ett genomsnitt på 7,6 m<sup>3</sup>/ha i de skyddade kantzoner (nyckelbiotoperna), 5,7 m<sup>3</sup>/ha i de oskyddade kantzoner och 4,9 m<sup>3</sup>/ha i kontrollskogarna, dvs. i vanlig skog. Skillnaden i den döda vedens mängd var signifikant mellan nyckelbiotoper och kontrollskogar,

liksom antalet arter av vedsvampar och epifytiska mossor. Ingen skillnad fanns för skalbaggar. Sammansättningen av vedsvamparterna skiljde sig något.

## Ökat skydd och anpassad skötsel

Författarna framför att det är önskvärt att öka arealen kantzoner och att en anpassning av skötsel i skog som angränsar till nyckelbiotoperna kan behövas, t.ex. skydds zoner. ■

Skillnader mellan skyddade och oskyddade kantzoner mot vattendrag och mellan skyddade kantzoner och vanliga skogar, dvs. sådana som inte är i närheten av vattendragen. \*\*\* = starkt signifikant skillnad, \*\* = tydligt signifikant, \* = svagt signifikant, - = ej signifikant

	Nyckelbiotoper längs vattendrag jämfört med	
	ej skyddade kantzoner	vanlig skog
Död ved mängd	-	*
Vedsvampar, antal arter	-	**
Mossor, antal arter	-	***
Skalbaggar, antal arter	-	-
Sammansättning av vedsvampar	-	*
Sammansättning av kärleväxter	***	Ej undersökt
Sammansättning av mossor	*	Ej undersökt

# Mycket breda kantzoner behövs längs vattendrag

Ett referat av: Selonen, V.A.O., Kotiaho, J.S. 2013. Buffer strips can pre-empt extinction debt in boreal streamside habitats. BMC Ecology 13, 24. <http://www.biomedcentral.com/1472-6785/13/24>

**Bredden på den speciella vegetation (kärlväxter och mossor) som finns utmed vattendrag var 3-4 meter enligt en studie i Finland. Kanteffekten vid avverkning sträckte sig så långt som 45 meter från vattendraget. En slutsats för praktiken var att om nyckelbiotopens kvaliteter ska behållas, såsom lagen föreskriver, så behövs mycket breda kantzoner.**

## Finska nyckelbiotoper annorlunda än svenska

Finska nyckelbiotoper, som till skillnad från i Sverige regleras i lagstiftning, har en något annorlunda definition än i Sverige. De ska vara tydligt skilda från omgivningarna och deras kvaliteter ska kunna bevaras långsiktigt. Det senare innebär att omgivningarna kan behöva skötsel. Kantzoner utmed vattendrag är den vanligaste typen av nyckelbiotop i Finland.

## Zonen med distinkt vegetation 3-4 meter bred

En av frågeställningarna var hur bred en kantzon utmed ett vattendrag är om man definierar den som tydligt avvikande från omgivningarna, vilket alltså är viktigt enligt den finska lagstiftningen. Forskarna registrerade kärlväxter och mossor på olika avstånd från sju vattendrag där inga hyggen fanns närmare än 80 m från vattendraget. För mossorna var artsammansättningen tydligt skild från omgivningarna upp till 3 m från vattendraget och för kärlväxterna upp till 4 m. Tjugoen mossor och 19 kärlväxter fanns bara i denna kantzon och andelen av alla arter var 17 % för mossorna och 27 % för kärlväxterna.

## Kanteffekterna sträcker sig 45 meter från vattendraget

Kärlväxter och mossor undersöktes vinkelrätt från vattendrag och fram till kanter på avverkade områden, som fanns på olika avstånd från vattendraget. Detta gjordes vid 20 olika vattendrag. Studien visade att vegetationen närmast vattendragen, dvs. i den 3-4 m breda zonen som definierats i den andra studien, som ett genomsnitt påverkades av avverkning upp till ett avstånd av 45 meter.

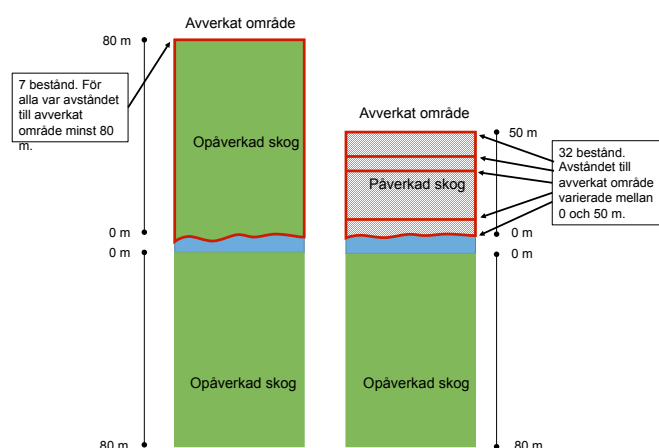
## Effekterna tar tid innan de syns

Avverkningarna i vattendragens närhet hade gjorts 1-50 år innan studien genomfördes. Resultaten indikerade att förändring i vegetation på grund av kanteffekter kan ta tid. Det kan ta 10 år innan 20 % av kärlväxterarterna försvinner och 30 år för en tredjedel av mossorna att försvinna i de smalaste kantzoner. Författarna tolkar detta som en utdöendeskuld, dvs. en förutsägbar framtida minskning av antalet arter genom att storleken på ett område minskar.

## Breda kantzoner behövs men svårt generalisera

Författarna framför att mycket breda kantzoner behövs kring vattendrag om vegetationen närmast vattendraget inte ska på-

verkas av avverkning i omgivningen. Så mycket som 45 m på vardera sida av ett vattendrag kan behövas. Bredden på zonen med distinkt vegetation måste avgöras från plats till plats, dvs. det är svårt att generalisera. De påpekar också att undersökningen om kanteffekterna bara omfattade 20 vattendrag vilket måste anses som litet. ■



I studien jämfördes vegetationen på olika avstånd från vattendrag, för opåverkade och påverkade skogar.

Stjärnorna anger att det fanns en signifikant skillnad mellan vegetationen (kärlväxter, mossor) mellan de opåverkade kantzoner och de påverkade kantzoner (ju fler stjärnor desto större skillnad). Skillnad fanns för alla avstånd från vattendragen, fram till 45-50 meter.

Kantzons bredd	Skillnad mellan opåverkad och påverkad skog	
	Kärlväxter	Mossor
0-5 meter	**	**
6-10 meter	**	**
11-15 meter	***	**
21-25 meter	*	*
32-36 meter	*	**
45-50 meter	Ingen skillnad	Ingen skillnad

# Jämförelse mellan nyckelbiotoper och brukade skogar i Finland

Ett referat av: Siitonen, J., Hottola, J., Immonen, A. 2009. Differences in stand characteristics between brook-side key habitats and managed forests in southern Finland. *Silva Fennica* 43, 21-37.

**Studien jämför 70 nyckelbiotoper i kantzoner mot vattendrag med lika många kontrolltytor i brukad skog. I medeltal har nyckelbiotoperna större mängd död ved (11,7 jämfört med 6,5 kubikmeter per hektar), men det är stor variation mellan ytorna. Författarna understryker vikten av att ta större hänsyn till förekomsten av strukturer när nyckelbiotoper avsätts.**

## Skyddade av finska skogslagen

Nyckelbiotopsbegreppet började användas i Finland i början av 1990-talet och kom att ingå i riktlinjerna för privata skogsägare från 1994. En delmängd av nyckelbiotoperna införlivades i den skogslag som antogs 1997. Lagen räknar upp sju biotoptyper, var och en med flera underbiotoper, som ”särskilt värdefulla livsmiljöer” (Forest Act habitats). Vissa av nyckelbiotoperna tillhör denna kategori, medan andra klassas som ”övriga värdefulla habitat”, då de inte når upp till lagens krav på naturlighet.

Nyckelbiotoperna inventerades 1998–2004 och totalt identifierades 60 000 hektar på privat mark (0,5 % av land-arealen), 43 000 hektar i statsskogar (0,9 %) och 11 000 hektar på bolagsmark (0,6 %). En av de nyckelbiotopskategorier som skyddas av lagen är kantzoner runt vattendrag, som utgör en tredjedel av alla särskilt värdefulla biotoper.

Denna studies syfte var att jämföra nyckelbiotoperna i kantzoner runt vattendrag med omgivande brukad skog med avseende på strukturer som död ved, trädslagsblandning och spår av tidigare avverkning.

## 70 nyckelbiotoper och 70 kontroller

Totalt inventerades 70 nyckelbiotoper, alla i kantzoner, och lika många kontrolltytor i närliggande, brukad skog. Biotoperna var fördelade på sju regioner i södra Finland, från det mer exploaterade skogsbruket i sydvästra Finland till norra Karelen i öster, dit skogsbruket nådde senare.

Resultaten visade att nyckelbiotoperna i medeltal hade mer död ved (11,7 m<sup>3</sup> jämfört med 6,5 m<sup>3</sup>), större beståndsdiversitet (en sammanvägning av trädslag och diameterfördelning), och mindre yta av kapade stubbar. Variationen mellan bestånd var dock stor. Det fanns nyckelbiotoper med betydligt fler kapade stubbar än i kontrolltytorna, och nyckelbiotoper som helt saknade död ved. Den tydligaste skillnaden var att nyckelbiotoperna hade fler lövträd än kontrolltytorna, främst björk, gråal och (i sydligaste Finland) klibbal.

## Alla nyckelbiotoper påverkade av skogsbruk

Författarna hade förväntat sig att hitta mer död ved och mindre spår av avverkning i östra Finland, men någon tydlig skillnad mellan geografiska regioner kunde inte ses. Den

relativt stora mängden kapade stubbar tyder på att nästan alla nyckelbiotoper varit påverkade av skogsbruk. Endast 10 nyckelbiotoper (15 %) hade färre än 100 stubbar per hektar och ingen hade färre än 20 stubbar. Författarna framhåller att mängden kapade stubbar är ett av de tydligaste måtten på mänsklig påverkan på skogen.

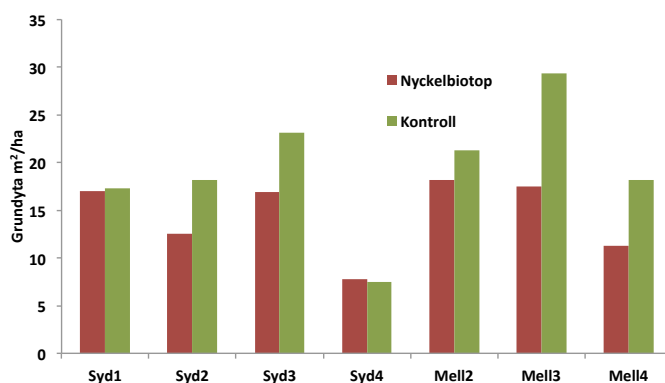
Mångfalden av trädslag och trädstorlekar var signifikant större i nyckelbiotoperna. Den tydligaste skillnaden var en högre andel lövträd i nyckelbiotoperna.

## Omgiven av mogen skog

Mer än hälften av nyckelbiotoperna var omgivna av avverkningsmogen eller nyligen avverkad skog. Det tyder på att nyckelbiotoperna varit en del av större sammanhängande mogen skog. När den omgivande skogen avverkas blir biotopen isolerad och exponerad för kanteffekter.

## Nyckelbiotoperna är bra men kan bli bättre

En slutsats som författarna drar är att nyckelbiotoperna i vattennära miljöer är mer naturliga och har lite högre biologisk kvalitet än kontrolltytorna i brukad skog, men att det är stor variation mellan olika objekt. De är tveksamma till att nyckelbiotoperna skulle ha en viktig roll för arter beroende av död ved, eftersom mängderna inte var så stora. Däremot kan de vara viktiga för vatten- och strandlevande arter i dessa miljöer.



Grundytan av kapade stubbar i nyckelbiotoper och kontrolltytor. Figuren visar att det finns mycket spår av avverkning även i nyckelbiotoperna. Varje stapel representerar medeltalet av 10 ytor. Syd1-4 ligger i södra boreala regionen, Mell2-4 i mellersta boreala regionen.



# Vissa lagbrott men ingen anledning ändra regelverket i Finland

Ett referat av: Similä, J., Pölönen, I., Fredrikson, J., Primmer, E., Horne, P. 2014. Biodiversity protection in private forests: an analysis of compliance. Journal of Environmental Law 26, 83-103.

**Nyckelbiotoper ska skyddas enligt finska skogslagen. Underlåtenhet att avgränsa nyckelbiotoper är mycket ovanligt men vissa fall har tagits upp i rätten. Svagheter i beslutsprocesserna hos de skogliga organisationerna samt ett högt marknadstryck hos stora industriella aktörer anses vara viktiga orsaker. Författarna anser dock inte att regelverket behöver ändras.**

## Finska nyckelbiotoper skyddade i lag

I Finland ska nyckelbiotoper skyddas enligt skogslagen. Generella anvisningar för nyckelbiotoper har tagits fram. Det är skogsägarna själva och deras ombud som har skyldighet att avgränsa biotoperna. Viss skötsel är tillåten men inte så att biotopens särart förändras. Bedömningen om vilken skötsel som är möjlig görs också av skogsägaren och deras ombud.

## Kritik mot brister i nyckelbiotopsinventeringen

Sedan nyckelbiotoperna skrevs in i lagen 1996 och tio år framåt har ett 20-tal åtal väckts för brott mot lagen, i 15 fall med fällande dom. Även om detta är en mycket liten del av den miljon avverkningsplaneringar som skett inom privat-skogsbruket under denna period så har det väckt mycket kritik och krav har ställts på förbättring.

## Två olika typer av material undersöktes

Forskarna studerade officiella dokument från anmälningar om avvikelser från lagen, framtagna av de 13 skogscentralerna i Finland (motsvarande svenska Skogsstyrelsens regioner) och även tingsrätter. Femton av anmälningarna ledde till fällande domar med straff på mellan 3 och 30 dagsböter. I studien intervjuades också 13 stycken skogliga intressenter.

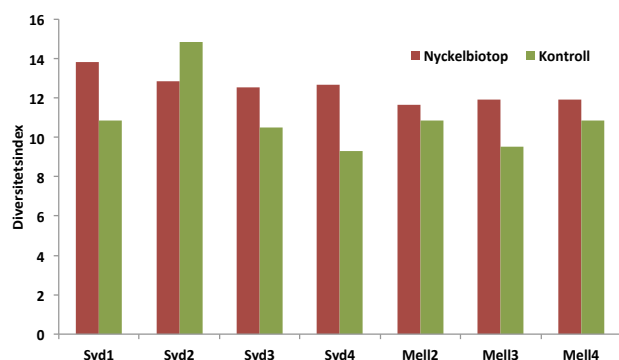
## Svårighet i identifieringen

Såväl i dokumenten som i intervjuerna framgick att få avvikelser var medvetet gjorda utan istället berodde på svårighet i tolkningen av vad som är en nyckelbiotop. De straff som utmätts verkade inte vara en viktig faktor för efterlevnaden. För stora skogsägare är det istället risken att få dålig publicitet och därmed risken att påverka efterfrågan som är drivkraften. De från miljöorganisationer som intervjuades hade en delvis annorlunda syn och ansåg att vinstintresset leder till lagbrott och det finns en dold kriminalitet i skogsbranschen.

## Ingen anledning till förändring

Författarna drar slutsatsen att nuvarande rättsliga instrument är tillräckliga för att hanteringen av nyckelbiotoper i Finland ska ske på ett bra sätt. De som bryter mot reglerna är liten minoritet. De ser därför inga skäl att ändra regelverket. ■

Siitonen m.fl. 2009, forts.



Diversitetsindex, en sammanvägning mellan trädslagsblandning och diameterspridning. Figuren visar att nyckelbiotoperna har högre diversitet i trädskiktet.

# Fler arter tickor i gammal skog än i nyckelbiotoper

Ett referat av: Sippola, A-L., Mönkkönen, M., Renvall, P. 2005. Polypore diversity in the herb-rich woodland key habitats of Koli National Park in eastern Finland. Biological Conservation 126, 260-269..

## Nyckelbiotoper som är utvalda för sin rika kärlväxtflora utgör inga värdekärnor för vedlevande tickor. Fler arter hittades i kontrolltytor i angränsande, gammal skog. Det visade en studie från Koli nationalpark i östra Finland.

I Koli nationalpark i östra Finland jämfördes artsammansättningen av vedlevande tickor i nyckelbiotoper och i kontrolltytor i gammal skog. Nyckelbiotoperna var ursprungligen utvalda för sin rika kärlväxtflora. Totalt inventerades 15 nyckelbiotoper och 5 kontrolltytor. Nyckelbiotoperna var ofta små, sex var mindre än 0,1 hektar och endast en var större än 1 hektar. Kontrolltytorna lades ut i anslutning till nyckelbiotoperna med en storlek på 6–15 hektar vardera. Förutom förekomst av tickor inventerades också död ved och levande träd.

Antalet provtytor var större i nyckelbiotoperna än i kontrolltytorna och därför användes en statistisk metod som ger jämförbara värden mellan de båda försöksleden.

### Mer död ved och fler tickor i kontrolltytorna

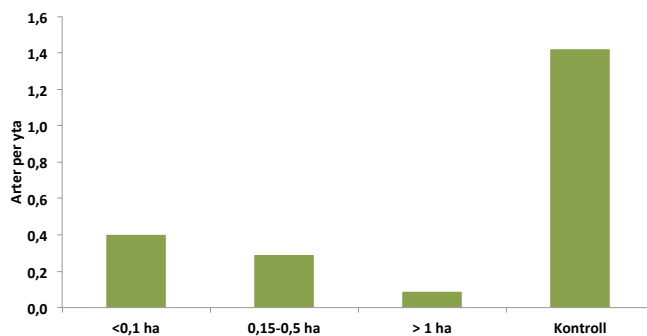
Volymen av levande träd skiljde sig inte mellan nyckelbiotoper och kontrolltytor, däremot fanns signifikant större volymer död ved i kontrolltytorna (67 jämfört med 41 kubikmeter per hektar).

Sammanlagt noterades 597 förekomster av tickor från 56 arter. I det normerade datasetet hade provtytorna i nyckelbiotoperna i genomsnitt 3,0 arter och kontrolltytorna 5,6 arter. Skillnaden var statistiskt signifikant.

I nyckelbiotoperna växte 35 % av tickorna på barrträd och 65 % på lövträd, medan en majoritet (53 %) fanns på barrträd i kontrolltytorna.

Av de funna arterna var tre rödlistade och 9 signalarter för gammal skog. En rödlistad art hittades i en liten nyckelbiotop och två i kontrolltytor. Samtliga signalarter hittades i kontrolltytor.

Resultaten visade att nyckelbiotoperna inte utgör några värdekärnor för tickor, och artrikedomen av tickor inte är större än i kontrolltytorna. En slutsats är att de örtrika miljöer som blivit nyckelbiotoper inte är de mest värdefulla för vedlevande tickor. ■



Antal arter per provyta i nyckelbiotoper av olika storlek och i kontrolltytor i gammal skog.

# Rikare mångfald i vattendrag omgivna av naturskogsartad skog

**Ett referat av:** Suurkuukka, H., Virtanen, R., Suorsa, V., Soininen, J., Paasivirta, L., Moutika, T. 2014. Woodland key habitats and stream biodiversity: Does small-scale terrestrial conservation enhance the protection of stream biota? *Biological Conservation* 170, 10-19.

**Vattendrag som omges av naturskogsartad skog har rikare biologisk mångfald i vattnet jämfört med vattendrag omgiven av skog som påverkats av skogsbruk. Detta visar en studie från Finland. Antalet arter för nästan alla artgrupper var högre i vattendragen nära orörd skog. Resultatet visar att nyckelbiotoper kan vara värdefulla inte bara för den biologiska mångfalden knuten till skogsmarken utan också till vattnet.**

## Femtio vattendrag i Finland

Undersökningen utfördes i norra Finland, i 50 stycken källvattendrag (små vattendrag som börjar med ett surdråg/en källa högt upp i avrinningsområdet och nära vattendelaren), i tillflödena till floden Iijoki. Vattendragen klassade i fem typer beroende på hur påverkade de omgivande skogarna var av skogsbruk inklusive dikning. En klass motsvarade skogar av nyckelbiotopskvalitet. I prover tagna i vattendraget undersöktes makrovertebrater (större ryggradslösa djur), diatoméer (kiselalger), fiskar och mossor.

## Ju mer orört desto högre diversitet

Totalt hittades 45 arter mossor, 239 kiselalger, 65 fjädermyggor, 12 dagsländor, 20 bäcksländor, 21 nattsländor och 15 skalbaggar. För alla artgrupperna utom kiselalger och fjädermyggor fanns ett samband mellan artrikedomen och hur orörd skog den omgivande skogen var, ju mer orörd desto högre diversitet. Detta gällde också de rödlistade arterna. För mossor, bäcksländor och skalbaggar varierade också sammansättningen av arterna med graden av orördhet.

## Tre skäl att orördhet är viktig

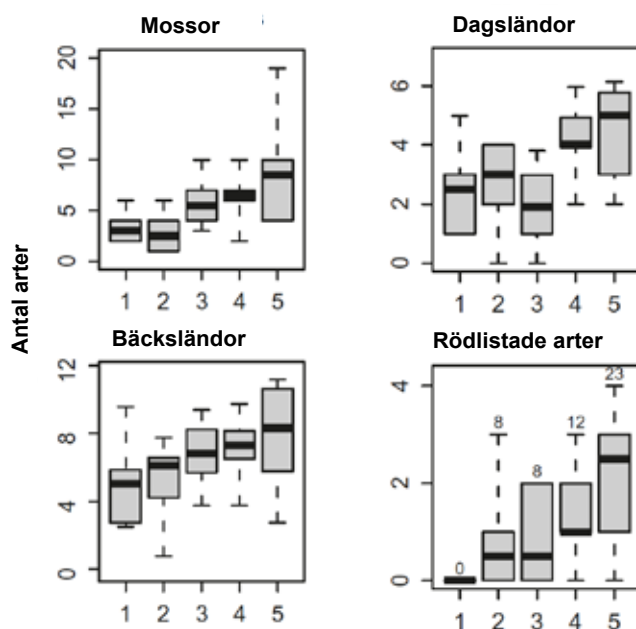
Olika förklaringar finns till att diversiteten gynnas av orördhet i omgivande skogar. Fler stora döda träd finns i de orörda vattendragen vilket gynnar många arter. Mångfalden och rikedommen på mossor, som var tydligt kopplat till orördhet, är också gynnsamt för många ryggradslösa djur. Mossorna skapar lugna partier i vattenflödena och de fångar också upp organiskt material vilket ger stabila mikromiljöer där arter kan leva. Den tredje förklaringen är att markskador och höga mängder finse-diment från dikning missgynnar många arter i vattnet.

## Nyckelbiotoper relevanta också för livet i vattnet

Författarna drar slutsatsen att kantzoner kring vattendrag som klassas som nyckelbiotoper kan vara värdefulla för den biologiska mångfalden i vattnet. Det starka samband de hittade

mellan orördhet och arterna i vattnet gör också att faktorer som speglar orördhet, t.ex. död ved och gamla träd, borde fungera som indikatorer på vattendrag med högt naturvärde. Samtidigt är författarna tveksamma till om nyckelbiotoper räcker som naturvårdsåtgärd för att säkra mångfalden i källvattendrag. ■

Samma studiematerial används i: Jyväsjärvi, J., Suurkuukka, H., Virtanen, R., Aroviita, J., Muotka, T. 2014. Does the taxonomic completeness of headwater stream assemblages reflect the conservation status of the riparian forest? *Forest Ecology and Management* 334, 293-300.



Antalet mossor, dagsländor, bäcksländor och rödlistade arter ökade med vattendragens orördhet. 1=kraftigt påverkat, 5=orört. Det svarta strecket är medianvärdet och boxarna visar övre och nedre kvartilen.

# Inga eller små skillnader mellan nyckelbiotoper och brukad skog äldre än 100 år

Ett referat av: Sverdrup-Thygeson, A. 2002. Key habitats in the Norwegian production forest: A case study. Scandinavian Journal of Forest Research 17, 166-178.

**Uppsatsen är en beskrivning av skogshistoria, strukturer, svampar beroende av skoglig kontinuitet och vedlevande skalbaggar i 30 nyckelbiotoper med gammal skog i Norge. Jämförelser gjordes med lika många brukade skogar i samma åldersklasser. I studien fanns ingen signifikant skillnad i skogsstruktur och skalbaggsamhälle mellan brukad skog och nyckelbiotoper. I nyckelbiotoperna var sannolikheten något större att hitta indikatorarter av svampar. En förklaring till de små skillnaderna kan vara att nyckelbiotoperna har varit utsatta för avverkning och att de är små.**

## Äldre skog i sydöstra Norge

Studien var, när den kom, den första som jämförde vedlevande skalbaggar i nyckelbiotoper och brukad skog. Nyckelbiotoperna bestod alla av äldre skog, över 100 år, och jämförelser gjordes med kontrolltytor i brukad skog i samma åldersklass. Alla bestånd låg i sydöstra Norge, cirka 10 mil norr om Oslo.

Nyckelbiotopsinventeringen gjordes av anställda på det skogsföretag som ägde marken. 60 nyckelbiotoper identifierades, men bara 30 valdes ut för den aktuella studien. Samtliga var äldre än 100 år. Biotoperna var oftast 0,1-5 hektar stora, men en var hela 55 hektar. I varje nyckelbiotop och kontrollbestånd gjordes mätningar i en 40x40 meter provyta. Skalbaggar samlades in med fönsterfällor och genom att dissekera fruktkroppar av rotticka. Strukturer som död ved och andra element inventerades i alla ytor, liksom uppgifter om vedlevande svampar. För varje bestånd fanns också en unikt väldokumenterad skogshistoria tillbaks till 1954, och i vissa delar till 1906.

## Små skillnader

Det fanns inga signifikanta skillnader mellan nyckelbiotoper och brukad skog för egenskaper som virkesförråd, stubbar, dödvodskvaliteter eller grova träd. Samtliga bestånd hade spår av avverkning. Däremot fanns något fler typer av strukturer i nyckelbiotoperna.

Den vanligaste indikatorarten för svampar (gränsticka *Phellinus nigrolimitatus*) fanns i 15 nyckelbiotoper och 14 brukade

skogar. I nyckelbiotoperna var det signifikant större sannolikhet att hitta två eller fler indikatorarter av svampar jämfört kontrolltytorna.

## Rödlistade skalbaggar fanns både i nyckelbiotoper och brukad skog

Totalt samlades 1240 skalbaggsindivider in från 109 arter i fällorna och 1624 individer från 15 arter i svamparnas fruktkroppar. Sju arter var rödlistade, och dessa hittades i 9 nyckelbiotoper och i lika många brukade skogar.

En slutsats från denna studie var att de utvalda nyckelbiotoperna inte skiljde sig från brukade skogar av samma ålder med avseende på strukturer och skalbaggsfauna. Däremot fanns något fler signalarter av svampar i nyckelbiotoperna. En förklaring till resultaten är att en stor del av området har varit föremål för skogsbruk tidigare, och det saknas de strukturer som hittas i riktigt gammal skog. En annan förklaring är att en del av området, Marifjell, har höga naturvärden både i den brukade och nyckelbiotopsklassade skogen. Avgränsningen av nyckelbiotoperna har dock varit snäv och man kan ha missat en del partier med riktigt gammal skog. ■



Gränsticka (*Phellinus nigrolimitatus*) var den vanligaste indikatorarten i studien. Den hittades i 15 nyckelbiotoper och 14 ytor i den brukade gamla skogen. Foto Caspar S, Wikipedia commons.

# Artsammansättning i hänsynsytor, nyckelbiotoper och reservat

**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..

**En norsk studie jämförde artsammansättningen i hänsynsytor, nyckelbiotoper och reservat. Ett resultat var att svampar som är beroende av gammal, nedbruten ved kan ha svårare att hitta substrat i mindre naturvårdsavsättningar, som hänsynsytor och små nyckelbiotoper. Skalbaggar på nydöd asp klarar sig dock bra oavsett naturvårdsåtgärd.**

## Stora och små naturvårdsåtgärder

Vilken betydelse har olika naturvårdsinstrument för skyddet av arter? Naturvård kan vara allt från att lämna ett enskilt hänsynsträd till avsättning av ett större naturreservat. I en norsk studie jämfördes hänsynsytor på hyggen med nyckelbiotoper och reservat. Som mått på naturvårdsnyttan inventerades vedsvampar i kraftigt nedbrutna gränslågor samt skalbaggar i nydöda, stående aspstammar.

Studien gjordes i fyra skogslandskap i södra Norge. I dessa utgör nyckelbiotoper 1,5 % av den produktiva skogsmarken och nyckelbiotoperna är i genomsnitt 1 hektar. Hänsynsytor på hyggen utgörs av grupper av träd på hygget eller som kantzoner mot vattendrag och de är i genomsnitt mindre än 0,5 hektar stora. Hänsynsytorna hade skapats 4–6 år innan fältinventeringen. I varje landskap fanns också minst ett skogsreservat som ingick i studien.

## Svampar på gran och skalbaggar på asp

I varje försöksyta inventerades tickor och skinnsvampar på fem grova lågor (>20 cm) av gran. För skalbaggsstudien gjordes ett experiment där stamdelar av nyhuggen asp, en meter långa och 20 cm i diameter, placerades stående i ytan. På varje stamdel placerades en fönsterfälla som användes under tre säsonger för att samla in skalbaggar.

Artsammansättningen analyserades dels för generalister, dels för specialister. Generalisterna är arter som klarar ett bredare spektrum av miljöer medan specialisterna är beroende av en viss miljötyp, till exempel ved av en viss nedbrytningsgrad och träslag. Indelningen för svampar baserades på den norska rödlistan, och för skalbaggar på annan litteratur.

Totalt hittades 1566 svampar från 160 olika arter och 15 900 skalbaggar från 573 arter. Tjugofem svampar klassades som specialister beroende av gammal skog och 11 skalbaggar som specialister på asp.

## Statistisk modell

En modell sattes upp för att statistiskt jämföra resultaten mellan hänsynskategorierna och de olika skogslandskapen. För specialister bland svamparna skiljde sig artsammansättningen mellan naturreservat från hänsynsytor och nyckelbiotoper. För

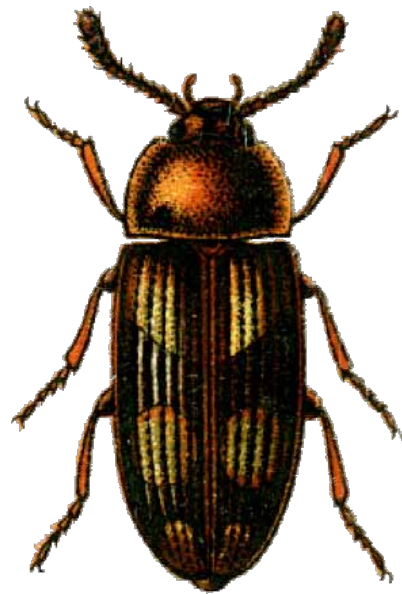
generalister fanns ingen skillnad mellan hänsynskategorierna, däremot mellan landskapen.

Specialister bland skalbaggar visade dock ingen skillnad mellan naturvårdsåtgärderna. Bland skalbaggsgeneralister var nyckelbiotoper mest framgångsrikt instrument.

## Specialister på gammal skog kan behöva större avsatta områden

Resultaten tyder på att arter som är specialiserade på den mer kortlivade hårda, döda veden (som i de nydöda asparna) kan kolonisera alla hänsynskategorier. De mindre hänsynsytor har dock svårare att skapa tillräckligt med substrat för de arter som är specialiserade på nedbruten, mjuk ved, det vill säga substrat som förekommer i gammal skog. Generalister, det vill säga arter som klarar ett bredare spektrum av miljöer, gynnas av alla naturvårdsåtgärder.

En slutsats är att hänsynsytor, nyckelbiotoper och reservat kompletterar varandra och fyller olika funktioner i skyddet av skogslevande arter. ■



Brungul vedsvampbagge (*Mycetophagus populi*), en aspgeneralist som klassas som sårbar (VU) i den norska rödlistan. Den hittades i 4 exemplar i studien. Illustration Georgij Jacobson, Wikipedia commons.

# Kärlväxter kan användas som indikator för andra artgrupper

**Ett referat av:** Sætersdal, M., Gjerde, I., Blom, H.B., Ihlen, P.G., Myrseth, E.W., Pommerresche, R., Skartveit, J., Solhøy, T., Aas, O. 2003. Vascular plants as surrogate species in complementary site selection for bryophytes, macrolichens, spiders, carabids, staphylinids, snails, and wood living polypore fungi in a northern forest. *Biological Conservation* 115, 21-31.

**En studie i västra Norge undersökte om kärlväxter kan användas som surrogat för andra artgrupper vid urval av nyckelbiotoper. Resultaten pekar på att en kärlväxtinventering är användbar för att identifiera potentiellt värdefulla miljöer, särskilt tillsammans med en inventering av värdefulla substrat som död ved och gamla träd.**

Kärlväxter har en fördel som indikatorer eftersom de ofta är lätta att artbestämma och kan inventeras till rimliga kostnader. I praktiken har kärlväxter och kryptogamer prioriterats som signalarter när nyckelbiotoper har identifierats. Risken finns då att miljöer viktiga för andra artgrupper, t.ex. ryggradslösa djur, missas.

## Surrogat för att identifiera värdefulla miljöer

I en norsk studie undersöktes om kärlväxter kan användas som surrogat för att identifiera miljöer av betydelse för andra artgrupper. I detta fall används kärlväxter för att välja ut och avgränsa nyckelbiotoper på skogsmark. En förutsättning är då att de kärlväxter som inventeras har liknande miljökrav som de andra organismer de ska spegla.

Data samlades in i 59 ytor (vardera 0,25 hektar) i västra Norge, från ett område dominerat av tallskog med lövskog i branta partier. I ytorna inventerades samtliga kärlväxtarter. Mossor och lavar registrerades på död ved, klippor, bar mark, träd och branter. Marklevande skalbaggar och spindlar samlades in med fallfällor och mollusker genom att sälla förna. Ett antal ståndortsvariabler som topografi, jorddjup, produktivitet och trädslagssammansättning registrerades också.

## Positiva samband med kärlväxter

Totalt hittades 1 083 arter. Största gruppen var mossor (347 arter), följd av kärlväxter (236 arter). Multivariat analys användes för att hitta samband mellan olika artgrupper och ståndortsvariabler.

Vegetationstypsindelningen i Norge följer i princip gradienterna för näring och fuktighet. Denna studie visade att samma miljövariabler också styr artsammansättningen av trädlevande, vedlevande och marklevande mossor och lavar, och dessutom vedlevande tickor och flera grupper av marklevande ryggradslösa djur. Det innebär att markvegetationsklassning med kärlväxter kan användas även för andra artgrupper.

Den enda negativa korrelationen fanns mellan kärlväxter och spindlar, vilket betyder att ett kärnområde för kärlväxter inte behöver vara det för spindlar.

Författarna pekar på att kärlväxter är användbara som indikatorer på värdefulla miljöer längs gradienterna fuktighet och näringstillgång, men att de också ska kompletteras med uppgifter om död ved, gamla träd, lövträd och branter. ■

Korrelation mellan artrikedom för kärlväxter och artrikedom för andra organismgrupper i 59 provtytor. Samtliga korrelationer var signifikanta.

Artgrupp	Korrelation med kärlväxter
Mossor	0,80
Lavar	0,58
Spindlar	-0,44
Jordlöpare	0,32
Kortvingar	0,40
Sniglar	0,67
Tickor	0,65

## Fler nyckelbiotoper i branta och rika miljöer

**Ett referat av:** Sætersdal, M., Gjerde, I., Heegaard, E., Hoistad Schei, F., Ørnelund Nilsen, J.E. 2016. History and productivity determine the spatial distribution of key habitats for biodiversity in Norwegian Forest Landscapes. *Forests* 7,11; doi:10.3390/f7910011

### En analys av 9 470 potentiella nyckelbiotoper i Norge visade att de är överrepresenterade i brant terräng, på rikare mark och på låg höjd över havet. Landskapsvariabler kan användas för att styra inventeringen av nyckelbiotoper till miljöer där de har störst chans att hittas.

I hela Norge har omkring 110 000 potentiella nyckelbiotoper identifierats av den landsomfattande inventeringen Miljøregistrering i skog (MiS). Av dessa har drygt 70 000 avsatts som nyckelbiotoper, ofta med en buffertzon.

I en norsk studie från 10 kommuner i södra Norge gjordes en analys av nästan 10 000 områden som blivit utpekade som MiS-biotoper. Forskarna frågade sig om nyckelbiotoperna är jämnt spridda eller är koncentrerade till vissa områden och miljöer.

Uppgifterna om MiS-biotoperna samkördes med geografiska data som platsernas produktionsförmåga, utsatthet för störning och höjd över havet. Biotoperna hade en sammanlagd yta på 81 km<sup>2</sup>, vilket motsvarade 2,8 % av den produktiva skogsmarksarealen.

#### Mångfalden varierar längs gradienter

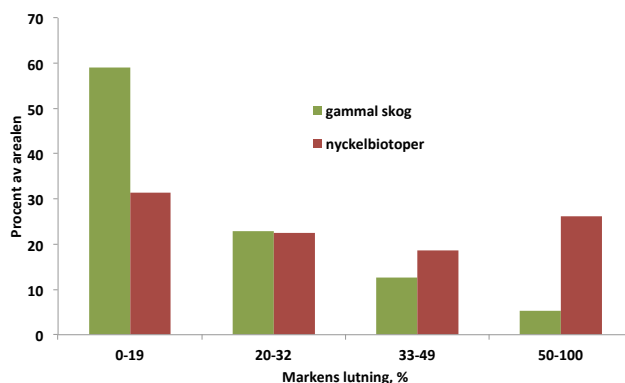
Antalet biotoper varierade stort mellan kommuner och naturtyper. En statistisk test visade att det är större sannolikhet att biotoperna är klustrade än att de är slumpmässigt utspridda. Klustringen var störst på korta avstånd (upp till 1 km). Branta sluttningar hade tydligt fler biotoper än svaga sluttningar eller flack mark. Det var tydligt att fler biotoper fanns i näringsrika miljöer än i fattiga. Biotoper med gamla träd fanns dock också i fattiga miljöer. Fler biotoper fanns på lägre än högre höjd över havet. Det var fler biotoper som hamnade långt från väg än nära väg. När endast ytor med mogen skog räknades så tappades avstånd till väg som förklaring. Det förklaras med att vissa naturtyper som lövrika miljöer är vanligare nära väg medan gammal skog är vanligare långt från väg.

#### Skog med höga naturvärden i branter

Genom att ta hänsyn till faktorer som lutning, produktivitet, höjd över havet och avstånd från väg går det således att peka ut de delar av landskapet som har en större täthet av nyckelbiotoper.

Det finns flera förklaringar till att fler biotoper hittas i brant terräng. Störningar i form av skred och laviner är vanligare här, och det skapar mer död ved och ökar uppslaget av löv. Branter har i genomsnitt högre bördighet än flackare områden. Slutligen så kan sluttningarna, särskilt om de är sydvända, vara varmare än omgivningen och därmed gynna värmeälskande arter.

En viktig faktor som inte fångas in av landskapsvariablerna är skogsbruket. I Norge praktiserades plockhuggning i nästan all skog fram till mitten av 1900-talet när trakthyggesbruket slog igenom. Till skillnad från i Sverige så har det sedan dess nästan inte bedrivits något skogsbruk i de bestånd som ännu inte slutavverkats, vilket betyder att mängden död ved har ökat i de gamla skogarna. Det är också i mogen och gammal skog som nästan alla MiS-biotoper hittas. ■



I de brantaste sluttningarna (50-100 % lutning) är de utvalda nyckelbiotoperna klart överrepresenterade i förhållande till andelen gammal skog. Figuren visar hur arealen av gammal skog respektive nyckelbiotoper fördelar sig på olika lutningsklasser.

# Modell för avverkningskostnad i skogar med nyckelbiotoper

Ett referat av: Søvde, N.E., Sætersdal, M., Løkketangen, A. 2014. A scenario-based method for assessing the impact of suggested woodland key habitats on forest harvesting costs. Forests 5, 2327-2344.

## En norsk studie undersökte hur avverkningskostnaderna i det praktiska skogsbruket påverkas av förekomsten av nyckelbiotoper, till exempel när det gäller körstråk vid avverkning. Fyra verkliga fall testades med en terrängkostnadsmodell. Kostnaderna kan ibland minska om körstråk dras genom nyckelbiotoperna.

Registreringen av nyckelbiotoper i Norge skiljer sig något från de övriga skandinaviska länderna i och med att det görs som en del i den skogliga planeringen av en fastighet. Det slutliga urvalet och avgränsningen görs i samråd mellan myndigheter, markägare och en ekolog. Urvalet baseras därför delvis på de ekonomiska konsekvenserna för markägaren.

Viss avverkning och skötsel i nyckelbiotoperna är tillåten enligt den certifieringsstandard som reglerar nyckelbiotoper i Norge, så länge som de biologiska värdena inte påverkas. Planering och ekonomisk optimering av avverkningar i anslutning till nyckelbiotoperna kan därför påverka utformningen och storleken på nyckelbiotoperna. Eftersom avverkningskostnaderna är beroende av terrängtransporterna kan placeringen av nyckelbiotoper och hänsynsytor få betydelse för skogsbrukets ekonomi. En möjlig kompromiss kan därför vara att dra terrängkörningsstråk genom nyckelbiotopen i stället för runt om dem. Samtidigt kan viss avverkning i nyckelbiotoperna bidra till ökade ekonomiska incitamenten för att avsätta nyckelbiotoper.

## Terrängdata från laserskanning

I studien undersöktes hur avverkningskostnaderna påverkas av nyckelbiotoper och hänsynsytor. Terrängdata från laserskanning användes för att beräkna kostnaderna för terrängtransport med hänsyn till avstånd från vägar och mikrotopografi. En terrängkostnadsmodell och en modell för kortast körsträcka användes i fyra verkliga avverkningsituationer.

I fyra skogslandskap i södra Norge, 94-345 hektar vardera, fanns en eller flera nyckelbiotoper. Nyckelbiotoperna hanterades enligt fem scenarier: 1/ ingen körning och ingen avverkning alls, 2-5/ körning genom nyckelbiotopen tillåten och avverkning inne i nyckelbiotopen görs med 0, 30, 70 och 100 % av volymen. Det sista scenariot innebär att nyckelbiotopen avverkades i sin helhet utan hänsyn och är alltså ett hypotetiskt scenario.

## Ibland lönsamt att köra genom nyckelbiotopen

För alla scenarier och landskap beräknades såväl direkta som indirekta "opportunity costs" (alternativkostnad) som ett mått på vad nyckelbiotopen kostar i form av dyrare eller utebliven avverkning.

Studien ger inget direkt svar på kostnaderna för nyckelbiotoper men modellen kan användas vid avverkningsplanering. Ett konkret resultat är att det kan vara lönsamt att tillåta en körväg genom nyckelbiotopen för att få ned kostnaderna för terrängtransport från övrig avverkning. Ett annat är att modellen kan användas för att rangordna nyckelbiotoper för eventuell avverkning. ■



Genom att tillåta körstråk genom nyckelbiotoper kan kostnaderna för de avsatta biotoperna ibland hållas nere. Foto Mats Hannerz.



# Ersättning för nyckelbiotoper mer lönsamt än att bilda reservat för skogsägaren

Ett referat av: Tikka, P.M. 2003. Conservation contracts in habitat protection in southern Finland. Environmental Science & Policy 6, 271-278.

**I Finland kan en skogsägare få tidsbegränsad ersättning för att spara nyckelbiotoper under förutsättning att den ekonomiska förlusten överstiger en viss nivå. Ett alternativ är att bilda naturreservat. I artikeln analyseras storlek och ersättning för nyckelbiotoper och reservat, och en slutsats är att nyckelbiotoper kan vara mer lönsamt för skogsägaren på lång sikt.**

I södra Finland är bara drygt 1 % av skogsmarken formellt skyddad. Ett sätt att spara mer skog från att avverkas är frivilligt avsättning hos privata skogsägare, som äger tre fjärdedelar av skogsmarken i södra halvan av landet.

## Tidsbegränsade bidrag eller naturreservat

I denna artikel ges förslag på olika former av kontrakt som skulle kunna öka skogsägarnas vilja att spara skog. Två former av frivilligt naturskydd diskuteras: 1/ tidsbegränsade bidrag för att spara nyckelbiotoper, 2/ frivilligt avsatta naturreservat i privat skog. Artikeln analyserar vilka typer av miljöer och vilka storlekar som täcks av de två metoderna samt vilken ekonomisk kompensation de ger till markägarna.

Frivilligt avsatta reservat kan föreslås av markägaren själv eller av staten där skogsägaren kan acceptera reservatet efter förhandlingar. Reservatet är tänkt att bevara skogen "för evigt" och markägaren ersätts för marknadsvärdet av timmer och andra naturresurser.

## Vissa nyckelbiotoper kan få ersättning

Nyckelbiotoper som tillhör någon av de naturtyper som anges i skogslagen ("Forest Act habitats") är lagligt skyddade. Viss avverkning kan vara tillåten, men deras naturtillstånd får inte förändras. Markägaren måste stå för den extra kostnaden upp till en viss nivå, 4 % av virkesintäkterna på hela fastigheten. Ovanför detta kan dock markägaren ansöka om tidsbegränsade naturvårdsbidrag, upp till 30 år. Detta ska motsvara den förlorade inkomsten som nyckelbiotopen innebär.

## Högre ersättning per hektar för nyckelbiotoper

I studien ingick 193 naturreservat och 182 nyckelbiotoper i södra Finland, och för alla registrerades storlek, naturtyp och den ekonomiska kompensationens storlek. Sex av reservaten var stora och betydligt dyrare och uteslöts ur analysen.

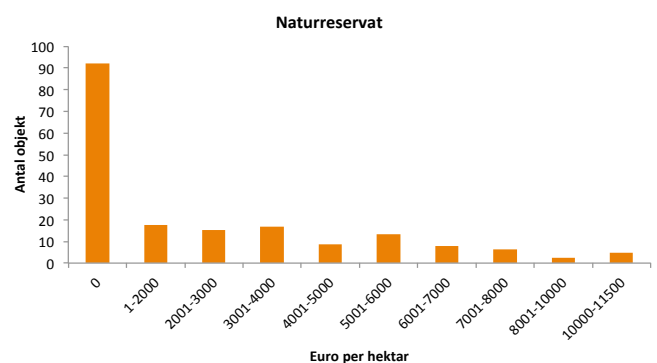
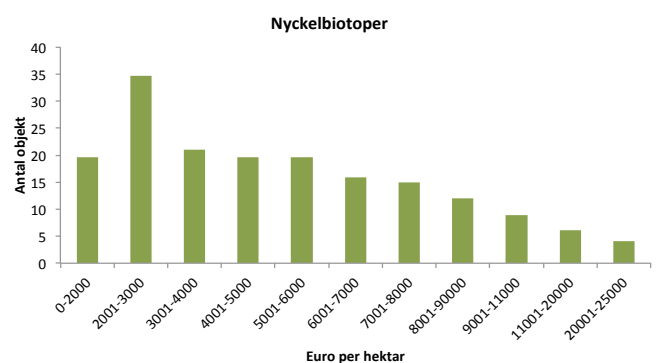
De 187 reservat som ingick täckte 1 430 hektar och den ekonomiska ersättningen till markägare var 2,52 miljoner €. Nyckelbiotoperna täckte 684 hektar och ersättningen uppgick till 2,98 miljoner €. Nyckelbiotoperna var i genomsnitt 3,8 hektar och reservaten 7,7 hektar.

Ersättningen per hektar var i genomsnitt dubbelt så stor för nyckelbiotoper (5 422 €/hektar) som för reservat (2 122 €/hektar). I hälften av alla fall med naturreservat betalades ingen

ersättning alls till markägare, avsättningen gjordes alltså helt på frivillig väg. För de reservat där ersättning betalats ut var kompensationen i genomsnitt 4 220 €/hektar, alltså nästan lika mycket som för nyckelbiotoperna.

Ersättningen för nyckelbiotoper var högre för torvmarker och näringsfattiga naturtyper. I örtrika, bördiga skogar, var ersättningen per hektar högre för naturreservaten.

Författaren drar slutsatsen att det är mer lönsamt för markägaren att få ersättning för nyckelbiotoper än att göra reservat, eftersom nyckelbiotopsersättningen gäller i 30 år och därefter ansöks på nytt. För staten har det varit mer förmånligt med naturreservat, särskilt med tanke på att en del markägare inte kräver ersättning. De tidsbegränsade ersättningarna för nyckelbiotoperna har dock fördelen att markägarna fortfarande är ägare till marken, vilket kan öka acceptansen för skyddsformen. ■



Fördelning av kompensationen för nyckelbiotoper och naturreservat, antal objekt per prisnivå. Observera de olika skalorna.

# Nyckelbiotoper i Sverige, Norge, Finland och Baltikum – både likheter och skillnader

**Ett referat av:** Timonen, J., Siitonen, J., Gustafsson, L., Kotiaho, J.S., Stokland, J.N., Sverdrup-Thygeson, A., Mönkkönen, M. 2010. Woodland key habitats in northern Europe: concepts, inventory and protection. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25, 309-324.

**Nyckelbiotoper är en del i naturvårdsarbetet i Sverige, Norge, Finland och Baltikum. Hur nyckelbiotoperna definieras, avgränsas och hanteras i lagstiftningen skiljer sig dock. Artikeln går igenom historik, genomförande och uppföljning av nyckelbiotopsinventeringarna i respektive land, och sätter in dem i ett naturvårdspolitiskt sammanhang. I artikeln beskrivs läget kring 2010.**

## Spred sig snabbt

Nyckelbiotopsbegreppet lanserades i Sverige 1990 och blev mer allmänt känt 1992. I mitten av 1990-talet infördes det i Finland och Norge, och i slutet av 1990- och början av 2000-talet i Lettland, Estland och Litauen. Motivet för nyckelbiotoper är likartat i länderna: att bevara den biologiska mångfalden i den brukade skogen genom att avgränsa och skydda små biotoper av särskilt värde. Teorin bakom nyckelbiotoper var att rödlistade arter är koncentrerade till ”hotspots” i landskapet, och att dessa kan identifieras med hjälp av strukturer och indikatorarter. I en nyckelbiotop ska det alltså finnas, eller förväntas finnas, rödlistade arter.

Eftersom nyckelbiotoper ursprungligen sågs som ett sätt att avgränsa naturliga miljöer i fragmenterade brukade skogar fungerar konceptet troligen mindre bra i landskap med en annan brukningshistoria än i Sverige, Norge, Finland och Baltikum.

## Inventeringarna begränsade till olika markägare

Inventeringen av nyckelbiotoper är en av de mest omfattande skogliga naturvårdskarteringarna någonsin. Statliga myndigheter och organisationer har inventerat på all skogsmark i Norge, Estland och Litauen, och på privatägd mark i Finland och Sverige. I Sverige och Finland har större skogsägare utfört egna inventeringar. I Lettland inventerades bara den statsägda skogen.

I Norge används två parallella system, där Miljöregistrering i Skog (MiS) är det som är mest förknippat med skoglig planering. Nyckelbiotoper identifieras i samband med skogsbruksplaneringen för varje fastighet och avgränsningen fastslås i en förhandling med markägaren.

## Öppna eller hemliga data

I Norge och Sverige är uppgifterna offentliga. I Finland är de tillgängliga bara för skogsägarorganisationen, och alltså inte ens för miljömyndigheter. I Baltikum ingår uppgifterna i nationella register som används för planering. De är dock inte publika.

## Skyddade i lag eller frivilliga överenskommelser

I Finland, Estland och Lettland är nyckelbiotoperna skyddade i lagen. Det betyder dock inte ett totalt skydd; avverkning kan ske så länge inte naturtillståndet förändras. I Sverige och Norge påverkas nyckelbiotoper av certifieringen (FSC/PEFC i Sverige och PEFC i Norge) eftersom certifierade företag inte handlar med virke från nyckelbiotoper.

## Biotopindelning

Länderna har olika grunder för att identifiera nyckelbiotoper. Gemensamt kan de dock delas in i sju grupper: 1) edafiska miljöer (t.ex. kalkbarrskogar, kalkrika myrar); 2) geomorfologiska miljöer (t.ex. raviner, branter); 3) hydrologiska miljöer (t.ex. bäcknära skog, våtmarker); 4) dominerande trädslag eller successionsstadiet (t.ex. gamla skogar, strukturer); 5) brända eller andra störda miljöer (kan även vara unga skogar); 6) kulturbiotoper; och 7) enskilda träd. Sverige har den mest finmaskiga indelningen med 51 olika biotoper. Norge nöjer sig med 12 och de övriga har omkring 30 olika. I Finland saknas de unga, störda miljöerna. Där ligger fokus i stället på att biotoper ska vara naturliga, men krav på strukturer som död ved och gamla träd saknas. Lettland saknar kulturmiljöer i sin lista. Norge har mest fokus på förekomsten av strukturer.

## Skillnader i storlek

Finland använder i praktiken en övre gräns på 1 hektar, medan Sverige, Norge och Baltikum saknar storleksgränser. En nyckelbiotop kan sträcka sig från ett enskilt träd till ett område på tiotals hektar. En nyckelbiotop i Finland är i genomsnitt 0,7 hektar och i Sverige 4,6 hektar. Nyckelbiotoper upptar 1,3 % av skogsmarksarealen i Sverige och 0,6 % i Finland. I Baltikum varierar det mellan 0,7 och 1,7 %. Det norska MiS pågick fortfarande när artikeln skrevs, men preliminärt upptog MiS-habitat 1,5 % av skogsmarksarealen. ■



I Estland, Lettland och Finland är nyckelbiotoperna skyddade av lagen (även om viss avverkning kan tillåtas så länge naturtillståndet inte förändras). Medelstorleken på nyckelbiotoper varierar mellan länderna. Störst är de i Sverige och minst i Finland. I Norge är siffran preliminär eftersom inventeringen pågick när artikeln skrevs.

Uppgifter om arealer och antal nyckelbiotoper samt certifierad mark i respektive land (uppgifter från 2007-2010).

	PEFC, milj. hektar	FSC milj. hektar	Antal nyckelbiotoper	Medelstorlek, hektar	% nyckelbiotoper av produktiv skogsmark
Sverige	7,4	10,5	81900	4,6	1,3
Finland	20,8 (=FFCS)	0,01	111357	0,7	0,6
Norge	7,5	0,07	28630	1,1	1,5
Lettland	0	1,6	31000	2,1	1,7
Estland	0	1,1	5455	2,9	0,7
Litauen	0	1,0	5609	3,2	1,2

# Meta-analys visar att nyckelbiotoper är hotspots

Ett referat av: Timonen, J., Gustafsson, L., Kotiaho, J.S., Mönkkönen, M. 2011. Hotspots in cold climate: Conservation value of woodland key habitats in boreal forests. *Biological Conservation* 144, 2061-2067.

**Nyckelbiotoperna hade högre totalt artantal, mer rödlistade arter, högre volym död ved och större mångfald av död ved jämfört med äldre produktionsskog. Detta framkom i en meta-analys där data från 16 studier i Sverige, Norge, Finland lades ihop och analyserades gemensamt. Länderna skiljde sig dock åt när det gäller rödlistade arter.**

## Meta-analys

Litteratur om nyckelbiotoper söktes i olika databaser på ett systematiskt sätt med förbestämda söktermer och noggrann dokumentation av varje steg. Ett successivt urval gjordes baserat på titlar, sedan sammanfattningar och slutligen hela artiklarna inklusive presenterade data. Till sist återstod 18 artiklar där data fanns som kunde användas för meta-analys. Data från dessa lades ihop och analyserades gemensamt.

## Nyckelbiotoperna generellt rikare än produktionsskogen

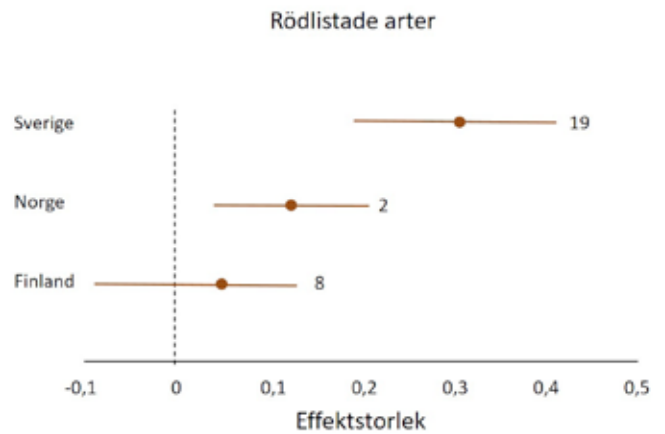
Resultatet var tydligt, nyckelbiotoperna hade högre totalt artantal, mer rödlistade arter, högre volym död ved och högre dödvedsdiversitet jämfört med äldre produktionsskog. Artantalet var högre för kärlväxter, mossor, lavar, vedsvampar men inte för skalbaggar. Nyckelbiotoperna hade ungefär en och en halv gång så många arter totalt som produktionsskogen.

## Finland annorlunda för rödlistade arter

Även om det fanns fler rödlistade arter för alla länderna tillsammans i nyckelbiotoperna så visade en förfinad uppdelning att det fanns skillnader mellan länderna. I Sverige och Norge var nyckelbiotoperna rikare men inte i Finland. Författarna anser att detta beror på Finlands definition på nyckelbiotop som styr urvalet mot små områden av särskilda marktyper och att kraven är lägre på strukturer viktiga för arter.

## Grad av fragmentering kan påverka nyckelbiotopernas naturvärde

Författarna diskuterar effekter av skogslandskapets utseende, även om deras studie inte var inriktad mot denna faktor. Nyckelbiotopsbegreppet tillämpas i norra Europas produktionskogslandskap där de äldre skogarna överlag är kraftigt fragmenterade. I sådana landskap finns det skäl att identifiera och bevara kvarvarande resterna med äldre skog. I andra delar av det boreala barrskogsbältet där det fortfarande finns stora, sammanhängande naturskogar kvar, är det mer motiverat att skydda skog i stora reservat. ■



Linjer som ligger helt till höger om nollstrecket visar att nyckelbiotoper har fler rödlistade arter än äldre produktionsskog. Detta är alltså fallet för Sverige och Norge men inte i Finland. Siffrorna till höger om linjerna visar hur många studier som ingick i analysen.

## Biologiskt värdefulla strukturer ökade i nyckelbiotoper i Litauen

**Ett referat av:** Urbonas, S. 2009. Changes in abundance degree of biological key elements in woodland key habitats of Kaunas region. Environmental Research, Engineering and Management 4, 44-50.

**En inventering av nyckelbiotoper i Litauen visar att antalet biologiskt värdefulla strukturer ökade under en period av 5-8 år. Mest ökade antalet lågor, men också hålträd och högstubbar. Någon förklaring till förändringen lämnas dock inte.**

### Inventerade 5 olika strukturer

Hur förändras strukturerna i nyckelbiotoper – är de intakta eller blir de bättre eller sämre över tiden? Det var frågeställningen för en studie från Litauen. I 184 nyckelbiotoper i regionen Kaunas inventerades strukturer ("biological key elements") under 2008-2009. Inventeringsresultatet jämfördes med data insamlade under 2001-2003 inför nyckelbiotopernas avsättning.

Fem strukturer som kunde skattas kvantitativt ingick i undersökningen: 1/ Höga socklar kring trädstammar (i översvämmade miljöer); 2/ Hålträd med hål djupare än 5 cm; 3/ Lågor med bark; 4/ Lågor utan bark; 5/Högstubbar (naturligt avbrutna träd). För varje struktur noterades antalet per nyck-

elbiotop. Dessutom registrerades trädslag för varje struktur. Sammanlagt registrerades 922 strukturer i de 184 nyckelbiotoperna.

### Strukturerna ökade

Den senare inventeringen registrerade signifikant fler strukturer med undantag för höga socklar på våtmarker, där det inte syntes någon förändring. Hålträd ökade i 20 % av ytorna. De vanligaste hålträden var lind, följt av tall och klibbal. Den största ökningen sågs för lågor. Lågor med bark ökade i 48 % av ytorna, och lågor utan bark i 51 %. Gran var det vanligaste trädslagen bland lågorna följt av klibbal.

Högstubbar ökade i 41 % av ytorna och minskade i 1 %. Sammantaget ökade antalet strukturer i 41 % av ytorna, var oförändrat i 59 % och minskade i <1 %.

Rapporten innehåller inga förklaringar till skillnaderna utöver att bäver hade påverkat sju nyckelbiotoper. Det finns heller ingen diskussion om resultaten kan bero på skillnader i inventeringsmetodik. ■



FOTO LENA GUSTAFSSON.

## Intervjustudie om satellitbilsövervakning av nyckelbiotoper

**Ett referat av:** Werthén, H. 2003. Skogsvårdsstyrelsens arbete med att bevara nyckelbiotoper och innebörden av en satellitbilsanvändning i detta arbete. C-uppsats från Miljövetarprogrammet. Institutionen för tematisk utbildning och forskning – ITUF. Campus Norrköping. Linköpings universitet.

Studien syftade till att analysera Skogsvårdsstyrelsens arbete med att skydda och bevara nyckelbiotoper och hur satellitbilder skulle kunna användas i detta arbete. Intervjuer gjordes år 2003 med fem anställda från fyra distriktskontor vid Skogsvårdsstyrelsen i Östra Götaland. Vid intervjuerna framkom att bevarandearbetet präglas av skogspolitikens fokus på frihet, kunskap och ansvar för skogsägaren. Betoning på informativa styrmedel gör att en god kontakt mellan Skogsvårdsstyrelsen

och skogsägarna är viktig. De intervjuade ansåg också att en satellitbilsanvändning skulle kunna effektivisera arbetet och kompensera för minskade resurser. Ett samband verkade finnas mellan neddragningar i Skogsvårdsstyrelsens personalstyrka under 1990-talet och en minskning i kontakten med skogsägarna. En nackdel med satellitbilsanvändning skulle vara att den riskerar att reducera markägarkontakten ytterligare. ■

## 500 nyckelbiotoper ingår i miljöövervakningsstudie

**Ett referat av:** Wijk, S. 2016. Uppföljning av biologisk mångfald i skog med höga naturvärden. Metodik och genomförande. Rapport 1/2016. Skogsstyrelsen. Jönköping.

Skogsstyrelsen genomför sedan 2009 en noggrann inventering av ett urval nyckelbiotoper med syftet att beskriva nuläget för den biologiska mångfalden i skog med höga naturvärden och följa upp vilka förändringar som sker på lång sikt (UBM=uppföljning av biologisk mångfald). I denna metodrapport beskrivs vad som inventeras, hur inventeringen går till och bakomliggande avvägningar. Ett stickprov av enskilda skogsbrukets respektive storskogsbrukets nyckelbiotoper undersöks med målet att inventera i storleksordningen 1000 objekt under en 10-årsperiod. Till och med 2015 har cirka 500 objekt inventerats. Inventering av arter (alla signalarter

och en del rödlistade) och substrat görs över hela nyckelbiotopen och en beståndsinventering (alla vedväxter, död ved) görs längs transekter. Inventeringen utförs av inventeringslag bestående av två inventerare med mycket goda artkunskaper. Vid artsökningen delas området upp i mindre, överblickbara delytor. För objekt upp till två hektar inventeras hela arealen, i större objekt sker delinventeringar på två hektar. Avsikten är att göra upprepade uppföljningar framöver, som en typ av miljöövervakning. Metodiken kan användas för även andra kategorier skog med höga naturvärden. ■

## 60 % av nyckelbiotoperna har mer än 15 signalarter

**Ett referat av:** Wijk, S. 2017. Biologisk mångfald i nyckelbiotoper. Resultat från inventeringen "Uppföljning biologisk mångfald" 2009–2015. Rapport 4/2017. Skogsstyrelsen. Jönköping.

Skogsstyrelsen genomför sedan 2009 en noggrann inventering av ett urval nyckelbiotoper med syftet att beskriva nuläget för den biologiska mångfalden i skog med höga naturvärden och följa upp vilka förändringar som sker på lång sikt (UBM=uppföljning av biologisk mångfald, se Wijk 2016). I rapporten redovisas resultatet från 477 nyckelbiotoper spridda runt landet. Av de 17 habitattyper enligt Natura 2000 som fanns representerade så dominerade grandominerade biotoper av frisk eller fuktig typ. Medianvärden på den döda veden (>10 cm i diameter) var 20,5 m<sup>3</sup>/ha. Totalt registrerades 471 signalarter och rödlistade arter och artgrupper. Antalet signalarter per område var i genomsnitt 19,2. Sextio procent av områdena hade mer än 15 signalarter och sex procent av

områdena hade högst 5 signalarter. Garnlav *Alectoria sarmentosa* var den vanligaste signalarten. Antalet fynd av en art var dock vanligen lågt. Mer än hälften av arterna (205 stycken) hittades i högst 10 av de 477 områdena. Exempel ges på hur data kan analyseras vidare. Olika mått och indikatorer på biologisk mångfald presenteras liksom exempel på hur den biologiska mångfalden i nyckelbiotoperna varierar med bland annat typ av habitat, areal och ägarkategori. Författaren framför vikten av att fullfölja och följa upp inventeringen för att få kunskap om den långsiktiga utvecklingen. Jämförelser behövs också med produktionsskogen. ■

# Tröskelvärde för död ved hittat i nyckelbiotoper

Ett referat av: Ylisirniö, A-L., Mönkkönen, M., Hallikainen, V., Ranta-Maunus, T., Kouki, J. 2016. Woodland key habitats in preserving polypore diversity in boreal forests: Effects of patch size, stand structure and microclimate. *Forest Ecology and Management*. 373, 138-148.

I en studie utförd i nordöstra Finland ökade antalet arter av vedsvampar med såväl områdenas storlek som med mängden död ved. Forskarna hittade tröskelvärden för mängden liggande död ved, med en ökning av antalet rödlistade arter upp till 20-30 kubikmeter per hektar. Luftfuktigheten var tydligt lägre vid hyggeskanter och upp till 50 meter in i skogen och små nyckelbiotoper hade lägre luftfuktighet jämfört med större. Ett praktiskt råd är att använda höga volymer död ved som ett urvalskriterium för nyckelbiotoper.

## Studie om vedsvamp i nordöstra Finland

Vedsvamparnas antal och sammansättning undersöktes i 20 stycken nyckelbiotoper och sex stycken kontrollskogar i ett område i nordöstra Finland (Taivalkoski, nordligt boreal region). Nyckelbiotoperna fanns på hyggen som avverkats 3-4 år tidigare. Arter inventerades på döda stående och liggande träd i cirkelprovytor och mängden död ved mättes noggrant. Nyckelbiotopernas storlek varierade mellan 0,05 och 3,6 hektar och kontrollskogarnas mellan 6,5 och 44,7 hektar. En mätning gjordes också av mikroklimatet från hyggeskanterna och in i områdena.

## Tydliga samband mellan artantal och områdenas storlek

Totalt hittades 50 arter av vedsvampar. Medelantalet per cirkelprovyta ökade linjärt med områdenas storlek. Områden mindre än 0,5 hektar i storlek hade signifikant lägre totalt

artantal än större områden. Till de vanligaste arterna hörde fnöskticka *Fomes fomentarius* och violticka *Trichaptum abietinum*. Totalt hittades sju rödlistade arter, t.ex. sprickporing *Diplomitoporus crustulinus*. För rödlistade arter hittades dock inget samband med områdesstorleken och författarna tror att detta kan bero på att provstorleken var så liten.

## Mängden död ved också viktig

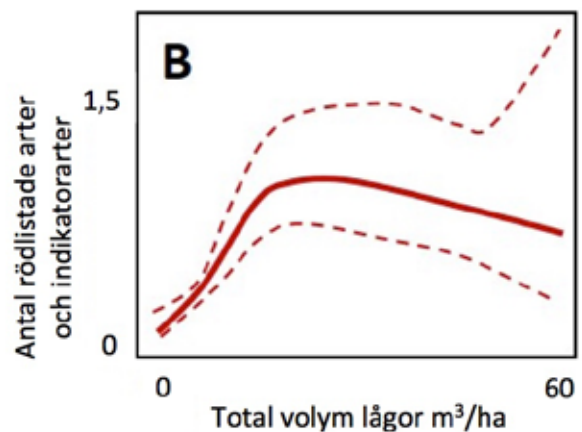
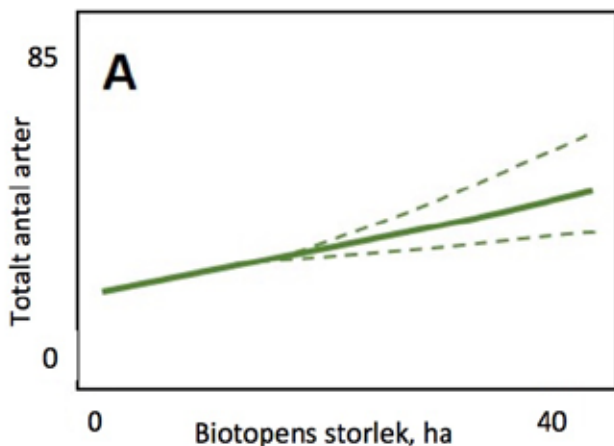
Den totala mängden död ved varierade mellan 23 och 32 m<sup>3</sup> per hektar och skiljde sig inte åt mellan nyckelbiotoper och kontrollskogar. Antalet rödlistade arter och indikatorarter på gammal, orörd skog ökade snabbt med volymen lågor (liggande döda träd) upp till 20-30 m<sup>3</sup> per ha och planade sen av, dvs. ett tröskelvärde hittades. Totala antalet vedsvampar ökade dock jämnt med ökningen av volymen död ved.

## Kanteffekt på upp till 50 meter in i områdena

Luftfuktigheten var betydligt högre inne i nyckelbiotoperna jämfört med i hyggeskanterna. Medelfuktigheten i en zon från hygget in till 50 meter i skogen var signifikant lägre jämfört med 50-100 meter från hyggeskanten. Små nyckelbiotoper hade också signifikant lägre luftfuktighet jämfört med stora nyckelbiotoper och kontrollskogar. Temperaturen var högst i de minsta nyckelbiotoperna men den skiljde sig inte signifikant från större områden.

## Välj nyckelbiotoper med mycket död ved

Författarnas rekommenderar att välja nyckelbiotoper med strukturer som är värdefulla för biologisk mångfald. I fallet med de vedsvampar innebär detta att områden med mycket död ved, och då framförallt lågor, bör prioriteras. ■



(A). Antalet arter per provyta ökade med nyckelbiotopernas storlek. (B) Antalet rödlistade arter och indikatorarter på gammal, opåverkad skog per provyta ökade med totala volymen lågor per provyta upp till 20-30 m<sup>3</sup> per hektar. De streckade linjerna anger 95-procentigt konfidensintervall.

# Nyckelbiotoper - den mest kostnadseffektiva avsättningen

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 minst kostnadseffektivt var det 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.

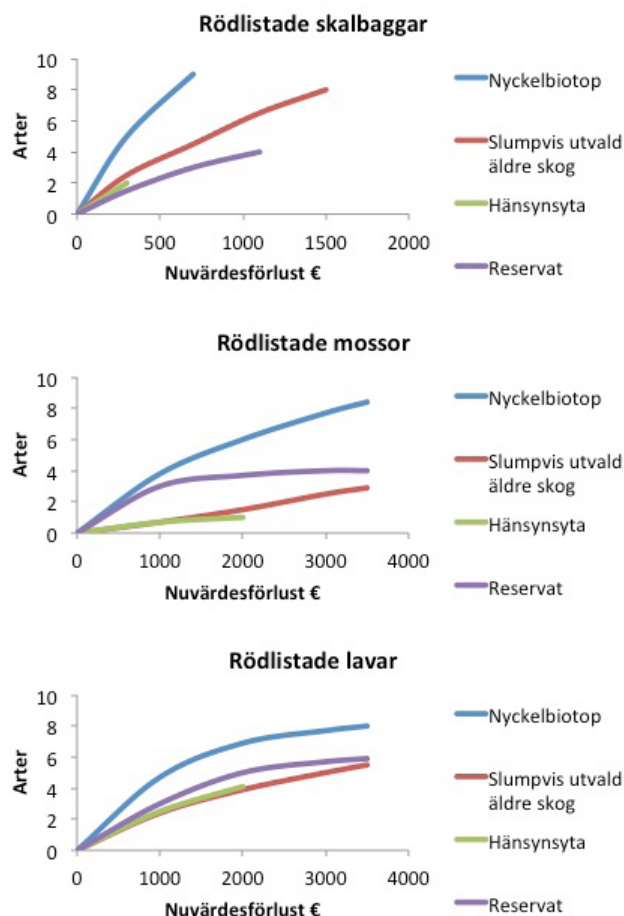
Nyckelbiotoper och hänsynsytor var mest kostnadseffektiva för att bevara så många arter som möjligt (flestarter till lägst kostnad). Om man däremot bara tittade på rödlistade arter var nyckelbiotoper det mest kostnadseffektiva, men skillnaden mot andra strategier var bara signifikant för skalbaggar.

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.

## 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 nyckelbiotoper som 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. ■



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.





LAVSKRIKA. FOTO MATS HANNERZ, 2015.

## Bilaga: Frågor om nyckelbiotoper från intressenter

Vi bad representanter för skogsbruk, myndigheter, miljöorganisationer och andra intressegrupper att lista de cirka tre forskningsfrågor som var och en ser som mest angelägna. Många av representanterna ingick i den av Skogsstyrelsen ledda samrådsgruppen för nyckelbiotoper. Ett 60-tal frågor kom från ett 25-tal personer. En sammanställning av ämnesområden återfinns i Inledning. Här listas alla frågor fördelade på intressentkategori:

### Miljö-, friluft- och turistorganisationer

- Vetenskaplig belysning av nyckelbiotopers vikt och ekologiska funktion (t.ex. source-sink dynamik).
- Britsanalys utifrån paraplyarter. Hur mycket nyckelbiotop behövs (tröskelvärden, spridningsbiologi). Utvalda arter med svår spridningsförmåga och högre krav på förekomst av livsmiljöer och områden.
- Tröskelvärden och i förlängningen täthet och grön infrastruktur.
- Nyckelbiotoper finns ju främst för de rödlistade arterna, eller i alla fall för "naturen i sig självt" där man fränkopplat människan från naturen. Det vore intressant att få en diskussion om hur man skulle kunna optimera båda dessa önskemål (natur för naturen i sig självt och natur för människan) i ett och samma område.
- Ekonomi: Idag kan enskilda skogsägare som väljer att slutavverka avsätta pengar på ett skogskonto och på det sättet sprida ut inkomsterna under längre tid. Det vore intressant att veta vad som skulle hända om denna möjlighet togs bort. Troligen skulle mindre skogsägare vilja ha en annan typ av skogsskötsel där man tar ut en mindre del av träden vart 5e eller 10e år. Hur skulle denna typ av skogsbruk påverka såväl nyckelbiotoper som friluftsliv? Kan man se skogskontot som en miljökadlig subvention som bör fasas ut?
- Det vore intressant att undersöka friluftsutövare. Är det ett begrepp som är välkänt? Känner de till begreppet mer än allmänheten? Hur stor är skillnaden mellan friluftsutövare och miljöaktiva? I hur stor utsträckning är miljöaktiva friluftsmänniskor och vice versa? Inom parentes kan sägas att Peter Fredmans studie indikerar att mer än 90 % av befolkningen ägnar sig åt friluftsliv varje år.
- Det vore oerhört intressant att få till en forskning kring de privata små skogsägarnas kunskaper om sina egna nyckelbiotoper. Min hypotes är att den bild som skogsägareföreningarna ger av att landets skogsägare har bra koll på sina nyckelbiotoper är en både förenklad och ofta överdrivet positiv bild av kunskapsläget bland skogsägarna själva.
- Det vore också intressant och värdefullt att få veta hur stor del av landets skogsägare som överhuvudtaget har en relevant grön skogsbruksplan med en seriös beskrivning av nyckelbiotoperna. En artikel i SvD indikerar att det bara är en tredjedel – nämligen få skogsägare som jag möter har en uppdaterad och grön plan.
- Det vore också värdefullt att studera kvalitén på skogsbruksplaner. Flera planläggare jag pratat med säger att de inte har den biologiska kompetensen för att bedöma vad som är en nyckelbiotop. Dessutom är det mycket stressigt att göra planer under svår tids- och ekonomisk press. Ofta uppdateras bara gammal information.
- Ofta gör sig de 4 skogsägareföreningarna dessutom till tolk för landets alla 327.000 skogsägare medan de i själva verket aldrig nämner att de bara organiserar 106000 skogsägare, dvs mindre än en 1/3. Förmodligen är deras medlemmar inte representativa när det gäller kunskaperna om var man har sina nyckelbiotoper. Jag tror nämligen att deras medlemmar har större intresse och högre kunskap än den genomsnittliga skogsägaren.
- Behovet av buffertarealer runt en nyckelbiotop för att dels klimatet ska bibehållas i biotopen, dels för att biotopen i sig bör innehålla tillräckligt med " nya ersättnings- habitat" t.ex. arvtagare på träd som kan få bli gamla och nya bärare av arterna.
- Ett nytt begrepp behövs som gör att man kan tillskapa/spara viktiga presumtiva nyckelbiotoper
- Tidsfaktorn – när vet man att en nyckelbiotop "klarar sig"? Finns det särskilda signalarter som kan signalera en god status på t.ex. klimatet i nyckelbiotopen utan att för den skull vara "hotade arter".
- Övervakning att ett fåtal specifika arter för att bedöma om arten/populationsutvecklingen går åt rätt håll.

### Skogsägare/skogsbolag

- Hur bra är träffsäkerheten i bedömningarna? Dvs. i hur många fall gör man samma bedömningar och avgränsningar mellan olika tjänstemän? I detta bör man även få in hur stor andel av skogen som blir

nyckelbiotop beroende på vem som är inventerare.

- Vad betyder nyckelbiotopsinventeringen för skogsägares vilja att bevara och utveckla naturvärden?
- Vilken betydelse har de skogar som inte är nyckelbiotop för rödlistade arter, och främst arter som inte används som signalarter. Att nyckelbiotoper är rikare än andra arter vad gäller signalarter är självklart med tanke på inventeringsmetodik. De klassas ofta som nyckelbiotop för att där finns signalarter. Men hur ser det ut för andra rödlistade arter? Har de rikare förekomster i nyckelbiotoperna, eller kan även produktions-skogen vara betydelsefull för dem? Fungerar signalarter som indikatorer även för andra rödlistade arter eller finns sådana arter även utanför nyckelbiotoperna?
- Hur stor andel av NB skulle man kunna utföra en skötsel/brukande på och samtidigt behålla/utveckla funktionen ”viktiga för flora och fauna”. Vilka typer av nyckelbiotoper skulle detta vara möjligt på?
- Hur mycket NB behövs i ett landskap för att klara biologisk mångfald?
- Hur bra är träffsäkerheten i bedömningarna. Dvs. i hur många fall gör man samma bedömningar och avgränsningar mellan olika tjänstemän? I detta bör man även få in hur stor andel av skogen som blir nyckelbiotop med nuvarande bedömningar
- Hur stor areal, inom landskapsavsnitt, kommer på sikt att få nyckelbiotopsstatus (med nuvarande definition) om nuvarande skogspolitik genomförs?
- Fördelningen av nyckelbiotoper geografiskt, får vi störst nytta med relativt stora arealer på begränsad del av nationen (fjällnära, kalkpåverkade regioner etc). Är m a o instrumentet för trubbigt och missar man därmed möjligheten till bättre spridning på landskapsnivå om ett mellanled införs med prioritering, förstärkning (utifrån bristanalys) etc
- Skötsel av nyckelbiotoper, sker det och om inte hur kan det hanteras för att skapa större naturvårdsnytta och trovärdighet (för att undvika exv. graninväxning i lövmiljöer etc.).
- En sammanställning av nyckelbiotopers status kopplat till fastighetsinnehav dvs. formellt skyddade, frivilligt avsatta, etc.
- Har all skogsmark med en viss kvalitet alltid ”mycket stor betydelse” för skogens flora och fauna, eller avtar betydelsen/marginalnyttan när stora arealer av denna kvalitet undantagits från skogsbruk?
- Hur varierar nyckelbiotopernas ”stora betydelse för skogens flora och fauna” beroende på vilket perspektiv som används: ståndort, landskap, regionperspektiv, nationellt eller globalt?
- Jag tycker det vore intressant att studera/belysa hur nyckelbiotoper påverkar skogsägares drivkrafter och inställning för att lämna hänsyn i skogen.
- Hur är kopplingen mellan antal rödlistade arter och nyckelbiotoper i olika regioner och biotoptyper. Är det stora variationer?
- Hur har begreppet nyckelbiotop använts och utvecklats över tid? Skillnader inom landet?
- Hur utvecklas naturvärdet i lämnad hänsyn? Blir det fler eller färre NB över tid? Vilken betydelse har storleken?
- Kan man behålla/skapa NB och samtidigt bruka skogen? (PF/kombinerade mål)
- Hur ser skogsägarna på begreppet NB? Är det något man vill ha i sin skog eller undvika att få?
- Finns det en nivå av mängden nyckelbiotoper (NB) som krävs för att garantera arters fortlevnad? Ex. Angelstams arbete där olika delar av Sverige sägs kräva olika nivåer av skyddad skog (i.e. Om man hypotetiskt ökar mängden NB med tid och slutligen får en stor mängd NB i landskapen, var går då gränsen för hur mycket NB vi ”behöver”?)
- Går det att förena hänsynsfullt brukande av skog där mykorrhizabildande svampar är de naturvärden som avgör att ett område får NB-status? Exempelvis gallrade och gödslade sandtallskogar (ca. 120-140 år) i Härjedalen som NB-klassas i stora diffusa områden p.g.a. mykorrhizabildande svampars (eventuella) närvaro, trots avsaknad av strukturer som död ved i avverkningsmogen skog med en historia av skogsbruk.
- Är det så att vi idag har vidgat begreppet NB till att numera omfatta annat än ”rester i ett brukat landskap” och nu egentligen klassar ”skyddsvärda skogar” eller ”skogar med högre naturvärden” som ”nyckelbiotoper”? Har alltså definitionen glidit i vissa landskap?
- Viken roll spelar/borde landskapsperspektivet spela i bedömningen om ett område är NB eller ej? Som jag uppfattar det ska en nyckelbiotop vara ett område som har en nyckelroll i bevarandet av arter. I definitionen så står det bland annat att den ska ha ”mycket stor betydelse för flora och fauna”. Men vad betyder det egentligen? I min värld blir det svårt att göra denna bedömning utan att ta hänsyn till landskapsperspektivet. Så går det att säga något om det? Hur stor andel skog i ett landskap kan

ha ”mycket stor betydelse för flora och fauna”? Utgår från att det skiljer mellan artgrupper, skogstyper, landsändar, och beroende på hur mycket som redan är exempelvis formellt skyddat i landskapet. Angelstam gjorde ju en bristanalys 1997, gäller slutsatserna där fortfarande?

- Hur har bedömningen av vilken typ av skog som är nyckelbiotop varierat över tid/mellan olika regioner? Om det finns en variation, vilka faktorer är det som styr? (ex kunskap, värderingar, metodik, definition, skogspolitik, FSC etc.) Visst var det så att den ursprungliga definitionen talade mer om att det skulle vara en miljö där det finns rödlistade arter, och att den definition som finns nu mer betonar att det ska vara en sammanvägd bedömning av olika faktorer? Det finns också en uppfattning om att man, då man började nyckelbiotopsinventeringen, i större utsträckning tittade efter miljöer, och att klassningen av nyckelbiotop baserat på artfynd (ex kalkbarrskog, sandtallskog) är relativt ny. Samtidigt så kan det skilja geografiskt, i Dalarna var man väldigt tidigt ute med naturvårdsutbildning för de som gjorde NB-inventering och när jag pratat med folk som varit med där ”från början” säger att det alls inte är något nytt med fokus på arter.
- Förenkling av naturvärdesbedömning. Att utföra naturvärdebedömning är komplext och kräver stor kunskap. Hur mycket kan man förenkla metodiken och ändå komma till ett resultat som är ”tillräckligt bra”? Jag vet inte vad tillräckligt är i detta sammanhang men hur stor träffsäkerhet skulle man kunna få i en bedömning om man bara tittade på mätbara objektiva parametrar som ex trädålder och mängd död ved? Vilka risker skulle det finnas med en sådan förenkling och skulle dessa vara acceptabla i förhållande till målet med att identifiera NB (dvs. hitta områden som har en ”mycket stor betydelse för flora och fauna”)? Hur viktigt är det att hitta ”alla” NB i förhållande till de vinster man skulle kunna göra genom att ha en metodik som är mer objektiv, transparent och förutsägbar, tidseffektiv och som kan användas av en större krets människor?
- Vilken betydelse har sparandet av NB sett i ett längre tidsperspektiv, beroende på hur det ser ut i det aktuella landskapet (formellt skydd, intensitet av skogsbruk etc.)? Och med längre tänker jag kanske 100+ år minst.
- Runt 2008 skedde ett paradigmskifte som jag uppfattar det, när man i större utsträckning började uppmärksamma naturvärdena i tallskog. Detta ledde till att man ur vårt perspektiv (bolags/markägarperspektivet) började klassa en ny typ av skogar som NB. Ny i bemärkelsen att det var skogar som bara några år innan inte klassades som NB. Samtidigt föll ju dessa skogar inom NB-begreppet övergripande definition, så enligt SKS sätt att se på det så ändrades inte definitionen, utan det var ny kunskap som ledde till att man uppmärksammade denna typ av skogar först nu.
- Skälet till varför frågan är intressant handlar bl.a. om att man i debatten ofta får intrycket att ”en nyckelbiotop är en nyckelbiotop”. Medan verkligheten är att en skog som SKS tittade på 2007 då inte var NB men när man åker dit 2 år senare så är den plötsligt det. Trots att ingen som helst förändring skett i skogen. Detta skapar ju en tydlig konflikt och står i kontrast till ambitionen att klassningen ska vara transparent och förutsägbar. Men är det ens möjligt givet de förutsättningar som finns (metodik, definition, ny kunskap, värderingar etc.)?
- Hur kan vi bättre identifiera biotoper med nyckelfunktion för biologisk mångfald i olika landskap (vad betyder t.ex. läge, substrat, storlek, struktur, rödlistade arter)?
- Är nyckelbiotoper ett tillämpligt begrepp i alla landskap oavsett dynamik och brukningshistoria?
- Hur mycket skydd är nog (inom ett större geografiskt område)?
- Areal skyddad skogstyp fördelat per hotad art?
- Är de stora reservaten/ nationalparkerna, till exempel Udtja Naturreservat (Robotskjutfältetfältet), samt Pärälvens Naturreservat i Jokkmokks Kommun artinventerade?, och hur dessa skydd eventuellt redovisas.
- Är alla nyckelbiotoper skyddsvärda överallt? Varierar värdet med biotoptyp? Bör man prioritera bort nyckelbiotoper som är isolerade och istället prioritera trakter med höga naturvärden?
- Vilken träffsäkerhet kan man förvänta sig när olika inventerare bedömer ett områdes naturvärde i samband med avverkningsplanering? Hur kan en kontrollinventering utformas så att den sker på ett objektivt, upprepningsbart och vetenskapligt oantastligt sätt?
- Kommer det att ske ett tillskott av nya nyckelbiotoper genom att värdet av ”objekt med naturvärden” ökar med tiden?

#### Myndigheter och certifieringsorganisationer

- Vilka är motiven till en ny inventeringsmetodik i nordvästra Sverige och vilken effekt kommer den

att få? Vilket behov finns av en förnyad inventering i landet och vilken strategisk inriktning bör en sådan ha? Vad är olika aktörers inställning till en ny inventering?

- Hur mycket skydd och NB är nog för att bevara den biologiska mångfalden?
- Vad är motivet bakom, behovet av och hinder för naturvårdande skötsel i NB? Hur få mer skötsel i NB där så är motiverat? Vilka biotyper har särskilda skötselbehov?
- Storlek och läge på områdena i relation till långsiktig bärkraft (utdöendeskuld mm).
- Trender för utvecklingen hos noterade naturvårdsarter – ökar-minskar-oförändrat?
- Relationen storlek – omgivande skötsel (kvarlämnade evighetsträd o likn, + ev kontinuitetsskogsbruk i matrix)
- NB's relative läges betydelse för naturvärdena.
- Bedömning av långsiktiga värden i en nyckelbiotop jämfört med en icke-NB med kontinuitet.
- Hur kan skötselåtgärder utföras för att långsiktigt bevara och utveckla naturvärden i nyckelbiotoper? (Naturvårdande skötsel).
- Vilken betydelse har nyckelbiotoper för att bevara naturvärden långsiktigt i ett fragmenterat landskap.
- Vilken marginalnytta ger ytterligare naturvårdsavsättningar i nordvästra Sverige? Särskilt i fråga om nyckelbiotoper som utgörs av de skogstyper som även finns i de befintliga avsättningarna.
- Hur påverkar olika skötselåtgärder de naturvärden som finns i nyckelbiotoper av olika skogstyper och vilka anpassningar kan göras? (Exv. finns det skogstyper där ett visst virkesuttag går att göra utan att naturvärdena påverkas negativt? Målklass produktion med förstärkt hänsyn)
- Är nordvästra Sverige idag i ekologisk balans?
- Vilken betydelse har de nordvästra skogarna/nyckelbiotoperna för den biologiska mångfalden på nationell nivå, nordisk, samt europisk.
- Vilken betydelse har beståndsåldern i granskog samt tallskogar, finns det något medelvärde att ta fram, finns det skillnader regionalt?
- Följdfråga är även hur de som naturresurs bidrar till samhällsekonomin om de inte avverkas.
- När anses ett träd vara av särskilt biologiskt intresse/ "naturvärdesträd" hur många sådana finns det i våra nyckelbiotoper och vad är ett naturvärdesträd?
- Finns det en tydlig koppling hur många hotade/rödlistade arter det krävs det för att ett område ska kallas NB och går det göra skillnad mellan arter och arter?
- Har rapportering om nyckelbiotoper i media ändrats över tid? Många av oss upplever ett hårdare debattklimat idag än för några år sedan och jag undrar hur denna polarisering i debatten har kommit.
- Knäckfråga 1: hur bra är de element som vi fokuserar på (t.ex. gamla träd, död ved, fysiska strukturer) som indikatorer på mångfald? Kan man ha en inventering som baseras på indikatorer, i så fall vilka, eller behöver man göra artinventeringar?
- Knäckfråga 2: hur mycket skog med höga naturvärden behöver bevaras för att säkerställa den biologiska mångfalden? Kommer naturskogarna vara allt viktigare i framtiden om den brukade skogen trivialiseras?
- Sambandet mellan mängden död ved och antalet arter i en nyckelbiotop, respektive utanför nyckelbiotoperna
- Sambandet mellan den döda vedens kvalitet och antalet arter i en nyckelbiotop, respektive utanför nyckelbiotoperna
- Antal fastigheter/brukningsenheter i nordvästra Sverige (och utanför NV Sverige) som har mer än 5 % av arealen registrerad som nyckelbiotop.
- Är buffertzoner ett effektivt sätt att skydda/stärka värdena i nyckelbiotoper? I så fall för vilka typer och hur stora buffertzoner? Vilken betydelse har det vad dessa buffertzoner innehåller för typ av skog?
- Naturvårdsinriktad skötsel: Vilka värden/typer av nyckelbiotoper kräver skötsel för att bibehållas dvs. där fri utvecklig eller skydd gör att värdena minskar? Vilka risker finns det i att bedriva naturvårdsinriktad skötsel?
- Finns det någon hjälp att hitta i forskningen när det gäller utvecklandet av inventeringsmodellen? (den "nya" modellen för nordvästra Sverige förevisades på exkursionen i samverkansgruppen för någon vecka sedan och jag tror att det är ett ganska styvt utvecklingsarbete innan man faktiskt har en skarp modell/checklista om det är det man är ute efter). Vilka faktorer och varför? Går de att kvantifiera? (om detta rådde lite delade meningar inom SKS verkade det som)



FINANSIERAT AV

