

Lövinslag



Lövinslag ger färg och variation i landskapet. Bild: © Erkki Oksanen/Luke.

Kuvas

I barrträdsdominerade skogar rekommenderas en trädslagsblandning med minst tio procent lövträd för att främja trädbeståndets livskraft, markegenskaperna och naturens mångfald. I barrträdsdominerade skogar ger ett inslag av lövträd ett ekonomiskt gott resultat, speciellt om inslaget består av vårtbjörk. Redan en blandskog av tall och gran skapar en mer varierat skogsekosystem jämfört med en monokultur av enbart tall eller gran. Lövskog och blandskog gör också landskapsbilden mer mångsidig.

Lövträdsinslag gynnar mångfalden

Det lever ett stort antal arter på våra lövträd, varav större delen inte kan leva på barrträd. De här arterna saknar levnadsförutsättningar i ett bestånd om där inte finns lövträd. Avsaknaden av grova, gamla lövträd i våra skogar är en av de viktigaste hotfaktorerna för skogslevande arter och kvaliteten på livsmiljöerna i skogsekosystemet^[1],^[2]. De skogslevande arter som gått tillbaka och blivit mer hotade är just sådana arter som är beroende av gamla, levande lövträd och grov död lövträdsved^[1],^[3].

Mångfalden i ekonomiskogarna upprätthålls bättre om bestånden har inslag av lövträd eller består av blandskog. Ett av de mest effektiva sätten att förbättra levnadsförhållanden för många arter är att gynna lövinslag och blandbestånd i våra barrträdsdominerade ekonomiskogar. Blandskog innehåller många fler arter än vad monokulturer gör, eftersom de kan erbjuda mer föda och livsmiljöer för dem^[4]. Alla våra inhemska trädslag har minst tiotals olika arter som är knutna till just det trädslaget, vilket förklarar varför blandskog ökar mångfalden i våra skogar^[5]. Lövträden är viktiga för svampar, växter och djur, men också för skogsekosystemets funktion.

Lövträden ökar mångfalden i bottenskiktet, fältskiktet och buskskiktet. Även antalet arter av svampar, tickor och mossor och lavar som växer på trädstammarna ökar. Arter från flera olika organismgrupper är vanligare i lövskog eller i skog med lövträdsinslag än i barrskog. Detta beror på ett större antal trädslag och på förekomsten av döda lövträd. Hackspettarna gör bohålor i lövträdens stammar, bohålor som andra fåglar men också däggdjur senare kan utnyttja. Lövträdshängen utgör viktig vinterföda för ett antal olika fågelarter, bland annat järpe och orre. Många insekter, bland annat fjärilslarver, livnär sig igen på lövträdens blad

Inslag av lövträd har också en positiv inverkan på skogens hälsa och markegenskaper. Lövträdsförna minskar markförsurningen, förbättrar näringsämnenas kretslopp och ökar markens produktionsförmåga och mångfalden bland markorganismerna. Det är i allmänhet en god idé att bibehålla ett inslag av lövträd i beståndet, både med tanke på den ekonomiska avkastningen och på naturvården. Det uppkommer ofta ett mångsidigt lövträdsbestånd på förnyelseytor av gran, som kan utnyttjas för att göra beståndet mer mångsidigt och för att fylla upp luckorna i den odlade plantskogen.

Upprätthåll lövinslaget i barrträdsdominerade bestånd

Även om man använder endast ett enda trädslag vid själva skogsodlingen, ska man gärna sträva till att beståndet får ett inslag av andra trädslag. Det uppkommer lätt plantor av andra trädslag på en förnyelseyta och ett lämpligt antal av dem ska helst lämnas för att beståndet ska få bättre tillväxt. Redan ett tillskott av ett enda trädslag berikar skogsnaturen eftersom det följs åt av en rad andra arter.

Inslaget av lövträd i ekonomiskogarna kan ökas genom att gynna lövträd i olika skeden av skogsvården samt genom att lämna sådan lövträd som naturvårdsträd som har ett marginellt ekonomiskt värde men stort naturvärde. Det mest effektiva och samtidigt billigaste sättet att åstadkomma en mer mångsidig struktur och ett större lövinslag är att i mån av möjlighet lämna ekonomiskt mindre värdefulla lövträd som rönn, al, asp och sälg. Blandskog kan gynnas under alla skeden av omloppstiden.

Att gynna lövinslag och blandskog hör till de åtgärder som rekommenderas för att förbättra skogarnas anpassning till klimatförändringen, förbättra den ekonomiska avkastningen på bördiga ståndorter, minska risken för insekts- och svampskador jämfört med monokulturer samt minska marknadsrisken eftersom en blandskog kan producera virkessortiment [\[6\]](#), [\[3\]](#).



Det går bra att styra utvecklingen av en blandskog i den riktning skogsägaren önskar. Ett mångsidigt trädbestånd är också mer motståndskraftigt mot skador. Bild: © Pentti Väisänen.

Lövträd kräver utrymme

För att lövträd ska hållas livskraftiga behöver de gott om utrymme, vilket betyder att gallringarna måste vara något kraftigare än i ren barrskog. Den som vill satsa mera på andra värden än virkesproduktion, kan i ett barrträdsdominerat bestånd ha ett mycket stort inslag av lövträd. Men det är viktigt att beakta att olika trädslag har olika behov av ljus och att de tål beskuggning i olika grad. Tillväxtrytmen är också olika hos olika trädslag.

Träd av värde för mångfalden

Vårtbjörk och glasbjörk är våra vanligaste lövträdslag. De utgör också värdefull råvara för skogsindustrin. Något mindre vanliga lövträdslag som asp, rönn, gråal, klibbal, sälg och ädla lövträd har inte samma industriella användning och ekonomiska värde som björkarna, men de är viktiga för mångfalden.

Många skogslevande arter har specialiserat sig på att leva i anslutning till ett visst trädslag. Får många hotade arter är just asp och sälj de viktigaste trädslagen, men också andra trädslag är viktiga [\[7\]](#), [\[8\]](#), [\[9\]](#), [\[10\]](#). I skog som har ett rikligt inslag av asp lever fler arter av skalbaggar, tickor och lavar som har specialiserat sig på asp än i medeltal [\[11\]](#), [\[12\]](#), [\[13\]](#). Därför rekommenderas att man vid olika skogsvårdsåtgärder lämnar fler lövträd med värde för mångfalden än normalt, och då särskilt asp, där det från början finns rikligt av dem. Lundar med ädla lövträd har liknande naturvärden och bör beaktas på samma sätt.

Med tanke på naturvärden är det viktigt att också låta lövträden åldras och bli grövre och småningom bilda död ved. Om vi ser till att lämna en tillräckligt stor mängd lövträd i våra ekonomiskogar kan vi trygga levnadsförutsättningarna för sådana hotade arter som kräver grov, död lövträdsved [\[14\]](#). Även om en del hotade arter kan utnyttja tillverkade högstubbar av lövträd är det bättre att lämna levande, grova lövträd på en förnyelseyta eftersom de gör beståndet mer mångsidigt och då de dör, bidrar de till dödvedskontinuiteten.

Riskhantering med hjälp av blandskog

Många av våra skadegörare förekommer bara på vissa trädslag, granbarkborren angriper till exempel bara gran. Ett inslag av lövträd i barrträdsbestånd ökar därför beståndets motståndskraft mot skador. Av samma anledning utgör blandskogar en anpassning till klimatförändringen. Om en blandskog drabbas av en skada finns där färre träd som är utsatta för svamp- eller insektsskador än i en monokultur. Dessutom fungerar de olika trädslagen som hinder för spridning av vissa skadegörare, t.ex. granens rotticka. I en blandskog går inte hela skogen förlorad även om ett trädslag drabbas av skador.

Det är ändå viktigt att också beakta de risker som är förknippade med blandskog och lövträdsinslag eftersom inte heller blandskogen är helt skyddad mot skogsskador. Tallens rotticka och röta orsakad av honungsskivling förekommer till exempel både hos löv- och barrträd. Knäckesjukan kan orsaka skador i tallplantskog där det förekommer asp. Plantskog där det förekommer lövträd som faller hjortdjuren i smaken, såsom asp, rönn och björk, kan bli utsatta för betningsskador.

Förnyelse med lövträd

En förnyelseyta som förnyas med enbart lövträd gör hela skogen mer mångsidig. Vårtbjörken växer bra på lundmark och på lundartad mo, men också på friska moränjor­dar om vattenhushållningen är i skick. Glasbjörken tål mer syrefattiga markförhållanden och klarar sig därför på försumpad mineraljord och torvjor­dar. Också lövträdslag som asp, klibbal, ek, vresalm, skogsalm, skogslind, ask och lönn kan ge ekonomisk avkastning.

Det skulle finnas möjligheter att odla mer lövträd, speciellt på bördiga ståndorter. För närvarande är risken för hjortdjursskador så stor att många undviker att odla av vårtbjörk på sådana här områden. Hjortdjuren kan utnyttja de flesta lövträdslag som föda. De föredrar vårtbjörk, vilket gynnar glasbjörken som inte ger samma ekonomiska avkastning. Odling av trädslag som ur mångfaldssynvinkel är ännu viktigare än björk, som asp, rönn och ek, är ännu mer problematisk än björkodling [\[15\]](#) [\[16\]](#).

Ett effektivt sätt att hantera risken för hjortdjursskador är att hålla stammarna på en sådan nivå att skadorna på tallplantskog hålls rimliga och att skogsförnyelse med lövträd har en möjlighet att lyckas.

Päätöksenteko

Främjande av strukturdrag viktiga för mångfalden - Ekonomin

Till naturvården i ekonomiskogarna hör att tänka över de ekonomiska aspekterna på samma sätt som man i skogsvården bör tänka över de ekologiska aspekterna. Det kostar sällan mycket att upprätthålla de strukturdrag i skogen som är viktiga med tanke på naturens mångfald. Ibland kan en betoning på ekologiskt hållbara lösningar emellertid innebära större ekonomiska satsningar. Det som är bäst med tanke på naturen kan också vara det ekonomiskt och tekniskt mest rationella beslutet.

De kostnader och det inkomstbortfall som naturvården innebär bekostas oftast av skogsägaren själv. En stor del av kostnaderna utgörs av det inkomstbortfall som är kopplat till virkets värde.

Naturvården kan å andra sidan också spara in kostnader eller arbetstid, till exempel om man lämnar viltbuskage oröjda. En del av naturvårdsåtgärderna har ofta ingen eller väldigt liten inverkan på avverkningsintäkterna. Att lämna död ved eller ekonomiskt sett ointressanta lövträd kvar i skogen innebär knappast några ekonomiska förluster.

Vetskap om kostnaderna stöder beslutsfattandet

Det finns en lång rad naturvårdsmetoder som kan utnyttjas i samband med olika skogsbruksåtgärder och i skogens olika utvecklingsskeden utan att det uppstår nämnvärda kostnader. Men om säljbart virke lämnas kvar i skogen eller om produktiv skogsmark lämnas utanför virkesproduktion uppkommer onekligen kostnader. I sådana fall är det viktigt för skogsägaren att kunna väga kostnaderna mot nyttan med åtgärden så att besluten är i linje med den egna målsättningen för skogsbruket.

Tryggandet av mångfalden utgör en del av ett hållbart skogsbruk och förbättrar de framtida verksamhetsförutsättningarna för skogsbruket. Man kan också se kostnaderna för naturvården som en investering som ger avkastning i framtiden. Naturvården kan till exempel bidra till att bevara skogarnas virkesproduktionsförmåga genom att förbättra deras hälsa och motståndskraft, vilket är viktigt vid anpassningen till klimatförändringen.

Kostnadseffekter av olika metoder att trygga viktiga strukturdrag

Förlusten av avverkningsintäkter på grund av att man lämnar **naturvårdsträd** är direkt beroende av trädens antal och volym. Till detta kommer ytterligare den långsiktiga markreservering som grupper av naturvårdsträd representerar och som lämnas utanför virkesproduktionen. Större grupper av naturvårdsträd fungerar bäst ekologiskt sett, men kan innebära en stor kostnadspost för en liten skogslägenhet.

Det ekonomiska värdet av **död ved** är marginell. Det kan emellertid uppstå kostnader vid markberedningen då maskinföraren behöver köra runt lågorna och undvika att söndra dem. Kostnadseffekten av det här är i allmänhet ändå liten. Om man driver ut energived från avverkningsytan blir utfallet mindre om man lämnar kvar den döda veden i skogen, vilket minskar intäkterna. Långt nedbruten död ved saknar emellertid värde som energived.

Det inkomstbortfall som hänför sig till **högstubbar** är beroende av trädslaget, storleken och kvaliteten på högstubben. Kostnaden för att lämna en typisk högstubbe vid förstagallring är under en euro och vid senare gallringar i allmänhet 1–3 euro per högstubbe. Om trädets krona tas tillvara är kostnadseffekten något mindre.

Då man lämnar **viltbuskage** vid röjning uppstår en kostnadsinbesparing som motsvarar den oröjda arealen. Viltbuskagen påverkar inte virkesproduktionen eftersom ett enskilt buskage står kvar bara under en begränsad tid. Ett viltbuskage som lämnats vid en gallring kan mycket väl avverkas i samband med en slutavverkning. Viltbuskagen utgör heller inget hinder med tanke på villkoren i skogsbrukets stödsystem (Metka) så länge de inte utgör över 10 % av arealen.

Lövinslag och blandskogsbruk är kostnadseffektiva sätt att öka mängden livsmiljöer i skogen. Så länge lövinslaget är måttligt uppstår normalt inga ekonomiska förluster, och det samma gäller blandbestånd. Lövinslag förbättrar markens egenskaper i barrskogar, det kan alltså löna sig att upprätthålla ett inslag av lövträd också med tanke på ekonomin, särskilt om trädslaget som gynnas är vårtbjörk. Avverkningsintäkterna från ett blandbestånd är inte helt beroende av virkespriset för ett enda trädslag eller virkessortiment, man kan alltså se blandbestånd som ett sätt att sprida den ekonomiska risken. Det ekonomiska resultatet är däremot inte nödvändigtvis bättre i en blandskog än i en monokultur. Om inslaget av sådana trädslag som inte har ett ekonomiskt värde är rikligt, minskar avverkningsintäkterna som kan fås från beståndet i viss mån.

Möjligheter att påverka naturvårdens kostnadseffektivitet

De kostnader som naturvården orsakar är i allmänhet små och de kan ytterligare minskas

om åtgärderna planeras väl. Det är då viktigt att välja sådana åtgärder som lämpar sig bäst för beståndet i fråga och att utnyttja befintliga strukturdrag så klokt som möjligt.

En del av kostnaderna för naturvården är direkta, till exempel då säljbart virke lämnas kvar i skogen i samband med en skogsvårdsåtgärd. Kostnadseffektiviteten kan förbättras genom att lämna träd som är värdefulla med tanke på mångfalden, men som har ett marginellt ekonomiskt värde, till exempel asp. Det här gäller också träd med dåliga virkestekniska egenskaper, till exempel träd med förgrenade stammar eller krökar. Då man tillverkar högstubbar kan igen toppen tas tillvara för att minska kostnaderna för naturvården.

Det finns också andra metoder att minimera kostnaderna, bland annat genom att rikta in åtgärderna på rätt sätt och att koncentrera dem till vissa platser. Grupper av naturvårdsträd kan gärna placeras på ställen som är besvärliga ur virkesdrivningssynvinkel, såsom stenbunden mark, försumpade svackor och små, särskilt bördiga beståndspartier. Då naturvårdsträden lämnas i grupp, uppstår en lokal miljö där träd som faller omkull inte försvårar skogsvården och där de får ligga ostörda medan de sakta bryts ned.

I vissa fall kan naturvården innebära att inget onödigt arbete utförs, vilket har direkta, positiva kostnadseffekter. Överdrivet röjande kan göra att värdefulla strukturdrag förstörs. Om röjningen är mer selektiv så att en del av granunderväxten lämnas som viltbuskage innebär det också en kostnadsinbesparing. Ett annat exempel på kostnadseffektivitet i naturvården är att lämna lövträd i luckor eller att lämna lövträd stället för barrträd av dålig kvalitet. I samband med förnyelser kan man också göra en viss kostnadsinbesparing genom att lämna befintlig underväxt och utnyttja naturplantor.

Främjande av strukturdrag viktiga för mångfalden – Naturen

Tusentals skogslevande arter är beroende av lövträd, murken ved och gamla, levande träd. De här träden utgör viktiga strukturdrag i barrskogens ekosystem och de har betydelse för såväl nedbrytning, populationsreglering som näringscirkulationen i ekosystemet. En artrik skog är mindre utsatt för de risker som klimatförändringen för med sig samtidigt som den också gynnar mångfalden i närliggande vattendrag. Därför är det viktigt att vid all avverkning och andra skogsvårdsåtgärder se till att upprätthålla ett lövinslag och att det finns både död ved, gamla, levande träd och tillräckligt med underväxt i bestånden. Det här kallas att främja strukturdrag som är viktiga för mångfalden. Det finns många metoder att stärka och upprätthålla strukturdragen i skogar av olika ålder, börjande från plantskogsvården fram till förnyelseavverkningen.

Naturvårdsträden blir gamla och grova

I naturskog förekommer gamla och grova träd i skogens alla utvecklingsskeden. Då man lämnar levande naturvårdsträd kommer en del av dem att stå kvar också då skogen förnyats och ungskogen vuxit upp. På längre sikt kan naturvårdsträden förbättra levnadsförhållandena för arter som är beroende av äldre trädindivider. De kan fungera som ett slags "livbojar" för en del av de arter som annars kunde ha svårt att överleva under förnyelseskedet.

Levande naturvårdsträd gör också skogens struktur mer mångsidig eftersom de inte är knutna till beståndets omloppstid, utan lever och dör i egen takt. Alla träd dör förr eller senare, också naturvårdsträden. Då de dör eller faller omkull bildar de död ved som gynnar de arter som är beroende av just död ved. Ju mer naturvårdsträd som lämnas och ju grövre de är, desto bättre upprätthåller de populationerna hos de arter som är knutna till grova, levande eller döda träd.

Lövträd gynnar såväl arterna som trädbeståndet

Ett av de mest effektiva sätten att förbättra levnadsförhållanden för många arter är att gynna lövinslag och blandbestånd i våra barrträdsdominerade ekonomiskogar. Lövträden är viktiga för svampar, växter och djur, men också för skogsekosystemets funktion.

Lövträdsförnan har till exempel en positiv inverkan på näringscirkulationen i marken och på skogens hälsa och höjer markens produktionsförmåga.

Det rekommenderas därför i de flesta fall att ha ett lövinslag i ekonomiskogarna, såväl med tanke på naturvården som med tanke på den ekonomiska avkastningen. Det uppkommer vanligen ett mångsidigt uppslag av lövträd vid förnyelse av granbestånd. En del av de här naturplantorna kan utnyttjas för att komplettera luckor som uppstått i plantskogen och för att göra skogen mer mångsidig. Redan en blandskog av tall och gran skapar en mer varierat skogsekosystem jämfört med en monokultur av enbart tall eller gran.

Främjande av strukturdrag viktiga för mångfalden – Rekreationen

Mångbruket av skogen, såsom svamp- och bärplockning, friluftsliv och jakt, drar nytta av naturvårdsåtgärder i ekonomiskogarna. Då mångbruket främjas, ökar också den allmänna acceptansen för skogsbrukets åtgärder. Dessutom kan skogsägaren själv dra direkt nytta av mångbruket.

Naturvård kan bidra till att mildra skogsbrukets effekter på landskapet

Traditionellt har mångbruket av skogen kopplats till friluftsliv och bär- och svampplockning med stöd av allemansrätten. De bästa rekreationsskogarna är mångsidiga och ger möjlighet till olika slags upplevelser. Ofta kan både lättillgängliga och svårtillgängliga skogar uppskattas som goda rekreativmiljöer.

Skogsägaren kan utnyttja naturvården för att göra skogen mer intressant och rik på upplevelser med tanke på rekreativbruket. Grupper av naturvårdsträd och enstaka grova, solitära träd på en förnyelseyta mjukar upp landskapsbilden efter en slutavverkning. Landskapets värde ökar också om trädbeståndet har varierande struktur, innehåller olika trädslag och om där ingår lövträd och viltbuskage.

Naturvård gynnar viltet

Eftersom en stor del av de jaktbara arterna lever i ekonomiskog, påverkas deras livsmiljö av hur vi sköter skogen. Naturvården i ekonomiskogarna stärker alltså inte bara mångfalden i naturen i allmänhet, utan också viltets levnadsvillkor. Viltet, i synnerhet hjortdjuren, påverkar i sin tur trädslagsfördelningen och trädbeståndens struktur.

Skogsägaren kan själv avgöra hur mycket han eller hon vill prioritera viltet vid olika åtgärder. Om viltvården är speciellt betydelsefull för skogsägaren kan det här beaktas redan vid planeringen av skogsbruket. Skogshönsfåglarna kan exempelvis gynnas genom att man lämnar viltbuskage där de kan söka skydd mot rovdjur. Viltet drar också nytta av lövinslag.

Främjande av strukturdrag viktiga för mångfalden - Bromsa klimatförändringen

Skogsekosystemets funktion kan tryggas genom att man tar hand om naturvården i ekonomiskogarna. Då vi riktar naturvårdsåtgärder ska vi se till att också kolbindningen och kolförrådet i skogen stärks.

Effekter på kolhalten i trä och träprodukter

Naturvårdsåtgärder påverkar mångfalden – biodiversiteten – i ett bestånd. Då ett trädbestånd är livskraftigt bibehåller det sin förmåga att binda och lagra kol samtidigt som dess förmåga att motstå olika skador upprätthålls. Ett trädbestånd binder kol också utan några särskilda naturvårdsåtgärder, men på längre sikt stöder naturvården målet att bromsa klimatförändringen.

Det kol som binds i skogen lagras i marken, i träden och i övrig vegetation

[17]. Av de olika naturvårdsåtgärder är det i synnerhet då vi bevarar träden i skyddszoner och naturobjekt samt [18]lämnar naturvårdsträd och död ved som vi bidrar till att öka kolförrådet i träden och marken. Vilken effekt åtgärder har är närmast beroende av mängden och typen av den döda ved som lämnas kvar i skogen. [19][20] Död ved har en stor betydelse för både naturvården och för att upprätthålla skogens kolförråd [20].

Barrträd och torrakor bryts ned långsammare än lövträd och lågor och bevaras därför en längre tid [21][22]. Särskilt gamla torrfuror [23] kan fungera som kolförråd i decennier, i norra Finland ännu längre än i södra delen av landet. Om den döda veden i stället skulle användas som energived skulle kolet den innehåller frigöras omedelbart. [24]

Plantsättningen och plantornas tillväxt i närheten av naturvårdsträd är relativt långsam. Å andra sidan ger naturvårdsträden i regel upphov till nya plantor på förnyelseytan på samma sätt som vanliga fröträd, även om effekten är ojämn [25][26][27]. Tillväxten i plantbeståndet kan tillfälligt försvagas av naturvårdsträden, men effekten är som minst när träden lämnas i grupper [28][19]. Å andra sidan har naturvårdsträd visat sig ha en positiv inverkan på mångfalden av mykorrhiza i det avverkade området och på mykorrhizabildningen hos de nya plantorna [29][30][31]. Detta förbättrar plantorna förmåga att ta upp vatten och näringsämnen från marken, och stärker på så sätt plantornas tillväxt och kolbindning.

Effekter på markens kolförråd

De naturvårdsåtgärder som vidtas i ekonomiskogarna ökar i allmänhet kolförrådet i skogsmarken. Då död ved bryts ner frigörs en del av kolet i atmosfären ^{[18][32]} medan en del binds i marken för en längre tid ^{[20][33]}.

Toteutus

Upprätthåll inslag av lövträd i barrskog



Vid gallring av barrträdsdominerade bestånd ska man sträva till att också lämna lövträd. Bild: © Pentti Väisänen.

I barrträdsdominerade skogar rekommenderas en trädslagsblandning med minst tio procent lövträd för att främja trädbeståndets livskraft, markegenskaperna och naturens mångfald. Detta kan göras genom att lämna sådana lövträd i luckorna som inte äventyrar barrträdsplantornas utveckling och genom att också lämna lövträd i samband med gallringsavverkningar. Helst ska dessutom ska efter en skogsvårdsåtgärd alla de trädslag som fanns i beståndet före åtgärden också finnas kvar efter åtgärden.

Rekommendationer för att upprätthålla lövinslag, arbetsslagsvis

Skogsförnyelse

- Mer omfattande odling av lövträd rekommenderas, speciellt på bördiga ståndorter.
- På ståndorter som är lämpliga för inhemska lövträdslag som asp, klibbal och ädla lövträd kan också de här trädslagen odlas för att öka mångfalden.
- I plantskog kan naturligt uppkomna lövträdsplanter utnyttjas för att åstadkomma ett inslag av lövträd.
- Inslaget av andra trädslag kan ökas genom att göra sådd- eller planteringsförbandet glesare och/eller genom att lämna en del av förnyelseytan att förnyas på naturlig väg.

Slyröjning och röjning

- Vid slyröjning avlägsnas alla sådana lövträd som uppkommit ur stubbskott, medan av de lövträdsplanter som uppkommit ur frö röjs bara sådana bort som är klart förvuxna. Konkurrerande växtlighet avlägsnas på en radie av en meter från de planter som lämnas.
- Vid röjning ska man gärna eftersträva ett lövinslag på minst 10 procent, beroende på ståndorten.
- Där plantskogen är luckig kan man bra lämna också andra lövträdsplanter än björk, t.ex. asp, sälg, al, rönn och en.
- Om man vill åstadkomma en blandskog lämnar man vid plantskogsröjningen inte bara lövträd, utan också tallar i granplantskogar och granar i tallplantskogar.
- Inget trädslag röjs bort helt och hållet från beståndet. Målet är att bevara också sådana trädslag som inte kommer att utnyttjas ekonomiskt. Det här gäller också grupper av naturvårdsträd och viltbuskagen.
- Onödig röjning undviks. Röjning av träd som inte stör huvudbeståndet är onödigt arbete och medför bara extra kostnader.
- I områden som är utsatta för älgskador lämnas mer tallplanter än normalt. Däremot tas betade lövträdsgrupper och förvuxna lövträd bort om de står nära en tallplanta.

Det lönar sig att i synnerhet hålla efter rönn och vide.

Gallringsavverkning

- Vid gallringsavverkning ska man sträva till att upprätthålla en trädslagsblandning eller att öka den ytterligare. Andelen lövträd ska uppgå till minst 10 procent, beroende på ståndort.
- För att skapa mer variation i det gallrade beståndet kan man gallra huvudträdslaget hårdare kring grupper av naturvårdsträd och lövträdsförekomster.
- Vid förröjning lämnas sådana träd och buskar som har betydelse för mångfalden, som asp, rönn, klibb- och gråal, säl, ädla lövträd samt måbär, brakved, try mm.
- Inget av trädslagen gallras bort helt och hållet på behandlingsområdet.
- Växtutrymme ges också till sådana trädslag som är viktiga för natur- och viltvården, som ädla lövträd, asp, säl, björk, algrupper och tjädertallar.

Kontinuerlig beståndsvård

- Vid kontinuerlig beståndsvård är det viktigt att se till att också lövträden har möjlighet att förnyas genom att ta upp tillräckligt stora luckor eller vid behov genom plantering.
- Vid kontinuerlig beståndsvård ska man gärna eftersträva ett lövinslag på minst 10 procent, beroende på ståndorten.
- Alla de trädslag som förekommer på behandlingsområdet ska finnas representerade på området också efter en avverkning.
- Lövträd rekommenderas som naturvårdsträd.

Skogscertifieringens krav beträffande tryggheten av strukturdrag som är viktiga för mångfalden

Skogscertifieringssystemen (PEFC™ och FSC®) ställer vissa krav beträffande tryggheten av skogens strukturdrag. De utgör minimikrav då det gäller att lämna naturvårdsträd och död ved, tillverka högstubbar, spara viltbuskage och upprätthålla ett lövinslag i skogen. Det är frivilligt för skogsägare att höra till ett skogscertifieringssystem. För skogsägare vars skogar inte är certifierade är de nedan nämnda åtgärderna för att trygga strukturdragen frivilliga.

PEFC™-certifieringen (2022)

Vid gallrings- och slutavverkning och vid drivning av energived lämnas både levande och döda naturvårdsträd permanent kvar på behandlingsytan för att trygga mångfalden i skogsekosystemet.

Mångfalden och skogslevande arter ska också gynnas genom att bevara blandbestånd och viltbuskage.

Indikatorer

Antalet permanent kvarlämnade naturvårdsträd ska efter en avverkning i medeltal uppgå till minst 10 st/ha och dessutom ska i medeltal minst 10 stycken döda träd lämnas per hektar. Träd som nyligen skadats i samband med en skogsskada kan räknas med i antalet träd så att det totala antalet skadade, levande och döda träd som lämnas uppgår till minst 20 st/ha. Naturvårdsträden kan koncentreras inom en stämplingspost som består av flera beståndsfigurer. Om det inte finns tillräckligt med död ved inom stämplingsposten skapas minst 2–5 högstubbar per hektar, särskilt av lövträd.

För att trygga levnadsförhållandena för en mångfald av arter, inkluderande viltet, bör man vid alla skeden i beståndsbehandlingen lämna viltbuskage och upprätthålla en trädslagsblandning då en sådan förekommer naturligt på figuren och om inslaget av andra trädslag inte äventyrar utvecklingen hos huvudträdslagen.

Definitioner

Naturvårdsträden ska bestå av levande träd som hör till landets naturliga flora. Som naturvårdsträd lämnas

- boträd för rovfåglar

stora enar

- gamla träd med brandlyra
- grova träd från en tidigare trädgeneration
- träd som har ett avvikande utseende
- ädla lövträd
- stora aspar
- trädformade sälgar, häggar och rönнар
- klubbalar
- hålträd
- tallar som identifierats som tjädertallar.

Ifall ovanstående saknas ska i stället lämnas sådana naturvårdsträd som gynnar mångfalden och som är minst 15 cm grova på brösthöjd och som har goda förutsättningar att utvecklas till gamla träd.

Naturvårdsträden ställs i första hand i grupper och i omedelbar närhet av värdefulla livsmiljöer, nära skyddszoner intill öppen torvmark eller vattendrag och småvatten. Träd i skyddszoner kan räknas med i antalet naturvårdsträd om de fyller diameterkravet för naturvårdsträden.

I grupperna av naturvårdsträd som lämnats hålls marken intakt och underväxten röjs inte.

Av säkerhetsskäl bör naturvårdsträd inte lämnas i omedelbar närhet av viktiga strukturer som trafikleder eller el- och telefonledningar och inte heller på fornminnen.

Med död ved avses döda, stående eller liggande stammar och högstubbar med en brösthöjdsdiameter på minst 20 cm. Som död ved räknas inte avsiktligt tillverkade torrfuror och inte heller död ved av barrträd i sådana fall där det enligt skogsskadelagen (1087/2013) är lagstridigt att lämna stammarna kvar i skogen.

Med stämplingspost avses ett skogsområde som ägs av en och samma markägare och som avgränsats för virkesdrivning. En stämplingspost kan bestå av flera bestandsfigurer som kan avverkas vid olika tillfällen.

Högstubbar är stående trädstammar som kapats av 2-5 meter från marken. Vid slutavverkning tillverkas högstubbar av träd med en brösthöjdsdiameter på minst 15 cm.

Viltbuskage är små grupper av träd där olika arter kan söka skydd. Ett viltbuskage ska helst

bestå av flera trädslag, innehålla granar och ha en areal på minst 10 m². Grupper av naturvårdsträd som lämnats oröjda fungerar som viltbuskage.

Trädslagsblandning innebär att det förekommer minst ett annat trädslag än huvudträdslaget i ett bestånd, och detta ska helst vara ett lövträdsdag.

FSC®-certifieringen (2023)

Organisationen ska lämna naturvårdsträd i samband med skogsbruksåtgärder.

Naturvårdsträden kan koncentreras till stämplingsposter som avverkas samtidigt inom en cirkel med 1 km diameter.

- Också träd av huvudträdslaget lämnas som naturvårdsträd. Utländska trädslag godtas inte som naturvårdsträd, förutom lärk.
- Levande naturvårdsträd som lämnats kvar vid tidigare avverkningar avlägsnas inte och räknas fortfarande som naturvårdsträd vid senare avverkningar, förutsatt att de fortfarande lever.
- Som naturvårdsträd räknas sådana levande träd som lämnats att stå kvar och som har betydelse med tanke på mångfalden, om deras diameter uppnår minimidiameterkraven för naturvårdsträd.
- En del av naturvårdsträden (högst 5 per hektar) kan användas att tillverka högstubbar av om de berörda träden inte är träd med särskilt värde för mångfalden. Den del av stammen som har kapats av lämnas på marken i det fall högstubben räknas med i antalet naturvårdsträd.
- I grupperna av naturvårdsträd som lämnats på en förnyelseyta hålls marken intakt och underväxten röjs inte.

Vid förnyelseavverkning lämnas minst 10 träd per hektar med en minsta brösthöjdsdiameter på 20 cm i södra Finland och 15 cm i norra Finland. Vid förnyelseavverkning lämnas dessutom minst 10 naturvårdsträd per hektar träd med en minsta brösthöjdsdiameter på 10 cm. Detta krav tillämpas inte om minst 5 naturvårdsträd per hektar har en brösthöjdsdiameter på minst 30 cm i södra Finland och minst 25 cm i norra Finland.

Vid annan avverkning i bestånd vars huvudbestånd motsvarar grövre gallringsskog lämnas naturvårdsträd som eventuellt lämnats vid tidigare avverkningar och säkerställs att objektet efter avverkningen kommer att ha minst 10 träd per hektar med en minsta

brösthöjdsdiameter på 20 cm i södra Finland och 15 cm i norra Finland.

Följande levande träd av värde för den biologiska mångfalden bevaras vid alla skogsbruksåtgärder:

- fridlysta trädslag (enligt lag, oavsett trädets diameter)
- enskilda träd eller små grupper av träd vars brösthöjdsdiameter är minst:
 - tall, gran och björk: 60 cm
 - övriga inhemska trädslag: 40 cm.
- trädformade och pelarartade enar
- aspar med en brösthöjdsdiameter på minst 40 cm: i barrträdsdominerad skog lämnas minst 20 st/ha eller samtliga om antalet är mindre än detta
- hålträd
- kända boträd för rovfåglar
- tallar med brandlyra; i norra Finland på sådana områden där det är gott om brandskadade träd lämnas minst 10 brandskadade träd per hektar.

Följande slags levande träd av värde för mångfalden lämnas vid förnyelseavverkning och vid annan avverkning av bestånd där huvudbeståndet utgörs av ett grövre gallringsbestånd:

- ekar vars brösthöjdsdiameter är:
 - minst 20 cm i den hemiboreala zonen
 - minst 10 cm i övriga Finland.
- övriga ädla lövträd, sälgar och andra trädartade viden, häggar, rönnar och klibbalar med en brösthöjdsdiameter på 10 cm eller mer.

Vid avverkning i bestånd som domineras av ung skog och vid plantskogsvård ska av ovan nämnda träd lämnas minst 20 per hektar, eller alla träd som uppfyller ovanstående krav om det förekommer färre av dem än 20 per hektar. Vid valet av träd som ska lämnas bör de grövsta träden och olika trädslag prioriteras.

Organisationen lämnar döda träd med en brösthöjdsdiameter på mer än 10 cm alltid när de påträffas i området, såvida inte lagen om bekämpning av skogsskador kräver att de avlägsnas. Om det uppstår mer än 20 m³/ha av död ved på objektet, får den andel som överstiger detta avlägsnas (även om tröskeln enligt skogsskadelagen inte överskrids). I

odlade lövträdsbestånd av utvecklingsklass 02 får den andel av nyligen död ved (rötklass 1) som överskrider 10 m³/ha avlägsnas.

Organisationen ser till att andelen lövträd inte minskar till mindre än 10 % av det totala stamantalet i samband med gallring eller plantskogsvård. Om andelen lövträd är mindre än 10 % av det totala stamantalet före åtgärden, lämnas alla lövträd, utom då det är klart skadligt för barrträdens utveckling. Vid plantskogsvården ska också lämnas sådana lövträdslag som har betydelse med tanke på mångfalden.

Vid plantskogsvård och gallringsavverkning lämnas buskage och lövträd som är viktiga för viltet.

Sanasto

Livskraftig skog

I en livskraftig skog växer trädbeståndet bra och det finns också rikligt med andra naturprodukter. Där finns olika slags livsmiljöer för naturligt förekommande arter, skogen ger möjligheter till rekreation och den har ett landskapsmässigt och kulturellt värde.

Metsässä on elinympäristöjä metsän luontaiselle lajistolle, mahdollisuuksia virkistyskäyttöön ja sillä on maisemallista ja kulttuurista arvoa. [\[34\]](#)

Bekämpning av rotticka



I avkapade granstammar är det ofta lätt att upptäcka skador orsakade av rotticka. Bild: © Erkki Oksanen

Granens och tallens rotröta är båda orsakade av rotticka. Rotticka är den skadligaste av de svampsjukdomar som drabbar våra barrträd. Målet med bekämpning av rotticka är att hindra att svampen sprider sig till friska träd vid avverkning under barmarksperioden. Bekämpning av rotticka är i många fall obligatorisk och baserar sig på skogsskadelagen.

Rotröta hos gran orsakas i första hand av granens rotticka. Värst drabbade är områdena längs sydkusten. Sjukdomen förekommer också allmänt i södra och mellersta Finland och mer sällsynt i norra Finland. Välväxande granbestånd på mineraljordar kan ofta vara kraftigt angripna av rotticka, men också bestånd på torvmark kan drabbas.

I tallbestånd orsakas rotröta av tallens rotticka. Sjukdomen är nuförtiden allmän i södra och mellersta Finland. De värst drabbade områdena ligger i trakten av Saimen. Tallbestånd som planterats på gamla åkrar är speciellt utsatta för tallens rotticka.

Bekämpningen av rotticka är i många fall obligatorisk och baserar sig på skogsskadelagen. Förpliktelserna i skogsskadelagen gäller gallrings- och förnyelseavverkningar på mineraljordar och torvmarker från början av maj till slutet av november på riskområdena för rotticka.

Förpliktelsen gäller avverkaren. Godtagbara metoder för bekämpning av rotticka är

stubbehandling med godkänt växtskyddsmedel, byte av trädslag till lövträd efter förnyelseavverkning eller någon annan åtgärd med motsvarande effekt. Stubbrytning och hyggesbränning är inte godtagbara bekämpningsmetoder.

Dödvedskontinuitet



På det här objektet finns färsk, död ved, men äldre död ved saknas. Bild: © Lauri Saaristo.

Dödvedskontinuitet innebär att det på samma område samtidigt förekommer död ved av olika rötklass och att det efterhand uppstår ny, död ved. På ett objekt med god dödvedskontinuitet är ungefär hälften av den döda veden långt nedbruten, en tredjedel delvis nedbruten och en tredjedel relativt nyligen död ved.

Dödvedskontinuitet kan förekomma naturligt på ett objekt, men man kan också upprätthålla kontinuiteten genom att lämna levande naturvårdsträd och genom att tillverka högstubbar.

Skogens hälsa

Ett skogsekosystem är friskt om dess ekologiska processer fungerar inom gränserna för den naturliga variationen och skogen kan återhämta sig efter en störning. Också en frisk skog förändras hela tiden.

[\[34\]](#)

Strukturdrag som är viktiga för mångfalden



Naturvårdsträd och viltbuskage hjälper båda till att upprätthålla mångfalden i skogsekosystemet. Bild: © Teemu Huikuri

Till de typiska strukturdrag som är viktiga för skogens mångfald hör stora och gamla träd, grov död ved samt sådana egenskaper som hänför sig till själva trädbeståndet såsom lövinslag och grupper av tät underväxt.

Skogsägaren kan främja mångfalden genom att bevara och förstärka sådana strukturdrag som är viktiga för mångfalden. Levnadsvillkoren för skogshönsfåglar kan till exempel förbättras genom att lämna grupper av lövträd i plantskog och genom att lämna vissa partier ogallrade i gallringsskog.

Etablering av blandbestånd

Etablering av ett bestånd som består av en blandning av gran och björk, av tall och gran eller av gran, björk och tall. I beståndet växer två eller flera trädslag. Beståndet kan bestå av enbart barr- eller lövträd eller av en blandning av dem. I ett blandbestånd är huvudträdslagets andel högst 75 %.

Röjning



Vid röjning av plantskog gynnas de plantor som växer bäst och är av hög kvalitet. Bild: © Pertti Harstela / Vastavalo.

Röjning är ett arbetsslag som innebär att man reglerar beståndets täthet och trädslagsförhållandena i enlighet med målsättningarna. Målet med röjningen är att de stammar som avverkas i samband med första gallringen ska ha sådana dimensioner att de är försäljningsbara. Röjning utförs i allmänhet i äldre plantbestånd.

Röjning utförs i äldre plantskog där det finns ett behov att reglera plantskogens täthet och trädslagsförhållanden. Röjningsbehovet påverkas av både ståndorten och den tidigare skötseln av beståndet, såsom förnyelsemetod och eventuell slyröjning.

Vid röjning av plantskog gynnas de plantor som växer bäst och är av hög kvalitet, oberoende om de är odlade eller har uppkommit på naturlig väg. Vid röjningen avlägsnas i första hand träd som har felaktigheter eller är av dålig kvalitet. Efter röjningen ska plantskogen vara jämn och lagom tät. Röjningen skapar utrymme för plantorna att växa, vilket främjar

diameterutvecklingen, plantornas livskraft och minskar risken för att enskilda träd drabbas av växtsjukdomar.

Litteratur

1. Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.) 2019. Suomen lajien uhan-alaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 704 s.
2. Kouki J. ym. 2018. Metsät. Julkaisussa: Kontula T., Raunio A. (toim.). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 1: Tulokset ja arvioinnin perusteet. Suomen ympäristökeskus & ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. s. 171–201.
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4816-3>
3. Huuskonen, S. ym. 2020. What is the potential for replacing monocultures with mixed-species stands to enhance ecosystem services in boreal forests in Fennoscandia? Forest Ecology and Management 479.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118558>
4. Cavard, X., Macdonald, S.E., Bergeron, Y. & Chen, H.Y.H. 2011: Importance of mixedwoods for biodiversity conservation: evidence for understory plants, songbirds, soil fauna, and ectomycorrhizae in northern forests. Environ. Rev. 19: 142-161.
<https://doi.org/10.1139/a11-004>
5. Keto-Tokoi, P. & Siitonen, J. 2021. Puiden asukkaat. Suomen puiden seuralaislajit. Gaudeamus. 495 s.
6. Felton, A., Nilsson, U., Sonesson, J., ym. 2016. Replacing monocultures with mixed-species stands: ecosystem service implications of two production forest alternatives in Sweden. Ambio 45: 124–139.
7. Kuusinen, M. 1994. Epiphytic lichen diversity on *Salix caprea* in old-growth southern and middle boreal forests of Finland. Ann. Bot. Fenn. 31: 77–92.
8. Kuusinen, M. 1994. Pihlajan epifyyttijäkälät ja -sammalet. Sorbifolia 25: 137–160.
9. Kuusinen, M. 1996. Epiphyte flora and diversity on basal trunks of six old-growth forest tree species in southern and middle boreal Finland. Lichenologist 28: 443–463.
<https://doi.org/10.1006/lich.1996.0043>
10. Kuusinen, M. 1996. Haavan epifyttiset jäkälät. Sorbifolia 27: 159–163.
11. Sahlin, E. & Ranius, T. 2009. Habitat availability in forests and clearcuts for

- saproxylic beetles associated with aspen. *Biodivers. Conserv.* 18: 621-638.
<http://doi.org/10.1007/s10531-008-9528-8>
12. Ruokolainen, A., Shorohova, E., Penttilä, R., Kotkova, V. & Kushnevskaia, H. 2018: A continuum of dead wood with various habitat elements maintains the diversity of wood-inhabiting fungi in an old-growth boreal forest. *Eur. J. For. Res.* 137: 707-718.
<https://doi.org/doi:10.1007/s10342-018-1135-y>
 13. Hedenås, H. & Ericson, L. 2003. Response of epiphytic lichens on *Populus tremula* in a selective cutting experiment. *Ecol. Appl.* 13: 1124-1134.
[https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2003\)13\[1124:ROELOP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2003)13[1124:ROELOP]2.0.CO;2)
 14. Roberge, J.-M., Lämås, T., Lundmark, T., ym. 2015. Relative contributions of set-asides and tree retention to the long-term availability of key forest biodiversity structures at the landscape scale. *Journal of Environmental Management* 154: 284-292.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.02.040>
 15. Kunttu, P., Mussaari, M. & Rytteri, T. 2021. Kauriiden vaikutus luonnonkasveihin. Mitä tiedetään? *Lutukka* 37: 92-112.
https://www.luomus.fi/sites/default/files/files/lutu_2021_2_kunttu_etal.pdf
 16. Matala, J., Nikula, A., Pellikka, J., ym. 2021. Hirvieläinten vaikutuksia yhteiskuntaan, elinkeinoihin ja ekosysteemiin. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 38/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 142 s
<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-217-9>
 17. Bradshaw, C.J.A. & Warkentin, I.G. 2015: Global estimates of boreal forest carbon stocks and flux. *Global and Planetary Change* 128: 24-30.
 18. Krankina, O.N. & Harmon, M.E. Dynamics of the dead wood carbon pool in northwestern Russian boreal forests. *Water Air Soil Pollution.* (1995) 82: 227.
<https://doi-org.libproxy.helsinki.fi/10.1007/BF01182836>
 19. Gustafsson, L. ym. 2012. Retention forestry to maintain multifunctional forests: A world perspective. *BioScience*, 62: 633-645.
<https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.7.6>
 20. Lehtonen, A. et al. 2021. Maankäyttösektorin ilmastotoimenpiteet: Arvio päästövähennysmahdollisuuksista. *Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus* 65/2021. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 122 s.
 21. Mäkinen, H., Hynynen, J., Siitonen, J., Sievänen, R. 2006. Predicting the decomposition

- of scots pine, Norway spruce, and birch stems in Finland. *Ecological Applications* 16(5): 1865–1879.
22. Holeksa, J., Zielonka, T., & Żywiec, M. 2008. Modeling the decay of coarse woody debris in a subalpine Norway spruce forest of the West Carpathians, Poland. *Canadian Journal of Forest Research*, 38(3), 415-428.
23. Niemelä T, Wallenius T, Kotiranta H. 2002. The kelo tree, a vanishing substrate of specified wood-inhabiting fungi. *Pol Bot J* 47(2):91–101
24. Pukkala, T., 2018. Carbon forestry is surprising. *Forest Ecosystems* 5, 11
<https://forestecosyst.springeropen.com/articles/10.1186/s40663-018-0131-5>
25. Valkonen, S., Ruuska, J. & Siipilehto, J. 2001: Mäntysäästöpuut männyntaimikoissa – aukkoisuutta, kasvutappioita vai laatua? *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2001: 55-59.
26. Valkonen, S., Sirén, M. & Piri, T. 2010. Poiminta- ja pienaukkohakkuut – vaihtoehtoja avohakkuulle. *Metsäkustannus Oy*.
27. Hosionaho, M. 2012: Säästöpuuryhmien vaikutus luontaisen taimiaineksen syntyyn uudistusaloilla. Pro gradu, Helsingin yliopisto.
<https://www.theseus.fi/handle/10024/39585>
28. Palik M. 2003: Spatial distribution of overstorey retention influences resources and growth of longleaf pine seedlings. *Ecol. Appl.* 13: 674-686.
29. Sterkenburg ym. 2019. The significance of retention trees for survival of ectomycorrhizal fungi in clear-cut Scots pine forests. *J. Appl. Ecol.* 56: 1367– 1378.
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.13363>
30. Korkama ym. 2006. Ectomycorrhizal community structure varies among Norway spruce (*Picea abies*) clones. *New Phytologist*, 171: 815–824.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01786.x>
31. Outerbridge, R.A. & Trofymow, J.A. 2009: Forest management and maintenance of ectomycorrhizae: A case study of green tree retention in south-coastal British Columbia. *J. Ecosyst. Manag.* 10: 6.
32. Stokland, J. N., Siitonen, J. & Jonsson, B. G. 2012. Biodiversity in dead wood. Cambridge, UK. Cambridge University Press. 509 s.
33. Seibold ym. 2021: The contribution of insects to global forest deadwood decomposition. *Nature*.

<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03740-8>

34. Trumbore, S., Brando, P., Hartmann, H. 2015. Forest health and global change. Science;349 (2015) 814