

Effaråsen – att bruka och bevara i gammal tallskog

Långliggande forskningsförsök. Del 1 2012-2018

Forest management and biological conservation in old pine forests
A long-term field experiment at Effaråsen in Sweden. Part 1: 2012-2018



FOTON: LINE DJUPSTRÖM OCH BILLY ARONSSON

Summary

In 2012, The Forestry Research Institute of Sweden (Skogforsk), together with the Swedish Forest Agency, Stora Enso Skog AB and the landowner Bergvik Skog AB, initiated a long-term study with the aim to evaluate trade-offs between biodiversity conservation and forest production in old pine forests. The field experiment was named after the study site, Effaråsen, which is located close to Mora in the province of Dalarna in the southern boreal vegetation zone of Sweden (central point 60° N, 14° E, 350-400 m above sea level).

Effaråsen is a relatively homogeneous forest area dominated by Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), with a tree age of approximately 120 years and with some much older trees. The 24 forest stands studied in the project, with a total area of 140 hectares, are being treated with different levels of clear-felling and extent and type of conservation. The forest stands therefore demonstrate a gradient of management practices, ranging from a commonly practiced level in Sweden to a very high level of retention. Burnt areas are also included, with or without partial cutting, as well as untreated (i.e. without burning or cutting) areas to represent control areas.

Harvest data and data on species and dead wood constitute the basis for the evaluation. Data on species occurrence has been recorded for wood-inhabiting fungi, mycorrhiza fungi, lichens and insects (including pest insects). Harvest data, i.e. timber volumes, logging productivity and opportunity cost, forms the basis of the economic analysis. The effects of a variety of conservation measures on forest biodiversity and on forest production will be followed for at least two decades.

In 2014, an information project was initiated, involving three components: a website, a map journal and a demonstration path running through ten stands in the Effaråsen forest. Seven information boards were produced and installed along the path. The purpose is to disseminate knowledge on the forest's environmental values and how these values can be preserved, and to demonstrate different forest management regimes with small or large conservation measures. A virtual version of the forest path was made for the website www.skogforsk.se. The website provides information about the ongoing research project.

Förord

Detta är en sammanfattning av ett långliggande försök vid Effaråsen som är tänkt att tjäna som forskningsområde under flera decennier. Projektet startade 2011 och möjliggjordes med extra medel tilldelade av Skogforsk styrelse för satsningar inom området ”Aktiv naturvård”.

Rapporten beskriver experimentet och sammanfattar resultaten från de olika delprojekten som varit under åren 2012-2018. Beskrivet finns också flera pågående delprojekt där vi samverkar med forskare från Sveriges lantbruksuniversitet (SLU, Uppsala).

Projektets övriga finansiärer har varit Bergvik Skog AB, Stora Enso Skog, Formas, Svea Janssons Skogsfond, Carl Tryggers Stiftelse för Vetenskaplig Forskning. Projektet har genomförts i samverkan med Bergvik Skog AB, Stora Enso Skog, Länsstyrelsen Dalarna, Greensway AB och Skogsstyrelsen. Författarna vill rikta ett stort tack till finansiärerna och samarbetspartners.

Uppsala 2019-02-26

Line Djupström och Jan Weslien, Skogforsk

Innehåll

Summary.....	2
Förord	3
Sammanfattning	5
Bakgrund och Syfte.....	6
Delmål i studien är att erhålla kunskap om:	7
Försöksdesign	8
Bilder på några av tallskogarna i Effaråsen med olika behandling:	9
Kartunderlag och beståndsdata	12
Skogarna i Effaråsen.....	13
Material, metod och resultat	16
Kostnadseffektivitet - prestation drivning och erhållna naturvärden.....	17
Sönderkörd gammal död ved.....	17
Simulering – vad händer i framtiden?	18
Naturhänsyn och dess effekter på klimatpåverkande faktorer.....	19
Vedlevande lavar.....	19
Vedlevande svampar – pågående projekt	22
Mykorrhizasvampar – pågående projekt	24
Märgborrar och andra vedlevande skalbaggar – pågående projekt	25
Föryngring och framtida skogsproduktion – pågående projekt.....	26
Naturvårdsbränning – pågående projekt.....	27
Informationsprojekt	27
Publikationer inom projekt Effaråsen 2012-2018	29
Vetenskapliga artiklar publicerade i internationella tidskrifter.....	29
Rapporter.....	29
Populärvetenskapliga publikationer	29
Övriga publikationer	30
Referenser.....	31

Sammanfattning

Skogforsk har tillsammans med Skogsstyrelsen, Stora Enso och markägaren Bergvik Skog startat ett forskningsprojekt vars huvudsyfte är att vetenskapligt utvärdera de ekonomiska och biologiska effekterna av att öka miljöhänsynen i gammal tallskog. Studien kallas Effaråsen, vilket också är namnet på platsen där studien utförs. Effaråsen ligger tre mil väster om Mora i Dalarna och är ett relativt homogent skogsområde som domineras av tall (*Pinus sylvestris* L.). Trädåldern ligger på cirka 120 år med inslag av mycket äldre träd.

Försöket omfattar totalt 140 hektar gammal tallskog fördelat på 24 skogsbestånd där olika typer av åtgärder har utförts. I 15 bestånd är avverkningar utförda där den totala sparnivån varierar mellan 3 och 50 procent. På så vis representerar bestånden en gradient av skötselmetoder som sträcker sig från en allmänt praktiserad nivå till en mycket hög nivå av miljöhänsyn. I ytterligare tre bestånd har olika typer av åtgärder utförts för att efterlikna en naturlig störning men inget virke har tagits ut. Dessa bestånd refereras som 100 procent hänsyn. Här finns också tre bestånd som bränts, tre bestånd som bränts efter 50 procent uttag av virke och tre orörda bestånd som utgör kontrolllytor.

Utvärderingen består i att följa upp utvecklingen av den döda veden, de levande träden och förekomsten av olika arter före och efter åtgärd. Organismgrupper som följs upp är vedlevande svampar, lavar och insekter (inklusive skadeinsekter) och marksvampar (mykorrhizasvampar). Data från skördaren och skotaren rörande avverkningsvolym och tidsåtgång samt prislistor på massaved och timmer ligger till grund för de ekonomiska beräkningarna. Effekten av markberedning och förnygringsmetoderna sådd, plantering och självförnygring ingår också i uppföljningen. Effekterna av åtgärderna för biologisk mångfald och på skogsproduktion kommer att följas under en mycket lång tid.

I Effaråsen finns en två kilometer lång demonstrationsslinga med informationsskyltar som kan följas i skogen eller på nätet via Skogskunskap.se. Slingan i skogen är resultatet av ett informationsprojekt som startade 2014 och sedan dess har varit föremål för flera olika typer av möten och exkursioner.

Bakgrund och Syfte

Skogsbruket är betydelsefullt för svensk välfärd och skogen ska tillgodose alla mål vad avser virkesproduktion, bevarande av natur- och kulturvärden samt rekreation. Trakt-hyggesbruk, skogsodling och skogsvård har ökat skogens tillväxt och virkesförråd men samtidigt ändrat förutsättningarna för djuren och växterna i skogen. Många skogslevande arter påverkas negativt av skogsbruket främst på grund av att träd avverkas, vilket har direkta och indirekta effekter på skogen som ekosystem (t.ex. Fridman & Walheim 2000, Siitonen 2001, Gibb 2005). För att långsiktigt kunna bevara och nyttja den biologiska mångfalden står skogsbruket inför förändringar. I Sverige och stora delar av Europa pågår en debatt om alternativa skogsbruksmetoder som rör hyggesfritt skogsbruk och selektiv avverkning och hur det påverkar ekonomi, produktion och biologisk mångfald. (Puettmann m.fl. 2009, Gustafsson m.fl. 2012).

Hänsyn vid slutavverkning har pågått och utvecklats under de senaste 25 åren. Från att ha varit ett rent kalhyggesbruk där alla träd höggs ner, lämnas numera levande och döda träd. Död ved skapas också genom att exempelvis ställa högstubbar. Syftet är att skapa livsmiljöer för störningsgynnade arter, minska lokalt utdöende och påskynda återkolonisation av störningskänsliga arter. Hänsynen har börjat utvärderas men fortfarande återstår kunskapsluckor kring lämpliga nivåer, rumslig fördelning på den lämnade hänsynen liksom effekterna på biologisk mångfald.

Kunskapsluckor finns inte minst när det gäller tallskogen. Gamla tallskogar har olika höga naturvärden beroende på historik, kontinuitet och landskapssammanhang, men de flesta har spår av tidigare dimensionshuggningar, skogsbränder eller skogsbete. Tallar kan bli flera hundra år gamla och överleva många skogsbränder. Även som död kan en tallstam bestå under sekler. Bränd ved, torrakor, senvuxna träd och tjärved har pekats ut som viktiga substrat i den äldre tallskogen som är en nationellt viktig och hänsynskrävande skogstyp. Tallskogen med sin naturliga dynamik är viktig för en lång rad insekter, svampar, mossor, lavar och fåglar, varav många numera är hotade eller sällsynta och rödlistade. Effektiv brandövervakning och släckning har gjort att bränd skog blivit sällsynt (Niklasson & Granström 2000) och merparten av tallskogarna är produktionsskog som sköts och avverkas tidigt under tallens livscykel. Därför blir en aktiv skötsel med miljöhänsyn allt viktigare för att kunna bevara tallskogens biologiska mångfald (Nitare 2009). Idag finns bara begränsade erfarenheter och kunskap om hur vi långsiktigt ska kunna bevara tallskogen och dess naturvärden.

Höga nivåer av miljöhänsyn, så som det blir med hyggesfria metoder, kan också inverka negativt på skogsproduktionen, dels genom minskad brukad areal men även genom negativ inverkan på etablering och tillväxt i omkringliggande beståndsförnyringar (Elfving & Jakobsson 2006). Det dominerande sättet att förnygra skogen efter avverkning är plantering i kombination med mekanisk markberedning. Markberedning förbättrar mikroklimatet samtidigt som skaderisken på de växande plantorna minskar liksom konkurrensen från hyggesvegetation. Markberedning och plantering är en relativt dyr förnyringsmetod jämfört med sådd och självförnyring och markberedning kan också ha en negativ effekt på den biologiska mångfalden. Plantering, sådd och självförnyring är välbeprövade förnyringsmetoder, men vilken metod som är mest kostnadseffektiv i situationer med skogsskötsel för kombinerade mål är inte tillräckligt utrett.

Försöket har som huvudmål att utveckla och vetenskapligt utvärdera, på kort och på lång sikt, vilken effekt naturhänsyn har på den biologiska mångfalden och framtida skogsproduktion.

DELMÅL I STUDIEN ÄR ATT ERHÅLLA KUNSKAP OM:

- Hur nivå och rumslig fördelning av naturhänsyn (vid avverkning) påverkar överlevnaden och utvecklingen av biologisk mångfald i det uppväxande beståndet.
- På vilket sätt naturvärden som död ved skiljer sig beroende på om de skapats av brand eller av skördaren. Kostnader och effekter på flora och fauna.
- Vilken påverkan naturvårdsbränning har på marksvampar och svampar som är beroende av död ved.
- Hur mängden och typen av lämnad/skapad död ved påverkar förekomsten av vedinsekter och vedsvampar.
- Hur ett virkesuttag före brand påverkar naturvärdena efter brand. Kostnad och effekter på flora och fauna.
- Hur kostnaderna i samband med avverkning påverkas med ökad hänsyn.
- Hur nivån av hänsyn påverkar föryngringen. Effekter på föryngringsareal, föryngringsmetod, etablering och tillväxt.

Försöksdesign

Försöket omfattar totalt 140 ha fördelat på 24 bestånd och med en medelstorlek på 5 ha. Försöksdesignen består av:

- Bestånd avverkade med olika nivåer av miljöhänsyn (ca 3, 10, 30 och 50 % av stamantalet undantagen från skörd). (15 stycken)
- Bestånd utan avverkning med endast hänsynsåtgärder (100 procent hänsyn). (3 stycken)
- Naturvårdsbrända bestånd. (3 stycken)
- Naturvårdsbrända bestånd med 50 procent avverkning. (3 stycken)
- Kontrolltytor i form av bestånd som lämnats helt orörda (3 stycken)

Hänsynsnivåerna utgår från beståndets ursprungliga stamantal och varje hänsynsnivå upprepades för tre bestånd. Exempelvis har man i ett område med 30 procent hänsyn avverkat ca 70 procent och lämnat 30 procent som hänsyn.

Hänsynen består av fyra olika åtgärder som utgör lika stora andelar:

1. Lämna orörda träd i grupp eller som enskilda naturvärdesträd.
2. Kapa träd till högstubbar.
3. Kata träd (träd med delvis avskalad bark).
4. Stamläggning av träd till lågor.

Behandlingen "100 procent" innebär således att inget virkesuttag har gjorts, utan att den totala volymen träd har fördelats på åtgärd 1–4.

Dessa fyra åtgärder syftar till att bevara, utveckla och förstärka miljövärden i tallskog. Katare träd är träd med till viss del avskalad bark. Tallen stressas då till att öka mängden kåda i ytveden som en läkningsprocess och tjärved, med dess unika naturvärde, bildas. Hänsynen samt beståndens yttergränser snitslades före avverkning. Där det var möjligt valdes äldre och grövre träd till hänsynsträd och trädgrupper placerades så långt som möjligt intill fynd av grov död ved. Detta gjordes för att efterlikna den hänsynsplanering som normalt görs före avverkning. Bestånden med 50 och 100 procent hänsyn representerar en ytterlighet av miljöhänsyn och ett alternativ för jämförelse med naturvårdsbrända bestånd.

Avverkningarna utfördes årsskiftet 2012–2013 och naturvårdsbränningarna under maj–juni (södra delen) samt augusti (norra delen) 2013.

BILDER PÅ NÅGRA AV TALLSKOGARNA I EFFARÅSEN MED OLIKA BEHANDLING:



Bild 2. Avverkning med cirka 2–5 procent hänsyn, bestånd ETO-3. Foto: Line Djupström



Bild 3. Avverkning med cirka 20–30 procent hänsyn, bestånd ETV-10 och ETV-30 i bakgrunden. Foto: Line Djupström



Bild 4. Bestånd med endast hänsyn (100 procent hänsyn). Bestånd Eff-NS. Foto: Line Djupström



Bild 5. Naturvårdsbränt med 50 procent avverkning. Bestånd ETO-B50 Foto: Line Djupström



Bild 6. Kontrolllyta som utgör ett exempel över hur skogen såg ut innan avverkningen 2012. Södra delen av studieområdet. Foto: Line Djupström

Kartunderlag och beståndsdata

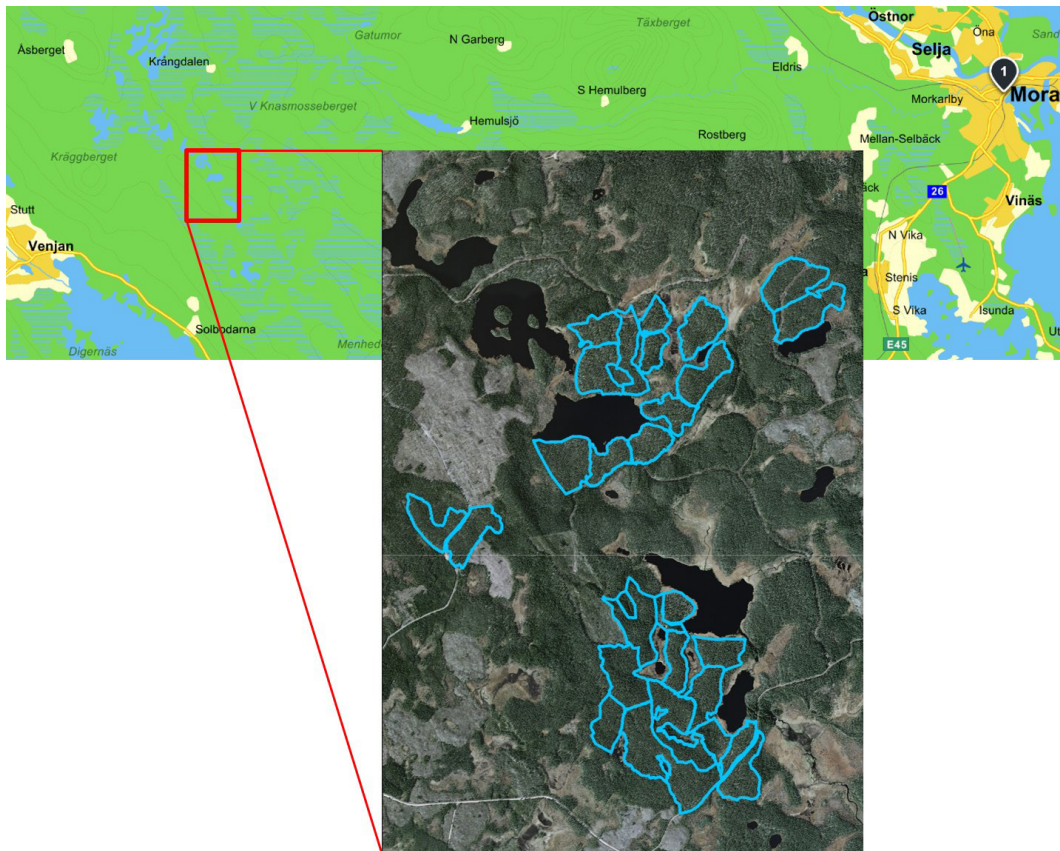


Bild 7. Effaråsens försöksområde, tre mil väster om Mora. Mittpunktskoordinat är 6759826,447575 (SWEREF99 TM).

Skogarna i Effaråsen

Tallskogarna i Effaråsen ligger i en så kallad *tallvärde*trakt – ett område med biologiskt värdefulla gamla tallskogar, med nyckelbiotoper och flera pågående reservatsbildningar. Projektets skogar har höga naturvärden men har inte bedömts ha nyckelbiotopskaraktär.

Bottenskiktet utgörs främst av lavar och fältskiktet av ris. Marktypen är blockig morän och ståndorten är mestadels en torr ristyp med inslag av ljung, kråkbär, lingon och blåbär. Bestånden har, med något undantag, gödslats och gallrats för 20–25 år sedan. Antalet stammar per hektar är mellan 350–800 och trädens ålder är mellan 100–150 år – men med inslag av mycket äldre träd.

Skogarna är starkt präglade av täta och intensiva skogsbränder. 1888 var den senaste stora branden i området och spår efter bränder – så kallade brandljud – kan ses på både levande och döda träd samt på stubbar från träd som dimensionsavverkats. Här finns också torrträd och lågor i olika nedbrytningsstadier och åldrar.

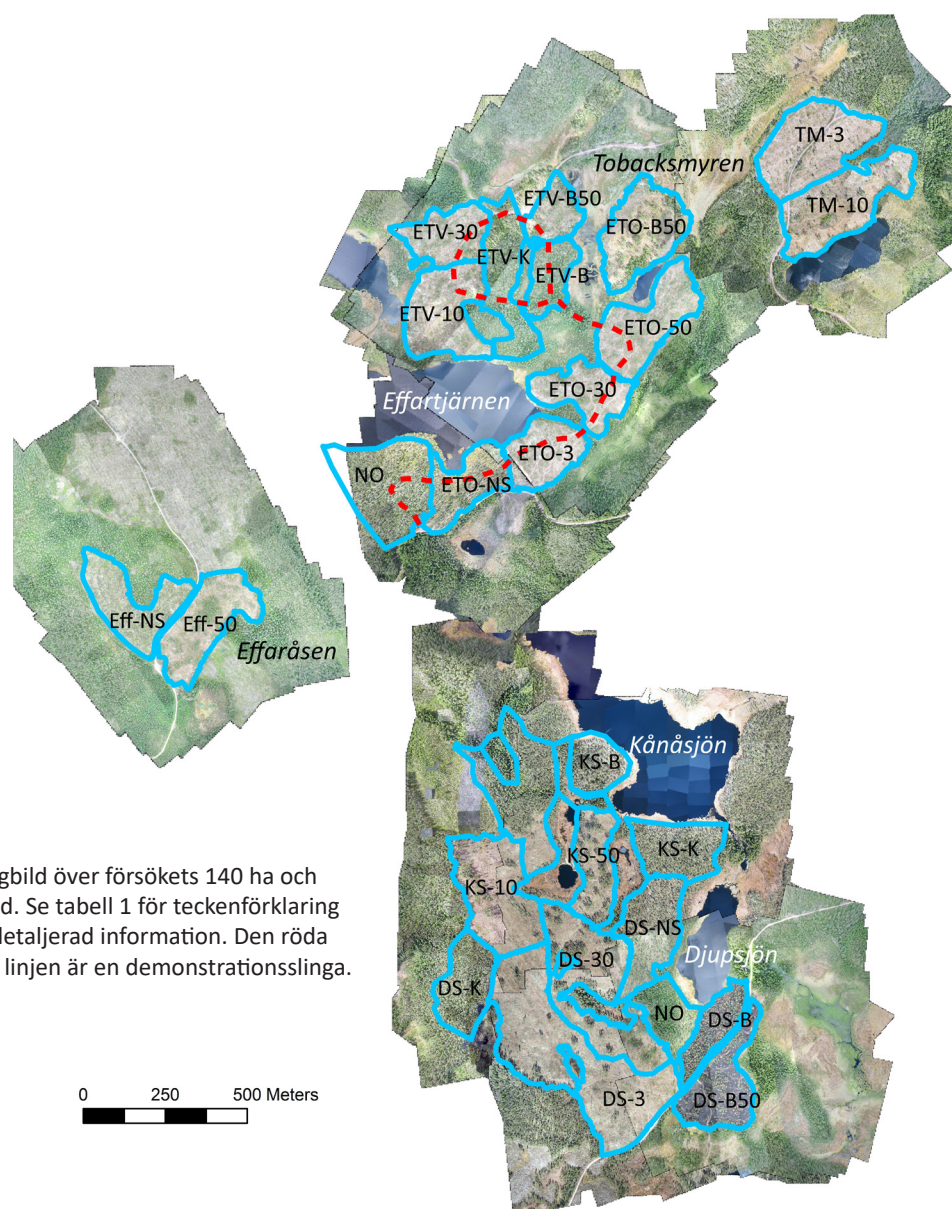


Bild 8. Flygbild över försökets 140 ha och 24 bestånd. Se tabell 1 för teckenförklaring och mer detaljerad information. Den röda streckade linjen är en demonstrationsslinga.

Tabell 1. Grunddata för bestånden från 1 ha provytor. Beståndens ID-förkortningar syftar på beståndets position i landskapet där DS- står för Djupsjön, Eff- för Effaråsen, ETO- för Effartjärnen ost, ETV- för Effartjärnen väst, KS- för Kånåsjön, TM- för Tobacksmyren. Siffrorna speglar den åtgärdsnivå (3–50 procent) som var avsedd för bestånden och ska betraktas som ett riktvärde för hänsynsnivån.

	ID	Altitud (möh)	Areal (ha)	Ålder ¹ (ha)	Gödslat (årtal)	Stammar (antal/ha)	Åtgärd
1	DS-30	376	8.9	117	1992, 2000	490	Avverkad med 30 procent hänsyn
2	DS-3	378	14.2	117	1992, 2000	488	Avverkad med 3 procent hänsyn
3	DS-NS	374	5.0	117	1992, 2000	475	Skapad död och döende ved
4	DS-B50	374	5.6	134	1992, 2000	401	Bränd med 50 procent virkesuttag
5	DS-K	377	4.1	117	1992, 2000	636	Orörd kontroll
6	DS-B	368	3.2	100	1992, 2000	446	Bränd
7	Eff-50	391	5.7	111	1992	411	Avverkad med 50 procent hänsyn
8	Eff-NS	385	4.9	111	1992	312	Skapad död och döende ved
9	ETO-30	385	4.0	121	1992	414	Avverkad med 30 procent hänsyn
10	ETO-3	382	4.1	108	1992	212	Avverkad med 3 procent hänsyn
11	ETO-50	389	5.5	121	1992	375	Avverkad med 50 procent hänsyn
12	ETO-NS	380	4.0	108	1992	395	Skapad död och döende ved
13	ETO-B50	389	5.5	121	1992	470	Bränd med 50 procent virkesuttag

¹Ålder är hämtad ur beståndsregistret från markägaren och är beståndets medelålder.

Forts.Tabell 1.

	ID	Altitud (möh)	Areal (ha)	Ålder¹ (ha)	Gödslat (årtal)	Stammar (antal/ha)	Åtgärd
14	ETV-10	378	5.9	137	1992	283	Avverkad med 10 procent hänsyn
15	ETV-30	388	3.9	137	1992	316	Avverkad med 30 procent hänsyn
16	ETV-B50	393	3.0	137	1992	297	Bränd med 50 procent Virkesuttag
17	ETV-B	390	2.8	137	1992	511	Bränd
18	ETV-K	391	5.6	137	1992	264	Orörd kontroll
19	KS-K	368	4.2	128	1992, 2000	664	Orörd kontroll
20	KS-B	366	2.3	156	Ej gödslat	259	Bränd
21	KS-10	391	7.4	117	1992, 2000	488	Avverkad med 10 procent hänsyn
22	KS-50	370	3.9	117	1992, 2000	449	Avverkad med 50 procent hänsyn
23	TM-10	402	7.7	134	1982, 1992	422	Avverkad med 10 procent hänsyn
24	TM-3	405	7.2	134	1982, 1992	539	Avverkad med 3 procent hänsyn

¹Ålder är hämtad ur beståndsregistret från markägaren och är beståndets medelålder.

Material, metod och resultat

Tabell 2. Översiktlig sammanställning av de olika delprojekten och dess status år 2018.

Delstudie	Kort beskrivning om data	Tidpunkt	Status
Kostnadseffektivitet, prestation i drivning och erhållna naturvärden.	Skördardata och inventering av död ved och levande lämnade träd.	nov. 2012-jan. 2013	Resultat publicerade: Santaniello m.fl. (2016) och Djupström L. och Weslien J. (2016).
Sönderkörd gammal död ved	Inventerade i 1 ha provytor efter avverkning och efter markberedning.	Efter avverkning: juli-sept. 2014 Efter markberedning: maj-juni 2016	Resultat publicerade: Santaniello m.fl. (2016) och Weslien och Westerfelt (2017).
Simulering – vad händer i framtiden	Produktion, död ved och kollager modelleras med Heureka.	2016-2017	Resultat publicerade: Santaniello m.fl. (2017) ^a
Klimat effekter av olika mängd lämnad hänsyn	Modellering av kolflöden och ytreflekton.	2017-2018	Resultat publicerade: Cherubini m.fl. (2018).
Vedlevande lavar	Artförekomst och mängd före och efter avverkning/utförd åtgärd.	Före: sept. 2014 ¹ Efter: 2017–2018	Resultat publicerade: Santaniello m.fl. (2017) b.
Vedlevande svampar	Artförekomst före och efter avverkning/utförd åtgärd.	Före: 2012 och 2013 Efter: 2018	Pågående men delrapporterad Kirppu (2012 & 2013).
Mykorrhizasvampar	Artförekomst och mängd före och efter avverkning/ utförd åtgärd.	Före: dec 2012 och maj 2013 Efter: sep 2017	Pågående
Vedlevande skalbaggar	Förekomst av ett antal vedlevande skalbaggsarter i den skapade döda veden.	Start 2014, löpande inventering.	Pågående
Skadeinsekter	Antal stammar angripna av större resp. mindre märgborre samt antal nedfallna skott har dokumenterats för varje bestånd.	Start 2013–2014 löpande inventering.	Pågående
Föryngring	Plantering, sådd och självföryngring utvärderas på markberedda och ej markberedda ytor.	Start 2016, kontinuerliga uppföljningar.	Pågående
Naturvårdsbränning	Brandintensitet och effekter på död ved, flora och fauna	Start 2015	Pågående
Informationsprojekt	Slinga i skogen med informationsskyltar om de olika utförda åtgärderna samt informationsfilmer på webben.	Start 2014, underhålls löpande av Skogforsk.	Resultat publicerat på www.skogskunskap.se

¹Lavar inventerades efter utförda åtgärder, men då de inte nämnvärt hunnit reagera på avverkning representerar dessa uppgifter tillståndet före avverkning.

KOSTNADSEFFEKTIVITET – PRESTATION I DRIVNING OCH ERHÅLLNA NATURVÄRDEN

Information om virkesvolymen samt tids- och kostnadsåtgång för åtgärderna erhöles från skördarmaskinernas PRI-filer. Utifrån dessa kunde prestationen beräknas för de olika skötselstrategierna. PRI-filer erhöles från avverkningarna för norra området, det vill säga ETO, ETV, TM och EFF.

Den döda veden har dokumenterats i två olika typer av provytor. Inom varje bestånd upprättades provruta på 1 ha med slumpvis placering samt en transekt med 10 cirkulära provytor med en radie på 5,64 m = 100 m². Inom ytan på 1 ha dokumenterades alla träd inklusive all död ved. Dokumenterade variabler är trädslag, typ (avverkningsstubbe, högstubbe, katat träd, låga, levande orört träd), diameter, nedbrytningsklass (0–3), graden av frånvaro av bark, graden av katning, andel bränd yta, trädets vitalitet (0–100), körskada och andel tjärved. Inom transekten provytor registrerades variabler endast för den döda veden.

Santaniello m.fl. (2016) visade att nuvärdet minskade när hänsynen ökade. Nuvärdesförlusterna (skillnad i nuvärde jämfört med kalhuggning) ökade linjärt med hänsynsnivån och berodde främst på minskade avverkningsvolymen men också på sänkt prestation vid drivning och minskad areal att producera ny skog på. Prestationen vid drivning minskade linjärt med cirka 30 procent när hänsynen ökade från 3 till 50 procent. Som en indikator på biologisk mångfald användes diversiteten av död ved baserat på till exempel trädslag, diameter och grad av nedbrytning. Dödvedsdiversiteten ökade proportionellt med ökande hänsynsnivå inom detta spann av hänsyn (3–50 procent), det vill säga ju mer hänsyn desto högre dödvedsdiversitet. En slutsats av den studien är därför att det främst är ekonomiska begränsningar som avgör vilken hänsynsnivå som ska tillämpas. Samtidigt fanns ett tröskelvärde för mängden sönderkörd gammal död ved som fanns innan avverkningen, men det är svårt att generalisera betydelsen av det resultatet (se nedan).

SÖNDERKÖRD GAMMAL DÖD VED

Vi utvärderar effekten av skogliga åtgärder på den gamla grova döda veden genom att dokumentera hur mycket av den gamla veden som körts sönder vid avverkningstillfället (data från transektinventeringen) och efter markberedningen (data från ytorna på 1 ha).

Santaniello m.fl. (2016) visade att betydligt mindre andel av den gamla grova döda veden förstörts av skogsmaskiner vid hög än vid låg hänsynsnivå under drivningen. Förklaringen kan vara att många av de gamla lågorna skyddas av de kvarlämnade träden och trädgrupperna och undviks på så vis att köras över. Sannolikt varierar betydelsen av hänsynsnivå på mängden sönderkörd ved mycket beroende på täthet och fördelning av den döda veden. I detta fall gick gränsen vid 30 procent hänsyn, det vill säga det gick att skydda den gamla döda veden med trädgrupper vid hänsynsnivåer på 30 procent och över.

I Weslien och Westerfelt (2017) utfördes en inventering av död ved (diameter 15 cm och grövre) efter markberedningen på sex fasta provytor på 1 ha. Totalt 115 undersökta lågor (alla äldre och fanns redan i de gamla tallbestånden) visade att merparten av lågorna skadats, först vid avverkningen och skotningen, och därefter vid markberedningen, som utfördes med harv. Efter avverkningen var drygt hälften oskadade men efter markberedningen var bara en tredjedel oskadade. Dessutom var 32 av de 115 lågorna skyddade av

hänsynsytor och de lågorna förblev i princip oskadade både under drivning och markberedning. Bland de oskyddade lågorna utanför hänsynsytorna var cirka 80 procent skadade och av dessa hade de flesta mer än halva mantelytan skadad.

Slutsatsen är att det är svårt att utföra en skonsam markberedning med harv på steniga och blockrika marker och åtgärden bör därför undvikas om där dessutom finns många gamla lågor. Genom att spara levande träd i anslutning till gamla lågor kan man undvika att lågorna skadas vid olika skogliga åtgärder.



Bild 9. Sönderkörd gammal ved.
Foto: S. Kirppu

SIMULERING – VAD HÄNDER I FRAMTIDEN?

För att studera den långsiktiga effekten på miljö och produktion av en varierad mängd hänsyn utfördes en simuleringsstudie. Virkesproduktion (massaved och sågtimmer), död ved och kolförrådet simulerades under en hundraårig omloppstid på bestånds- och landskapsnivå. På landskapsnivå simulerades volymen död ved och kolförrådet för 12 olika scenarier. Varje scenario bygger på att landskapets areal och volym producerat virke hålls konstant. De 12 scenarierna representerar en gradient i avverkningshänsyn och areal avsatta områden. Med ökande mängd hänsyn minskar arealen avsatta områden. I ena änden finns segregerad naturvård (*land sparing*) där bevarande av biologisk mångfald nästan helt är knuten till avsatta områden medan hänsynen vid avverkning är låg (5 träd per ha). I andra änden finns integrerad naturvård (*land sharing*) utan avsatta områden men med hög nivå av hänsyn vid avverkning (165 träd per ha).

Beräkningar gjordes med programmet Heureka som består av flera fritt tillgängliga programvaror för skoglig planering och analys (Wikström m.fl. 2011).

Resultatet från Santaniello m.fl. (2017a) visade att för varje scenario blev den yta som inte behövdes för att nå den definierade virkesvolymen avsatt för biologisk mångfald. I kombination med en allt högre nivå av hänsyn (kvarlämnade träd på hygget) behövdes en allt större yta för produktion och därmed mindre avsatt yta. Död ved påverkades positivt av ökad hänsynsnivå och kolförrådet minskade något med ökande hänsynsnivå. Att kolförrådet minskar med ökad hänsyn beror främst på att andelen ung skog minskar med högre hänsyn. Ung skog växer bättre och binder mer kol än de gamla och glest ställda tallarna som i Effaråsen. Vilket scenario som är effektivast för att bevara biologisk mångfald beror på vilka behov av livsmiljö som de olika arterna har. Vilken typ av död ved som

ökar går inte att utläsa, men i en annan analys om den gamla döda veden blev resultatet att ju mer hänsyn desto mer gammal död ved klarar sig från att bli sönderkörd av skogsmaskiner. Slutsatsen är att det är viktigt att det på landskapsnivå finns en stor variation av strategier som tillämpas och att man aktivt skapar död ved i samband med skogsbruksåtgärder.

NATURHÄNSYN OCH DESS EFFEKTER PÅ KLIMATPÅVERKANDE FAKTORER

Solens strålar reflekteras olika beroende på hur en yta ser ut. Albedo är ett mått på hur mycket en yta reflekterar solstrålning och mäts på en skala från 0–1 där 1 betyder att allt ljus reflekteras och 0 betyder att allt ljus absorberas. Har vi skog eller barmark med lite växtlighet påverkar detta hur mycket den ytan reflekterar solljuset. Det betyder att mängden kvarlämnade träd efter avverkning på kort sikt har stor betydelse för hur den ytan kommer att reflektera solljus. En mörkare yta som skog har jämfört med barmark, särskilt med snö på, alltså en uppvärmande effekt.

Den viktigaste klimatpåverkande faktorn är den så kallade växthuseffekten. Växthuseffekten ökar med mängden koldioxid i atmosfären. Det är därför positivt ur klimatsynpunkt att så mycket kol som möjligt är bundet och binds löpande. Kol finns i princip överallt – i marken, vatten, organismer och atmosfären. Kolbalansen och kolflöden mellan dessa olika element påverkas av en rad olika faktorer och skogsskötsel är en sådan faktor. Ett välskött, homogent medelålders bestånd binder mer kol per tidsenhet och ytenhet än ett gammalt luckigt bestånd eller en ungskog.

Hur albedo och kolflöden förändras i skogsbestånd med olika mängd hänsyn har Cherubini m.fl. (2018) studerat genom att kombinera empiriska data från Effaråsenförsöket med modellering.

På kort sikt ökar albedot (ger en kylande effekt på klimatet) med minskad hänsyn. Allt eftersom ungskogen växer avtar skillnaden i albedo mellan olika hänsynsnivåer för att till slut upphöra då krontaket är slutet. För kolinbindning är mönstret det motsatta – i början är den störst på hyggen med hög grad av hänsyn, eftersom de kvarvarande hänsynsträden har större upptag än kalmarken och den tidiga föryngringen. Allt eftersom ungskogen sluter sig och tillväxten tar fart, minskar skillnaden mellan hänsynsnivåer och vid en viss ålder blir kolinbindningen störst i bestånd med låga hänsynsnivåer.

Sammanfattningsvis är de kortsiktiga effekterna (10 år) av ökande hänsyn på klimatförändringen små. Man kan säga att den negativa effekten av ökad hänsyn på albedo nästan balanseras av den positiva effekten av kolbindning med en svag nettouppvärmningseffekt som följd. På lång sikt (100 år) blir nettoeffekten av ökande hänsyn en uppvärmning, eftersom skogen med låg grad av hänsyn blir en stark kolsänka genom en högre tillväxt samtidigt som albedo är lika lågt vid alla hänsynsnivåer när skogen slutit sig.

VEDLEVANDE LAVAR

Lavar inventerades i transekternas cirkelprovytor under september 2014 av Göran Thor, Institutionen för Ekologi, SLU Uppsala. Förekomst av obligata vedlevande lavararter (enligt Spribile m.fl. 2008) dokumenterades för varje objekt av död ved som utgjorde minst 25 cm² (10 cm lång och 0,8 cm i diameter). För varje observerad lavart bedömdes förekomst utefter antalet cm² som laven täckte.

Inventeringen utfördes efter utförd avverkning men eftersom lavarerna ännu inte nämnvärt hunnit reagera på avverkning representerar dessa uppgifter tillståndet före avverkning.

För varje dödvedsobjekt noterades diameter, längd (bara den delen av veden som befann sig inom provytan), ålder (mer eller mindre än 120 år utifrån uppgifter om brandhistorik och genom inspektion av veden), nedbrytningsklass (hårdhet, skala 1–5 enligt Siitonen & Saaristo 2000), förekomst av brandljud, typ av död ved (låga, stående, högstubbe, gren). För stående död ved inventerades veden upp till 2 m.



Bild 10. Lavar på gammal tallved, Effaråsen okt. 2017. Foto: Line Djupström

Totalt inventerades 523 dödvedsobjekt och 21 lavararter observerades, varav fyra är rödlistade. Analyserna i Santaniello m.fl. (2017b) visade att det var stor skillnad mellan de olika typerna av ved både i total vedyta och vilka lavararter som växte på veden. Det som förvånade var det höga antalet arter per ytenhet på den gamla, stående och hårda veden. Dessa stående torrakor eller stubbar härrörde från den tidigare trädgenerationen och de flesta troligen från en stor skogsbrand i området 1888. Två av de rödlistade lavarerna fanns endast på denna typ av ved och två fanns huvudsakligen på denna typ. Vedobjekt med spår av brand var få, men 14 arter växte på sådan ved och tre observerades endast på ved med brandspår. Bildandet av den här typen av död ved är en långsam process. Man brukar säga att en tall kan leva i flera hundra år, dö i flera hundra år och sen vara död i ytterligare flera hundra år. Detta kan fortfarande ske i reservat med gammal tallskog men inte i välskötta och snabbväxande tallskogar. Där behövs andra åtgärder.

I den brukade skogen behövs särskilda insatser för att skapa död ved. Med bra planering går det undvika att den döda veden körs sönder av skogsmaskiner, till exempel genom att trädgrupper lämnas där gamla torrakor och lågor finns.

Med ett långsiktigt perspektiv behöver man också se till att alla typer av död ved kan nybildas och på så vis finnas tillgängliga i framtiden. Brand dödar och skadar träd och de träd som överlever bildar sedan tjärved när de dör. Brand är därför en viktig händelse för bildandet av död ved i tallskogen, men skördaren kan göra ungefär samma sak genom att fälla, högkapa och/eller kata träd. Katning innebär att man med hjälp av skördaren delvis skalar av barken på ett levande träd, och därigenom efterliknar brandskador. När träden sedan dör blir de torrakor.

Tabell 3. Artlista över vedlevande lavar i Effaråsen.

Artnamn	Svenska namn	Rödlistade*	Antalet obs.	Antalet cm ²
<i>Calicium denigratum</i>	Blanksvart spiklav		1	15
<i>Calicium trabinellum</i>	Gulkantad spiklav		16	1 111
<i>Carbonicola anthracophila</i>	Kolflarnlav	NT	6	628
<i>Carbonicola myrmecina</i>	Mörk kolflarnlav	NT	1	180
<i>Chaenotheca brunneola</i>	Vednål		4	93
<i>Chaenotheca xyloxena</i>	Lövvedsnål		4	142
<i>Cladonia botrytes</i>	Stubblav		53	156
<i>Cladonia parasitica</i>	Dvärgbägarlav	NT	30	912
<i>Hertelidea botryosa</i>	Vedskivlav	NT	37	2 584
<i>Lecanora hypopta</i>	Tillhör Skorplavar		10	343
<i>Micarea denigrata / nowakii</i>	Släkte dynlavar		46	1 266
<i>Micarea misella</i>	Vedstiftdynlav		18	487
<i>Mycocalicium subtile</i>	Småspik		37	73 071
<i>Puttea caesia</i>	-		1	60
<i>Pycnora sorophora</i>	Mjölig flarnlav		2	7
<i>Thelocarpon depressulum</i>	-		1	4
<i>Trapeliopsis sp. (aff. T. granulosa)</i>	Släkte Knotterlavar		2	490
<i>Xylographa parallela/pallens</i>	Släkte Xylographa		55	3 229
<i>Xylographa erratica/rubescens</i>	Släkte Xylographa		3	209
<i>Xylographa vitiligo</i>	Mjölig xylographa		80	1 674
<i>Xylopsora friesi</i>	Tunn flarnlav		13	1 166

*Rödlistningskategori enligt 2015 års rödlista (ArtDatabanken 2015), NT=nära hotad, VU=sårbar och EN=starkt hotad.

VEDLEVANDE SVAMPAR – PÅGÅENDE PROJEKT

Metodikbeskrivning citerad ur rapporten ”Rödlistade svampar knutna till död ved vid Effaråsen syd” publicerad av Länsstyrelsen Dalarna. Författare och inventerare var Sebastian Kirppu, Länsstyrelsen Dalarnas län.

” Inventeringen har utförts genom att korsa hela området på ett sätt att så gott som hela skogsmarksarealen kunnat överblickas. Under tiden har signalarter och rödlistade svamparter knutna till tallved eftersökts. Artletandet bygger på praktiska erfarenheter om arternas utseende och ekologi, det vill säga kunskapen om hur svamparna växer och vilka substrat som är intressanta för arter knutna till framför allt död ved. Inventeringen är genomförd för att få en uppfattning om hur svampfloran knuten till tallved ser ut i skogen innan avverkningsåtgärder utförs i skogen. Målet har varit att undersöka all biologiskt intressant död ved som finns och som varit möjlig att undersöka. Detta innebär samtidigt att död ved som bedömts ointressant inte undersökts. Färsk död ved som i dagsläget är ointressant kan bli biologisk värdefull på sikt.

Vid flera tillfällen har lågor (liggande döda träd) varit så stora att dessa inte kunnat rubbas för att se om det finns vedsvampar på dem och då har mossor eller lavar som indikerar höga naturvärden eftersökts med en kort okulär besiktning av substratet. Vid andra tillfällen har lågor av detta slag bara passerats, eftersom det tar tid att leta mossor och lavar och eftersök av dessa inte ingår i undersökningen. Ibland har mossor eller lavar upptäckts i letandet efter vedsvampar och då blivit registrerade men har inte inventerats systematiskt såsom svamparna knutna till tallved.

3 fältdagar har använts för att utförligt inventera Effaråsen syd (ca 60 hektar stort) och ett stort antal kilometer har tillryggalagts i tallskogarna som ska behandlas. Inventeringen har gjorts innanför de av skogsstyrelsen uthängda snitslar som avgränsar avdelningarna trots att vissa artfynd tillsynes ligger strax utanför avdelningarna på kartorna. Arbetsinsatsen per ytenhet har varit beroende på mängden död ved som funnits i avdelningen. Mycket död ved i avdelningen har tagit mer tid i anspråk. NO-områdena som är granskogar är inte besökta nämnvärt. Inte heller det stora granskogsområdet i norr (övrigt gran + annat) som enligt

Skogforsk skulle utebli från försöksverksamheten.”

Totalt observerades 190 fynd av 20 arter av vedsvampar, varav 13 är rödlistade, inom hela Effaråsenområdet. Vedsvampsinventeringen är en dokumentation över vilka arter av vedsvampar som man kan hitta i en gammal tallskog.



Bild 11. Vedsvamp av signalarten Fläckporing, klassad som sårbar (VU) enligt Rödlistan 2015. En nedbrytare av framförallt tallved i glesa tallskogar, gynnas av brand. Foto: S. Kirppu.

Tabell 4. Artlista över vedsvampar, Effaråsen 2012–2013

Vetenskapliga namn	Rödlistade*	Svenskt namn	Antalet obs.
<i>Anomoporia kamtchatica</i>	NT	vaddporing	4
<i>Antrodia albobrunnea</i>	VU	fläckporing	13
<i>Antrodia primeava/infirma</i>	EN	urskogsticka/poring	3
<i>Chaetoderm luna</i>	NT	vitplätt	1
<i>Cinereomyces lenis</i>	VU	gräddporing	49
<i>Cladonia parasitica</i>	NT	dvärgbägarlav	1
<i>Hydnellum gracilipes</i>	VU	smalfotad taggsvamp	2
<i>Junghuhnia luteoalba</i>		gulporing	35
<i>Odonticium romellii</i>	NT	nordtagging	29
<i>Oligoporus lateritius</i>	VU	lateritticka	1
<i>Oligoporus sericeomollis</i>		silkesporing	22
<i>Phellinus nigrolimitatus</i>	NT	gränsticka	13
<i>Phellinus pini</i>	NT	tallticka	1
<i>Phellinus viticola</i>		vedticka	11
<i>Pseudomerulius aureus</i>		gullgröppa	2
<i>Rhodonía placenta</i>	VU	laxporing	1
<i>Stereopsis vitellina</i>	VU	spadskinn	3

*Rödlistningskategori enligt 2015 års rödlista, NT=nära hotad, VU=sårbar och EN=starkt hotad.

MYKORRHIZASVAMPAR – PÅGÅENDE PROJEKT

Artsamhället av marksvampar av gruppen mykorrhizasvampar (bild 7) bestäms genom en teknik som innefattar extrahering av DNA, sekvensering av svamp-DNA samt identifiering med referensdatabaser. Humus och jord analyseras separat. Tio stycken markproppar per bestånd samlades in längs en GPS-märkerad transekt under september 2012 och maj 2013. September 2017 återinventerades bestånden utefter samma transekt och tio prover per bestånd samlades in. Projektet är pågående och utförs i samarbete med Anders Dahlberg och Björn Lindahl från Institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi, SLU Uppsala.

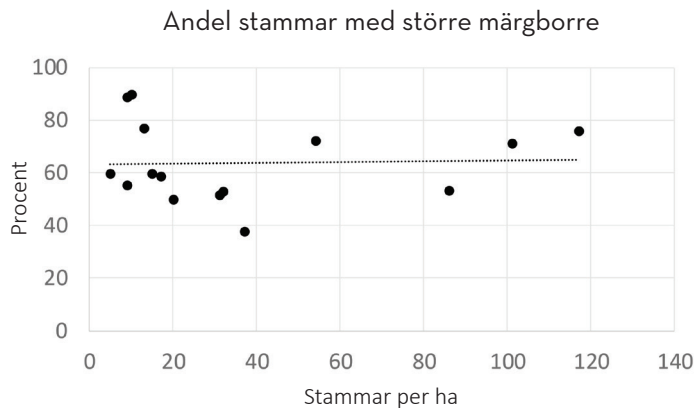


Bild 12. Oidentifierad mykorrhiza på rot från Effaråsen. Foto: Line Djupström

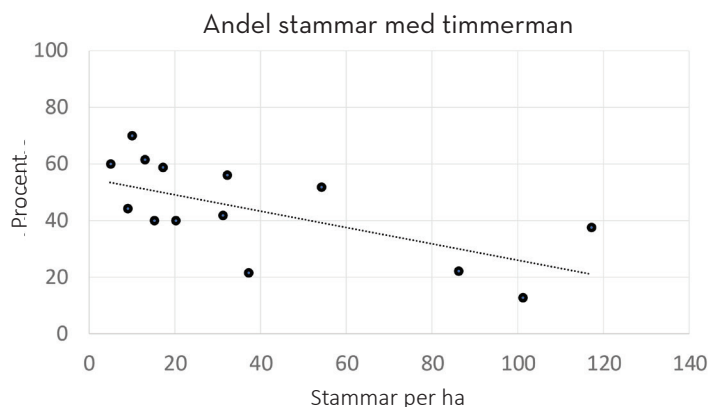
MÄRGBORRAR OCH ANDRA VEDLEVANDE SKALBAGGAR – PÅGÅENDE PROJEKT

Förekomst av några ”klassiska” skalbaggsarter har följts. Några preliminära resultat anges nedan.

- Större mägborre (*Tomicus piniperda* (L.)). Ca 70 procent av de fällda tallarna och högstubbarna var koloniserade av större mägborre oberoende av antalet fällda stammar och högstubbar inom rutan på 1 ha.



- Mindre mägborre. *Tomicus minor* (Hart.). Mindre mägborre var vanlig i området och ynglade framförallt i katade träd. Vi har inte lika bra uppskattningar av angreppsfrekvens för denna art som för större mägborre. De sammanlagda skadorna av båda mägborrearterna (skottgnag) uppskattades genom att räkna antal nedfallna skott i provrutor. Skadorna ökade proportionellt med ökande mängd fällda stammar och högstubbar.
- Timmerman (*Acantocinus aedilis* (L.)). Denna art flyger samtidigt som mägborrarna och är en stark konkurrent till större mägborre. Andelen angripna stammar sjönk med ökande mängd stammar, det vill säga timmermannen förmodade inte utnyttja överskottet av yngelvirke lika effektivt som större mägborren.



Tallbock (*Monochamus sutor* (L.)). Tallbocken är en välkänd virkesskadegörare som på senare tid fått mest uppmärksamhet som potentiell vektor för den fruktade tallvedsnematoden. Försöket i Effaråsen gav tillfälle att ytterligare klarlägga fenologin hos denna art, vars utvecklingstid är ett- eller tvåårig beroende på bland annat klimat (Bakke & Kvamme 1992). Ett nytt och överraskande resultat var att brända stammar jämfört med obrända stammar hade en betydligt högre andel tallbockar med ettårig utvecklingstid.



Bild 13. Den nya generationen mörghuggare (både den större och den mindre) flyger upp i tallkronan och näringsgnager av mörghuggaren på årsskotten (infälld bild) som sedan faller ner på marken.
Foto: Line Djupström (infälld bild, F. Santaniello)

FÖRYNGRING OCH FRAMTIDA SKOGSPRODUKTION – PÅGÅENDE PROJEKT

I Effaråsen finns också ett nystartat förnygringsförsök. Syftet är att undersöka hur kvarlämnade träd och trädgrupper efter avverkning påverkar förnygringsresultatet.

Mer specifikt vill vi svara på följande frågor:

1. Hur påverkar de lämnade träden och trädgrupperna etablering, överlevnad och tillväxt av planterade plantor samt plantor från självföryngring och sådd?
2. Hur nära en trädgrupp är det ekonomiskt försvarbart att plantera förädlade plantor?
3. Vilken effekt har markberedning för de olika förnygringsmetoderna?

Vi använder oss av försöksytor där vi testar förnygringsmetoderna plantering, sådd och självföryngring på markberedda och icke markberedda ytor. Försöket startade med plantering och sådd mars–april 2016. Fynd av självföryngrade plantor markerades med en färgad plastpinne. Etablering, överlevnad och tillväxt kommer att dokumenteras för varje planta en gång om året de första åren för att sedan följas upp med ett längre tidsintervall.



Bild 14. Tallplanta i Effaråsen. Foto: Sven Tegelmo

NATURVÅRDSBRÄNNING – PÅGÅENDE PROJEKT

Brandens hårdhet (djupverkan i marken) dokumenterades med hjälp av nio vinkeljärn som sattes i marken innan bränning så att de nuddade mossan. Avståndet mellan järn och mark mättes i cm våren 2014. I de tre bestånd som brändes på sensommaren var djupverkan större och trädmortaliteten betydligt högre än i de tre bestånden som brändes på försommaren. Bildning av brandljud och tjärved kommer att följas upp. Jämförelser i andel kärnved mellan levande brända, obrända och katade träd kommer att göras.

INFORMATIONSPROJEKT

Ett informationsprojekt startade 2014 med målet att skapa en slinga i skogen med exempelområden där olika mål med skogsskötsel för gammal tallskog visualiserades. Syftet med slingan är att sprida kunskap om hur skogens miljövärden kan bevaras och utvecklas på olika sätt med aktiv eller passiv anpassning samt med små eller stora hänsynsinsatser. Projektet finansierades av Formas och Skogforsk och har sedan start varit föremål för flera olika typer av möten, exkursioner och filmprojekt.



Bild 15. Slingans start. Foto: Line Djupström

Demonstrationsslingan, som är ca 2,3 km lång och löper genom tio skogsbestånd, är möjlig att besöka med eller utan exkursionsledare då tydliga och anpassade informationsskyltar är monterade ute efter slingan. Parallellt finns en virtuell demonstrationsskog tillgänglig på webbplatsen ”Skogskunskap”, som är ett webbaserat kunskapssystem om skogsbruk och skogsskötsel.

Demonstrationsslingan fungerar som ett pedagogiskt exempel vid till exempel kurser och olika typer av skogsdagar med kalibreringsövningar, som arena för samverkan mellan skogsnäringen och myndigheter samt som beslutsstöd i det dagliga arbetet för skogsägare och föreningar. Skogskunskap vänder sig i första hand till skogsägare och deras rådgivare, men används också flitigt bland skogliga studenter och lärare på både grundskolenivå och akademisk nivå. Demonstrationsslingan vänder sig även till en naturvårdsintresserad allmänhet.



Bild 16. Flygbild över norra Effaråsen tagen med drönare (Foto: Lars Nylander)

Publikationer inom projekt Effaråsen 2012–2018

VETENSKAPLIGA ARTIKLAR PUBLICERADE I INTERNATIONELLA TIDSKRIFTER

- Santaniello, F., Djupström, L.B., Ranius, T., Rudolphi, J., Widenfalk, O. & Weslien, J. 2016. Effects of partial cutting on logging productivity, economic returns and dead wood in boreal pine forest. *Forest Ecology and Management* 365:152-158.
- Santaniello, F., Djupström, L.B., Ranius, T., Weslien, J., Rudolphi, J., & Sonesson, J. 2017 a. Simulated long-term effects of varying tree retention on wood production, dead wood and carbon stock changes. *Journal of Environmental Management* 201, 37-44.
- Santaniello, F., Djupström, L.B., Ranius, T., Weslien, J., Rudolphi, J., Thor, G. 2017 b. Large proportion of wood dependent lichens in boreal pine forest are confined to old hard wood. *Biodiversity and Conservation*, 1-16.
- Cherubini, F., Santaniello, F., Hu, X., Sonesson, J., Hammer Strömman, A., Weslien, J., Djupström, L.B. & Ranius T. 2018. Climate impacts of retention forestry in a Swedish boreal pine forest. *Journal of Land Use Science*, 1-18.

RAPPORTER

- Kirppu, S. 2012. Rödlistade svampar knutna till död ved vid Effaråsen syd. En undersökning av svampfloran på tallved i gammal tallskog. Rapport Länsstyrelsen i Dalarna.
- Kirppu, S. 2013. Rödlistade svampar knutna till död ved vid Effaråsen norr. En undersökning av svampfloran på tallved i nyligen avverkad tallskog. Rapport Länsstyrelsen i Dalarna.

POPULÄRVETENSKAPLIGA PUBLIKATIONER

- Djupström, B.L., & Weslien, J. 2014. Effaråsen – här utvecklas naturhänsyn i gammal tallskog. Webbartikel, www.skogforsk.se.
- Djupström, L. 2014. "Effaråsen – här utvecklas naturhänsyn i gammal tallskog" – Informationsblad, PDF på www.skogskunskap.se
- Djupström, L. & Weslien, J. 2016. Naturhänsyn i gammal tallskog – hur mycket kostar det och vad får man för pengarna? 2016. Webbartikel, Nr 84-2016, Publicerad 2016-09-22 09:55:00 www.skogforsk.se
- Djupström, L. & Weslien, J. 2017. Skogens antikviteter viktiga för vedlevande lavar. Webbartikel, Nr 83-2017 Publicerad 2017-09-29. www.skogforsk.se
- Weslien, J. & Westerfelt, P. 2017. Drivning och markberedning slår hårt mot död ved. Webbartikel nr 49-2017. Publicerad 2017-06-12. www.skogforsk.se
- Djupström, L., Weslien, J. & Sonesson, J. 2018. Naturhänsyn och klimatpåverkan. Webbartikel nr 5-2019. Publicerad 2019-01-21. www.skogforsk.se

ÖVRIGA PUBLIKATIONER

Effaråsen – målbilder för miljöhänsyn. Projektwebbsida www.skogskunskap.se
<https://www.skogskunskap.se/planera-skogsbruk/demonstrationsytor/effarasen---malbilder-for-miljohansyn/>

Slingans start. Följ slingan på webben: <https://www.skogskunskap.se/planera-skogsbruk/demonstrationsytor/effarasen---malbilder-for-miljohansyn/demonstrationsslingan-start/>

Filmer från Effaråsen. (2017). Interaktiva filmer om projektet:
<https://www.skogskunskap.se/planera-skogsbruk/demonstrationsytor/effarasen---malbilder-for-miljohansyn/filmer-fran-effarasen/>

KONFERENSPUBLIKATIONER / PROCEEDINGS

Santaniello, F. m.fl. 2015. Can we give a price to biodiversity? For conservation issues biodiversity has to be included in the Life Cycle Assessment of the forest products. How? Proceedings of OIKOS Conference, Umeå, Sweden 4-6 March, 2015

Djupström, L. & Weslien, J. 2015. "Bruka bevara eller både och?". Publicerat i Ukonf15 Framtidens hjältar, Skogforsk, Västerås 3-4 februari, Sundsvall 10-11 februari, Umeå 24-25 feb, Växjö 4-5 mars, Sverige 2015

Santaniello F. m.fl. 2015. Harvest of pine trees at varying retention levels: Economic return and effects on amount and diversity of dead wood. Proceedings of the ICCB: 27th International Congress for Conservation Biology, Montpellier, France, 2-6 August 2015.

Santaniello, F. 2015. Tree retention as a conservation strategy in managed boreal forest. Dead wood diversity, economic return and impact on logging productivity. Proceedings of the CASTLE Conference: "Towards a Sustainable Bioeconomy Innovative Methods and Solutions for the Agriculture and Forest Sectors" Barcelona, Spain, 21-23 Oktober 2015.

Weslien, J. 2016. Responses of *Tomicus piniperda* and *Acanthocinus aedilis* in stands with different amounts of created deadwood. Proceedings of the XXV International Congress of Entomology, Orlando Florida 25-30 September 2016.

Referenser

- ArtDatabanken 2015. Rödlistade arter i Sverige. Artdatabanken, SLU.
- Bakke, A. & Kvamme, T. 1992. The pine sawyer (*Monochamus sutor*): Distribution and life history i South Norway, Communications of Skogforsk 44(13), 16 pp.
- Cherubini, F., Santaniello, F., Hu, X., Sonesson, J., Hammer Strömman, A., Weslien, J., Djupström, L.B. & Ranius, T. 2018. Climate impacts of retention forestry in a Swedish boreal pine forest. Journal of Land Use Science, 1-18.
- Elfving, B., Jakobsson, R. 2006. Effects of retained trees on tree growth and field vegetation in *Pinus sylvestris* stands in Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research 21(7): 29-36.
- Fridman, J. & Walheim, M. 2000. Amount, structure, and dynamics of dead wood on managed forestland in Sweden. Forest Ecology and Management 131(1-3): 23-36.
- Gibb, H., m.fl. 2005. "Effects of management on coarse woody debris volume and composition in boreal forests in northern Sweden." Scandinavian Journal of Forest Research 20(3): 213-222.
- Gustafsson, L. m.fl. 2012. Retention Forestry to Maintain Multifunctional Forests: A World Perspective. BioScience 62(7).
- Niklasson, M. & Granström, A. 2000. Number and sizes of fires: long-term spatially explicit fire history in a Swedish boreal landscape. Ecology 81: 1484-1499.
- Nitare, J. 2009. Åtgärdsprogram för bevarande av kalktallskog. Naturvårdsverkets rapport 5967.
- Puettmann, KJ., Coates, KD. & Messier, C. 2009. A Critique of Silviculture: Managing for Complexity. Island Press.
- Santaniello, F., Djupström, L.B., Ranius, T., Rudolphi, J., Widenfalk, O., & Weslien, J. 2016. Effects of partial cutting on logging productivity, economic returns and dead wood in boreal pine forest. Forest Ecology and Management 365:152-158.
- Santaniello, F., Djupström, L.B., Ranius, T., Weslien, J., Rudolphi, J. & Sonesson J. 2017 a. Simulated long-term effects of varying tree retention on wood production, dead wood and carbon stock changes. Journal of Environmental Management 201: 37-44.
- Siitonen, J. 2001. "Forest Management, Coarse Woody Debris and Saproxylic Organisms: Fennoscandian Boreal Forests as an Example." Ecological Bulletins 49: 11-41.
- Siitonen, J. & Saaristo, L. 2000. Habitat requirements and conservation of *Pytho kolwensis*, a beetle species of old-growth boreal forest. Biological Conservation 94: 211-220.
- Spribile, T., Thor, G., Bunnell, FL., Goward, T. & Björk, CR. 2008. Lichens on dead wood: species-substrate relationships in the epiphytic lichen floras of the Pacific Northwest and Fennoscandia. Ecography 31:741-750. doi:10.1111/j.1600-0587.2008.05503.x.
- Wikström, P., Edenius, L., Elfving, B., Eriksson, L.O., Lämås, T., Sonesson, J., Öhman, K., Wallerman, J., Waller, C. & Klintebäck, F. 2011. The Heureka forestry decision support system: an overview. Math. Comput. For. Nat. Resour. Sci. 3: 87-95.