

ARBETSRAPPORT 1214-2024

Föryngring i tallskog med varierande mängd lämnad naturhänsyn

Line Djupström, Felicia Dahlgren Lidman, Delphine Lariviere och Oscar Nilsson



En av försöksytorna i Effaråsen och året är 2022. 50 procent av träden avverkades 2012, naturvårdsbrändes 2013 och föryngrades 2016. Foto: L. Djupström

Innehåll

Förord	3
Summary	6
Bakgrund	8
Syfte	10
Metod	10
Studieområde.....	10
Försöksdesign.....	13
Föryngringen	13
Inventering	14
Analys	14
Tallföryngringen.....	14
Resultat	15
Etablering, överlevnad och naturlig föryngring av tall	15
Tillväxt	19
Viltbete.....	22
Resultat naturlig föryngring av lövträd	24
Diskussion	31
Slutsats och rekommendation	34
Litteraturlista	36
Bilaga 1. Dokumentation av plantparti	40



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts i september 2024 av Erik Ling, Programchef Skogsskötsel. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering den 18 september 2024.

Redaktör: Anna Franck, anna@annafranck.se
©Skogforsk 2024 ISSN 1404-305X

Förord

Arbetsrapporten baseras på resultat från projektet ”Naturvårdsanpassad skogsskötsel i tallskog med höga naturvärden – utvärdering av påverkan på etablering, tillväxt och överlevnad vid föryngring av skogsmark med olika mål”. Resultaten baseras på årliga mätningar av etablering, överlevnad och tillväxt under den tidiga etableringsfasen av avverkade skogsbestånd med varierande mängd lämnad hänsyn.

Projektet har pågått mellan åren 2018–2024 och var delvis finansierat av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling inom landsbygdsprogrammet 2014–2022 med journalnummer 2018-4033. Föryngringsåtgärden samt första årets inmätning har skett i Skogforsks regi och bekostats med egna medel för snabbstartsprojekt.

Författarna vill rikta ett stort tack till finansiärerna och Stora Enso Skog AB för samarbetet. Stort tack också till Mikael Westerlund och Michael Krook för väl utfört fältarbete, Staffan Jacobson och Jan Weslien som båda bidrog till projektets utformning, och Märtha Wallgren för värdefulla kommentarer på rapporten.

Uppsala, 2024-09-20

Line Djupström

Sammanfattning

Skogsskötsel för att uppnå olika mål behövs i ett hållbart skogsbruk för att samtidigt kunna tillgodose sociala värden som arbetstillfällen och rekreativsmöjligheter, bibehållen biodiversitet och mångfald i skogslandskapet samt tillgodose det ständigt ökade behovet av klimatsmart och förnybar råvara från skogen. I den svenska skogsvårdslagen är produktions- och miljömål likställda men vad innebär det i praktiken? Hur kan vi bruka och samtidigt bevara och hur påverkas skogsproduktionen av olika grad av hänsyn? Intresset för hur produktion och naturhänsyn samtidigt kan optimeras är stort, men mer kunskap och erfarenhet behövs.

Idag är det konventionella sättet att förnygra en skog efter avverkning att markbereda och plantera förädlade plantor. Med växande krav om att skogen ska leverera olika ekosystemtjänster har alternativa skötselmetoder utvecklats. Alternativa skötselmetoder lämpar sig på marker som av olika anledningar har naturvärden som kräver hänsyn. Gammal tallskog är ett exempel på skog där alternativa metoder kan lämpa sig, men idag saknas kunskap om hur man på bästa sätt kan bruka och samtidigt bevara naturvärden i dessa skogar.

Höga nivåer av miljöhänsyn lämnar kvar mer av viktiga substrattypen för arter i den tidiga successionen, mildrar de allvarligaste konsekvenserna av avverkningen för växter och djur, samtidigt som den tidigare skogens egenskaper dock inte helt kan behållas. En ökad naturhänsyn kan ha negativ påverkan på skogsproduktionen, dels genom minskad brukad areal, dels genom konkurrens om näring och vatten vilket förväntas ha negativ inverkan på förnygringens etablering och tillväxt eftersom plantorna växer sämre i närheten av lämnade träd.

Genom att följa etablering och tillväxt i skogar med olika mängd lämnad hänsyn utvärderas och ökas kunskapen kring hur olika grad av hänsyn påverkar etablering och tillväxt för olika förnygringsmetoder. I undersökningen har vi testat och jämfört plantering, sådd och naturlig förnygring på markberedda respektive omärkberedda försöksytor och resultatet har diskuterats i relation till mängden lämnad hänsyn. Den här rapporten visar resultatet efter sex tillväxtsånger av förnygrad tall (*Pinus sylvestris*).

Slutsatsen är att det går att kombinera brukande och bevarande, då det finns flera olika alternativ som har givit god etablering och tillväxt. Således torde målet för skogsbruket vara styrande för val av metod. I Effaråsen kan vi fastställa följande efter sex tillväxtsånger:

PLANTERING	SÄDD	NATURLIG FÖRNYGRING
<ul style="list-style-type: none">För planterade plantor går det att lämna mer hänsyn vid avverkning både med och utan markberedning med relativt liten påverkan på överlevnad och tillväxt.Det går att lyckas med plantering av tallplantor efter tre års hyggesvila även utan markberedning, men jämfört med markberedning är tillväxten sämre.	<ul style="list-style-type: none">Vid sådd behövs markberedning för att få tillfredställande plantantal och tillväxt. En mikro-preparering med såddsko (figur 2) räcker inte.Vid sådd minskar tillväxten med ökad naturhänsyn, förutom efter naturvårdsbränning där plantorna växt bra trots högst nivå av sparad hänsyn.	<ul style="list-style-type: none">För naturlig förnygring bör en markberedning utföras. Om man inte vill markbereda kan naturvårdsbränning eller lämnande av tio procent hänsyn fungera relativt bra, både vad gäller plantuppslag och tillväxt.

Analysen av de naturligt förnygrade lövträden visade att markberedning och mängden kvarlämnade fröträd av löv gynnar antalet plantor av lövträd. Det är viktigt att gynna förekomsten av löv genom att i röjningsfasen planera för att ha en viss andel lövträd i den framtida skogen. Förutom praktiska åtgärder behöver planering göras med hänsyn tagen till landskapet i stort (Skogforsk 2021, Future forests Policy brief 2024). Lövträd, och inte minst björken, har stora möjligheter att spela en viktig roll i ett framtida klimatanpassat brukande av skogen.

Resultaten är viktiga då de visar att det går att framgångsrikt förnygra gamla tallbestånd med olika nivåer av sparad hänsyn på flera olika vis. Effaråsen representerar typiska tallskogar för norra Svealand och hänsynen som lämnades var utformad för att efterlikna hur hänsyn ska lämnas enligt skogsbranschens egna riktlinjer och rekommendationer för god miljöhänsyn enligt Skogsstyrelsen (Skogsstyrelsen 2015). Betingelserna och målet för det individuella beståndet torde styra vilka möjligheter och redskap som går att använda. Det kan till exempel förekomma restriktioner mot markberedning, då går det att välja metoder som hyggesvila och plantering utan markberedning, eller naturlig förnygring.

Man måste ha i åtanke att detta är resultat från ett försöksområde och att de specifika betingelserna under dessa år och hur försöket är utformat har påverkat. Hur den lämnade hänsynen med tiden påverkar höjdtillväxten behöver följas upp med nya mätningar under kommande tidsperiod.

Summary

Sustainable forestry requires multi-objective forest management, to simultaneously support social values such as job opportunities and recreational activities, maintain biodiversity and diversity in the forest landscape, and cater to the ever-increasing demand for climate-smart and renewable raw materials. In the Swedish Forest Act, production and environmental goals are given equal priority, but what does this mean in practice? How can we use the forest for production while also preserving it, and how do different levels of retention affect forest production? The interest in optimising production and nature conservation is great, but more knowledge and experience are needed.

Currently, the conventional way to regenerate a forest after logging is to prepare the site mechanically and plant genetically improved seedlings. With increasing demands for forests to provide various ecosystem services, alternative management methods have been developed that are suitable for areas with environmental values requiring retention for various reasons. Old pine forests are an example where alternative methods may be suitable, but knowledge is currently lacking on how to effectively manage and preserve the environmental values in these forests.

High levels of retention leave more important substrate types for species in the early stages of succession, and mitigate the most severe consequences of logging for plants and animals. However, it cannot retain the original characteristics of the forest. At the same time, increased retention may have a negative impact on forest production, partly through reduced area for tree production and partly through competition for water and nutrients. This is expected to have a negative impact on the establishment and growth of regeneration, because tree seedlings grow poorly in the vicinity of retained trees.

In the study, we have tested and compared planting, direct seeding, and natural regeneration on prepared and unprepared sites, and the results are discussed in relation to the level of retention. This report presents the results after six growth seasons of regenerated pine.

The conclusion is that production and preservation can be combined, as there are several management alternatives that have provided good survival and growth. The objective of the forestry should guide the choice of method.

In Effaråsen, we can establish the following after six growth seasons:

- For planted seedlings, there is a trade-off in that more trees can be retained during logging, both with and without site preparation, with relatively little impact on survival and growth.
- Successful establishment of pine seedlings without site preparation is possible after a three-year fallow period, but growth is poorer than when the site has been prepared.
- Direct seeding requires site preparation to achieve satisfactory seedling numbers and growth. Micro-preparation with a seeding shoe is not sufficient.
- Growth from direct seeding decreases with increased levels of retention, except after prescribed burning, where seedlings grew well despite the highest level of retention.
- For natural regeneration, the soil should be prepared. Alternatively, if site preparation is not desired, prescribed burning or leaving at least 10 percent retention can work relatively well, both in terms of seedling establishment and growth.

- Site preparation and the number of seed trees within 50 metres benefits the number of deciduous tree seedlings.
- Presence of deciduous trees can be promoted by planning during the thinning phase to include a proportion of deciduous trees in the future forest.

The results are important, as they demonstrate that old pine stands can be successfully regenerated with different levels of retention in various ways. Effaråsen represents typical pine forests for this region, and the retention was designed to correspond with guidelines and recommendations for successful retention.

The conditions and goals for each individual stand should determine the possibilities and tools that can be used. For example, there may be restrictions on site preparation, in which case methods such as regeneration without site preparation after a period of regeneration and planting, or natural regeneration after conservation burning, can be chosen.

It should be noted that these results are from an experimental area, and the conditions during these years as well as the experiment design most likely have influenced the results. The effect of retention on continued height growth over time needs to be followed up with new measurements in the coming period.

Bakgrund

Kraven på svensk skog och skogsbruk handlar om att balansera ekonomisk vinning med miljömässig och social hänsyn, samtidigt som man bevarar skogens funktioner och bidrar till att mildra klimatförändringarnas påverkan. Under de senaste åren har diskussionen om alternativa skogsbruksmetoder intensifierats och hur dessa alternativ påverkar ekonomi, produktion och biologisk mångfald (Gustafsson m.fl. 2021). Det moderna skogsbruket med slutavverkning, markberedning, skogsodling, skogsvård och förädling har ökat skogens tillväxt och virkesförråd, men även 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 (Siitonen 2001, Gibb 2005). Naturhänsynen i samband med avverkning har utvecklats under de senaste decennierna och många studier har gjorts för att utvärdera effekterna på biologisk mångfald, men det saknas kunskap om hur olika hänsynsnivåer påverkar föryngringens etablering och tillväxt, särskilt för tallskogar.

Tallskogen är viktig för ett stort antal insekter, svampar, mossor, lavar och fåglar, varav många är hotade eller sällsynta och rödlistade (ArtDatabanken 2020). Naturhänsynen i samband med avverkning ska både minska det lokala utdöendet och underlätta återkolonisering av arter känsliga för störningar, samt skapa livsmiljöer för arter som gynnas av störningar. För tallskogen är brand en viktig störning som skapar strukturer som många arter är beroende av för sin överlevnad. Effektiv brandövervakning och släckningsarbete har minskat andelen bränd skog jämfört med för 100 år sedan (Niklasson & Granström 2000). Tallar kan bli flera hundra år gamla, överleva flera olika skogsbränder och tallstammar kan, även om de är döda, bestå i århundraden. Bränd ved, torrakor, senvuxna träd och tjärved har pekats ut som viktiga substrat för växter och insekter i den äldre tallskogen. Idag sköts de flesta tallskogar som produktionsskog, vilket innebär att de avverkas tidigt i livscykeln. Därför är en aktiv skötsel med miljöhänsyn viktig för att kunna bevara tallskogens biologiska mångfald.

Den svenska skogen består främst av barrträd. För att upprätthålla den biologiska mångfalden och förbättra riskhantering av skog behöver skogssammansättningen diversifieras, till exempel genom att öka andelen lövträd (t.ex. Felton m.fl. 2016 och 2021). Enligt certifieringskraven från PEFC och FSC (FSC 2020) ska skogsägare sträva efter tio procent stamvis lövinblandning i samtliga bestånd. Fem procent av skogsägarens innehav på friska och fuktiga marker ska också skötas för att uppnå dominans av lövträd under omloppsperioden. Naturlig föryngring kan vara ett bra alternativ när skogsägare vill anlägga ett blandbestånd, öka lövinblandningen och biodiversiteten, eller hålla nere kostnaden vid etablering av ett nytt bestånd. Björken (*Betula pendula* och *Betula pubescens*) är ett pionjärträdslag som snabbt etablerar sig efter störningar som exempelvis brand, storm eller föryngringsavverkning. Den är konkurrenskraftig på öppna ytor och växer som bäst när den har tillgång till mycket ljus och friska och fuktiga markförhållanden. Björken är även en effektiv producent av pollen och frön som sprids över stora arealer med vinden. Var björkfröna gror beror på rådande markförhållanden – det måste vara tillräckligt fuktigt och det måste vara konstant fuktigt för att fröna ska gro.

I en tidigare utförd studie har det studerats hur markberedning i kombination med markfuktighet (på torr, frisk respektive fuktig mark) påverkar groning och etablering av naturligt föryngrad björk (Dahlgren Lidman m.fl. 2023). På torra marker finns risk att björk inte etablerar sig naturligt, även med markberedning, men detta behöver undersökas mer.

Att lyckas med förnyringen är en av de viktigaste delarna i ett hållbart skogsbruk eftersom det sätter ramarna för det framtida beståndets möjliga skötsel och kan ses som starten på en långtidsinvestering. I Sverige är plantering (87 procent) den vanligaste förnyringensmetoden följt av naturlig förnyring (8 procent), sådd (3 procent) och ingen åtgärd (2 procent) (Skogsstyrelsen 2023a). Av de planterade plantorna är 96 procent gran eller tall (Skogsstyrelsen 2023b). Under förnyringensfasen finns flera försvårande omständigheter när den nya generationen träd ska etableras (Burdett 1990). Hög plantdödlighet och låg initial tillväxt bör undvikas för att minska tidsfönstret då plantorna är som mest utsatta för förnyringensstress i form av insekter, bete, frost och konkurrerande markvegetation (Nilsson m.fl. 2010).

Ett effektivt sätt att minska stressen och underlätta förnyringen är att använda sig av markberedning (Nilsson m.fl. 2010, Sikström m.fl. 2020). Markberedning förbättrar förnyringens överlevnad och tillväxt genom att minska konkurrens om vatten och näring från markvegetationen, minska frostrisken och snytbaggeskador, samtidigt som mineralisering, marktemperatur och vattentillgång ökar (Nilsson & Örlander 1999, Langvall m.fl. 2001, Thiffault m.fl. 2004, Lebel m.fl. 2008, Nordlander m.fl. 2011, Löf m.fl. 2012, Johansson m.fl. 2013, Thiffault m.fl. 2013). Att markberedning är fördelaktigt även på lång sikt har visats i flera studier (Boateng m.fl. 2006, Johansson m.fl. 2013, Prevost & Dumais 2018, Hjelm m.fl. 2019, Sikström m.fl. 2020). Orsakerna ovan samt att det underlättar för plantörerna är anledningen till att 92 procent av alla planteringar i Sverige föregås av markberedning, jämfört med att 60 procent av alla naturliga förnyringar markbereds (Skogsstyrelsen 2023a).

Skador från snytbaggen är ett stort problem för det svenska skogsbruket. Snytbaggen äter på barrplantornas bark och orsakar skador, tillväxtminskning och avgångar (Örlander & Nilsson 1999). Vanliga sätt att minimera snytbaggeskador är markberedning som ger en planteringspunkt med en radie på minst tio cm runt plantan med ren mineraljord, mekaniska beläggningsskydd och hyggesvila. För hyggesvila förekommer stora regionala skillnader där den i Norrland i snitt är 2,4 år, jämfört med 1 år i Götaland (Öhlund m.fl. 2023). Även betesskador från älg och andra klövdjur är problem vid förnyring av tall. Till exempel visade den landsomfattande älgbetesinventeringen ÄBIN på att i genomsnitt 38 procent av alla tallar i den svenska ungskogen har betesskador från hjortdjur under perioden 2020–2022 (Skogsstyrelsen 2023c).

Plantering, sådd och naturlig förnyring av tall är välbeprövade förnyringensmetoder, men vilken metod som är mest effektiv i situationer med skogsskötsel för kombinerade mål är inte tillräckligt utrett. Lula m.fl. (2021) undersökte dessa förnyringensmetoder efter markberedning på bördiga försökslokaler i södra Sverige, med och utan fröträd och skärmträd och kom fram till att planterade plantor generellt hade högst medeltillväxt, och växte bäst på hyggen utan vare sig frö- eller skärmträd. Studien framför plantering som den bäst lämpade förnyringensmetoden ur en ekonomisk synvinkel, men framför även att naturlig förnyring med fröträd med ett långt överhållande av de lämnade träden kan vara ett gångbart alternativ på grund av de lägre förnyringenskostnaderna, medan sådd var mer oförutsägbart.

Markberedning och plantering är en relativt dyr förnyringensmetod jämfört med naturlig förnyring. Naturlig förnyring av tall med fröträd utan markberedning har i tidigare studier visats kunna ge ett stort plantuppslag, även om det varit signifikant lägre än med markberedning (Karlsson & Nilsson 2004). Markberedning kan också ha en negativ effekt på den biologiska mångfalden exempelvis genom att mycket av den gamla döda veden körs sönder (Santaniello m.fl. 2016).

Höga nivåer av miljöhänsyn lämnar mer viktiga substrattypen för arter i den tidiga successionen, mildrar de allvarligaste konsekvenserna av avverkningen för växter och djur, samtidigt som de dock inte kan behålla skogens tidigare egenskaper. Samtidigt kan ökad naturhänsyn ha negativ påverkan på skogsproduktionen, dels genom minskad brukad areal, dels genom negativ inverkan på föryngringens etablering och tillväxt eftersom plantorna växer sämre i närheten av lämnade träd. De sparade trädens påverkan har visats vara större på fattigare mark än på bördigare mark (Elfving & Jakobsson 2006). Frågan för denna rapport är således att undersöka i vilken grad det går att lyckas med föryngringen med olika metoder och med olika nivåer av naturhänsyn.

Syfte

Syftet med studien var att ta reda på hur nivån av hänsyn och olika föryngringsmetoder påverkar föryngringens överlevnad, etablering och tillväxt. Analyser utfördes på plantering, sådd och naturlig föryngring av tall samt naturlig föryngring av lövträd. Resultaten diskuteras utifrån ett perspektiv om att bruka skogen för virkesproduktion och samtidigt bevara naturvärden i mager tallskog i norra Svealand.

Metod

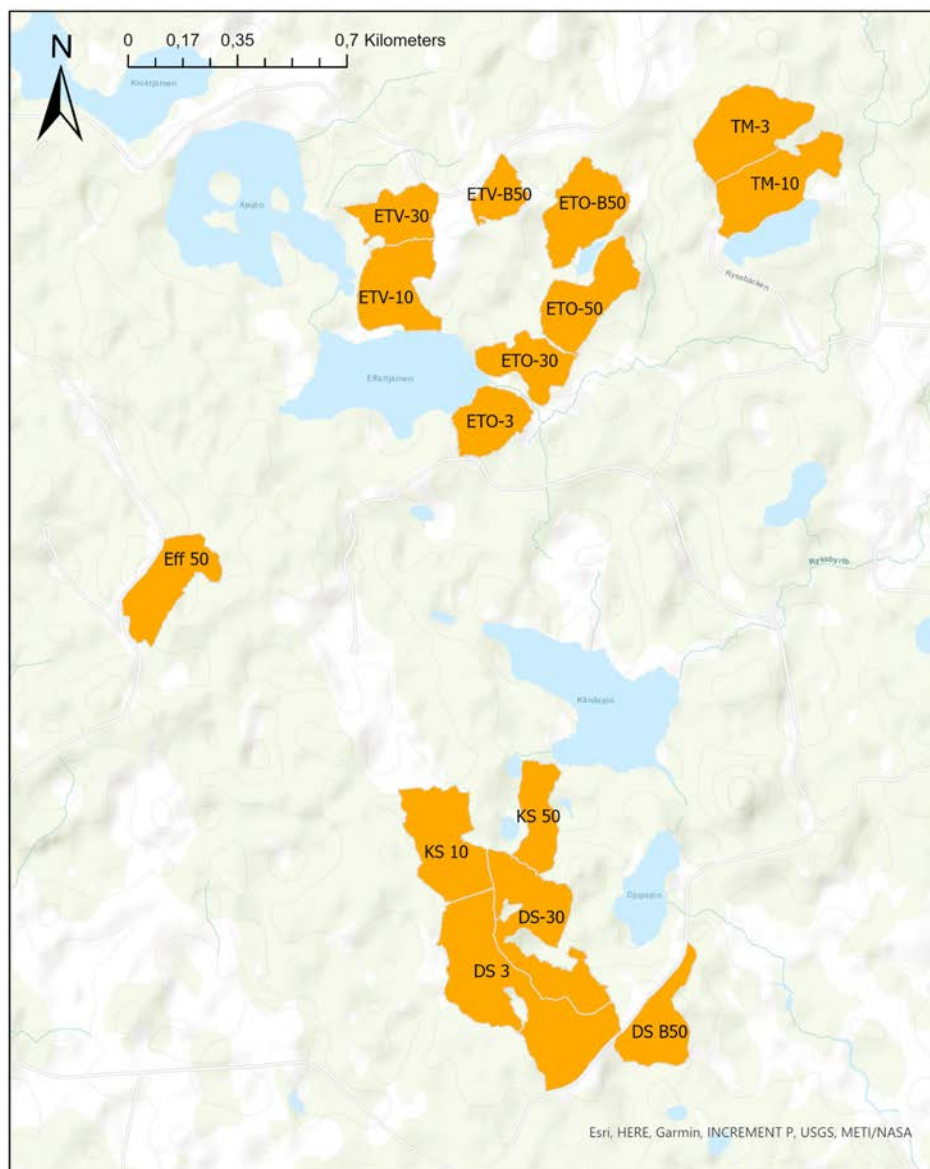
Studieområde

Effaråsen är det studieområde som använts för att utvärdera föryngringsmetoder för tall och lövträd. Effaråsen ligger tre mil väster om Mora och omfattar totalt 140 hektar gammal tallskog. Skogen har aldrig kalavverkats men sköts för produktion genom gödsling och gallringar (Tabell 1). Antal stammar per hektar var mellan 350 och 800 innan avverkningen utfördes. Jordarten i området är blockig morän och fältskiktet är av ristyp som består av ljung, kråkbär, lingon och blåbär. Trädens ålder från den föregående generationen skog, som sparades som naturhänsyn, är 100–150 år men även äldre träd förekommer. Även torrträd och lågor i olika nedbrytningsstadier förekommer.

Försöksområdet består av totalt 24 bestånd, varav 15 ingår i denna föryngringsstudie (Tabell 1, Figur 1 och 2). I dessa 15 bestånd är avverkningar med olika nivå på naturhänsyn utförda under vintern 2012–2013 med olika nivå naturhänsyn. Andel sparade träd varierar från 3 procent till 50 procent. Hänsynsnivåerna utgår från beståndets ursprungliga stamantal och varje hänsynsnivå upprepades i tre bestånd. Till exempel har 90 procent av stammarna avverkats och 10 procent lämnats som naturhänsyn, i bestånd med 10 procent naturhänsyn.

Naturhänsynen består av fyra olika åtgärder och utgör lika stora andelar, 1. Lämnade orörda träd i grupp eller som enskilda naturvärdesträd, 2. Katade träd (träd med delvis avskalad bark), 3. Träd kapade till högstubbar och 4. Träd kapade till lågor. Således betyder det att andelen lämnade levande hänsynsträd (typ 1 och 2) utgör hälften av naturhänsynen i de olika hänsynsnivåerna och varierar i denna studie således mellan 1,5 och 25 procent. I studien ingår även en hänsynsnivå på 50 procent där naturvårdsbränning utfördes efter avverkning.

Träd som utgör naturhänsyn har före avverkning valts ut utifrån rådande kriterier för generell hänsyn. Naturvärdesträd och utvecklingsträd har markerats både som enskilda träd och i trädgrupper där även andra naturvärden fanns att bevara, som till exempel gammal död ved. För mer bakgrundsinformation kring försöket, se Djupström & Weslien (2019).



Figur 1. Karta över Effaråsens 15 bestånd som förnygrades år 2016. Se tabell 1 för innebörden av områdesbeteckningarna.

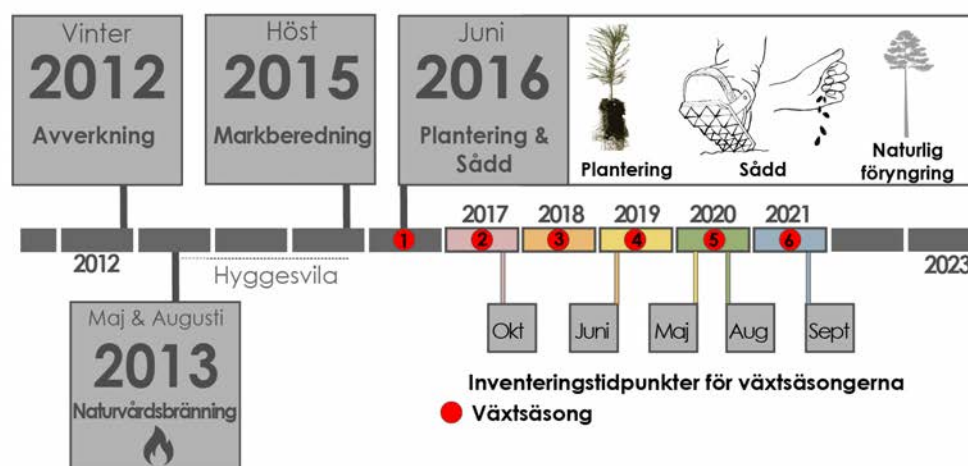
Tabell 1. Grunddata för de 15 bestånden som ingår i föryngringsförsöket. Beståndens ID-förkortningar syftar på beståndets position i landskapet där DS- står för Djupsjön, Eff- för Effaråsen, ETO- för Effartjärnen ost, ETV- för Effartjärnen väst, KS- för Kånåsjön, TM- för Tobacksmyren. Siffrorna speglar den åtgärdsnivå (3–50 procent) som var avsedd för bestånden och ska betraktas som ett riktvärde för hänsynsnivån (Djupström & Weslien 2019).

ID	Altitud (möh)	Gödslat (årtal)	Åtgärd
DS-3	378	1992, 2000	Avverkad med 3 procent hänsyn
ETO-3	382	1992	Avverkad med 3 procent hänsyn
TM-3	405	1982, 1992	Avverkad med 3 procent hänsyn
ETV-10	378	1992	Avverkad med 10 procent hänsyn
KS-10	391	1992, 2000	Avverkad med 10 procent hänsyn
TM-10	402	1982, 1992	Avverkad med 10 procent hänsyn
DS-30	376	1992, 2000	Avverkad med 30 procent hänsyn
ETO-30	385	1992	Avverkad med 30 procent hänsyn
ETV-30	388	1992	Avverkad med 30 procent hänsyn
EFF-50	391	1992	Avverkad med 50 procent hänsyn
ETO-50	389	1992	Avverkad med 50 procent hänsyn
KS-50	370	1992, 2000	Avverkad med 50 procent hänsyn
DS-B50	374	1992, 2000	Bränd med 50 procent virkesuttag
ETO-B50	389	1992	Bränd med 50 procent virkesuttag
ETV-B50	393	1992	Bränd med 50 procent virkesuttag

Försöksdesign

15 bestånd som totalt omfattar 100 ha ingick i detta förnygringsförsök. Bestånden avverkades vintern 2012/2013, markbereddes efter tre tillväxtsåsongers hyggesvila under hösten 2015. Även de brända bestånden markbereddes. Förnygring i form av sådd och plantering skedde under maj–juni 2016 (Figur 2).

I varje bestånd fanns provytor med behandlingarna plantering, sådd och naturlig förnygring i markberedning och utan markberedning (6 försöksled) i två block (12 provytor per bestånd). Totalt fanns det således 180 provytor. Provytorerna var 8x12 m uppdelade i 4 rader med 6 positioner, vilket ger 24 förnygringsytor på 2x2 m inom varje provyta. För den naturliga förnygringen användes samtliga förnygringsytor men för plantering och sådd användes inte position 6, vilket innebar att 20 förnygringsytor användes för dessa två förnygringsmetoder.



Figur 2. Tidslinje för utförda åtgärder i Effaråsen.

Förnygringen

I planterade provytor planterades en planta per förnygringsyta (2x2 m), 20 plantor per provyta och 80 plantor per bestånd. Totalt användes 1200 plantor av proveniensens Gnarp i försöket (se bilaga 1 för stambrev). I sådda provytor mikropreparerades en såddfläck inom varje förnygringsyta (2x2 m) med en sko där 10 frön såddes i ett kluster och sammantaget 200 frön per provyta. Totalt användes 12 000 frön i försöket. Fröna var av samma härkomst som plantorna. För naturlig förnygring användes samtliga 24 förnygringsytor (2x2 m), där all naturlig förnygring i form av den beståndsförnygring (överlevande plantor som grott inne i den avverkade skogen) och senare förnygring (insådd av frön från kvarlämnade träd och omgivande skog) mättes in. Att höjderna efter den andra tillväxtsåsongen är exkluderade i försökledet med naturlig förnygring beror på att det fanns naturlig förnygring tillkommen efter avverkning, så resultatet bedömdes vara missvisande.

Inventering

Första inventeringen av tallplantor skedde oktober 2017 efter andra växtsäsongen. Därefter gjordes årliga inventeringar efter varje växtsäsong fram till år 2021, fem år efter plantering. Eftersom det fanns en planterad planta i varje förnygringsyta inventerades samtliga plantor årligen. För de tio sådda plantorna i varje såddfläck registrerades medelvärden för samtliga plantor som grott och överlevt. För naturligt förnygrade plantor registrerades också medelvärden för samtliga plantor som grott och överlevt inom varje förnygringsyta.

Inventeringen av den naturliga förnygringen av lövträd utfördes under maj 2024 och totalt inventerades 3000 m² jämnt fördelat på de 15 bestånden. Inom varje bestånd inventerades 200 m² genom att upprätta åtta hela cirkelprovytor med en radie på 2,82 meter (25 m²). Provytorna fördelades jämnt mellan markberedda och icke markberedda ytor. Med anledning av relativt få markberedningsspår i två bestånd (DSB50 och ETVB 50) upprättades 16 halvcirkelprovytor, men den totala inventerade ytan var den samma som för övriga bestånd. Inom provytorna räknades antalet lövträd och medelhöjden angavs för alla lövträd. Förekomst av viltbete registrerades för varje träd och uppgifter om markfuktighet, närmaste avstånd till en björk med en höjd på över tio meter samt avstånd till skogskant samlades in.

Analys

Tallförnygringen

Medelvärden av höjd, överlevnad och viltbete beräknades och användes i en variansanalys (ANOVA) av behandlingseffekter inom respektive förnygringsmetod. För detta syfte användes en blandad modell i R-paketet `lmerTest` (Kuznetaova m.fl. 2017), ett tillägg till `lme4`-paketet (Bates m.fl. 2015), där block var en slump effekt och hänsynsklass och markberedning fixa effekter. För inväxning av den naturliga förnygringen användes en generaliserad linjär blandad modell (GLMM) med Poisson-fördelning från samma R-paket.

Följande modell användes för varje år och varje förnygringsmetod:

$$y_{ijk} = \mu + b_k + \alpha_i + \delta_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Där y_{ijk} är responsvariabel (medelhöjd, överlevnad och betesskada), av det k :te replikatet av hänsynsklass (3, 10, 30, 50 eller 50 procent+bränd) i , och markberedning j . De andra termerna definieras enligt följande: μ = medel, b = blockeffekt (slump) ($k=1,2$), α_i = fix effekt av hänsynsklass i ($i=1,\dots,5$), δ_{ik} = hänsynsklass "experimental error", β_j = fix effekt av den j :te split-plot markberedning ($j=1,2$), $(\alpha\beta)_{ij}$ = interaktion mellan hänsynsklass och markberedning, ε_{ijk} = split-plot "experimental error" (markberedning "experimental error").

För analysen av lövträdsförnygringen (endast för björk) beräknades plantor per hektar och effekten av markberedning och hänsynsnivå samt antalet fröträd inom 50 meter analyserades med en blandad modell genom ANOVA, med R-paketet `lmerTest` (Kuznetaova m.fl. 2017). Slumpmässiga faktorer var BestandsID och fixa faktorer av variablerna antalet fröträd inom 50 m, markberedning och hänsynsnivå.

Responsvariabeln av medelhöjd samt antalet lövplantor per hektar log-transformerades för att möta kravet på homogen varians för ANOVA. Av samma anledning transformerades vid behov proportionsvariabler enligt Bartlett (1937) med arsine kvadratrots-transformation (Zar 1984). I alla analyser bedömdes skillnaderna signifikanta då $p < 0,05$.



Såddfläck, juni 2019, Effaråsen. Foto: L. Djupström

Resultat

Etablering, överlevnad och naturlig föryngring av tall

Etableringen av planterade plantor var god i samtliga behandlingskombinationer av hänsynsklass och markberedning (Figur 3). Högst mortalitet observerades vid den första inmätningen efter två tillväxtsåsonger, för att med tiden plana ut. Överlevnaden var högst i ytorna med tre procent naturhänsyn, för både markberedd och omarkberedd behandling. För planterade plantor hade alltid markberedning signifikant effekt på överlevnaden, där markberedning ledde till högre överlevnad (Tabell 2, Figur 3).

Även i den sådda föryngringen hade markberedda behandlingar signifikant högre överlevnad än omarkberedda behandlingar under alla tillväxtsåsonger (Tabell 2, Figur 3). Det fanns ett mönster med viss mortalitet av de sådda plantorna i den markberedda behandlingen, vilket inte kunde observeras för plantorna i den omarkberedda behandlingen (Figur 3). Det observerades att i vissa fall grodde tallfrön även under den tredje tillväxtsåsongen.

Den naturliga föryngringen kännetecknades av stor variation där högst antal plantor med tiden fanns i de markberedda behandlingarna med 10 och 50 procent hänsyn+hyggesbränning (Figur 3). Markberedning hade signifikant negativ effekt på antal plantor per yta efter den andra tillväxtsåsongen, och var från och med efter den fjärde tillväxtsåsongen signifikant positiv (Tabell 2). Att det fanns mer naturligt föryngrade tallplantor i omarkberedda behandlingar under den första tillväxtsåsongen

berodde på att denna "gamla" föryngring redan fanns vid studiens start eftersom den hade tre års försprång (Figur 2), jämfört med markberedda behandlingar där endast naturligt nyföryngrade plantor efter att markberedningen utförts räknades in. Det fanns även en signifikant interaktion mellan hänsynklass och markberedningsbehandling, vilket innebär att inväxningen av den naturliga föryngringen var olika för hänsynsklasserna beroende på om markberedning hade utförts eller inte. Exempelvis hade 50 procent hänsyn lägst plantuppslag i omarkberedda behandlingar medan samma hänsynsnivå hade tredje högst plantuppslag i markberedd behandling efter tillväxtsäsong fyra, fem och sex.



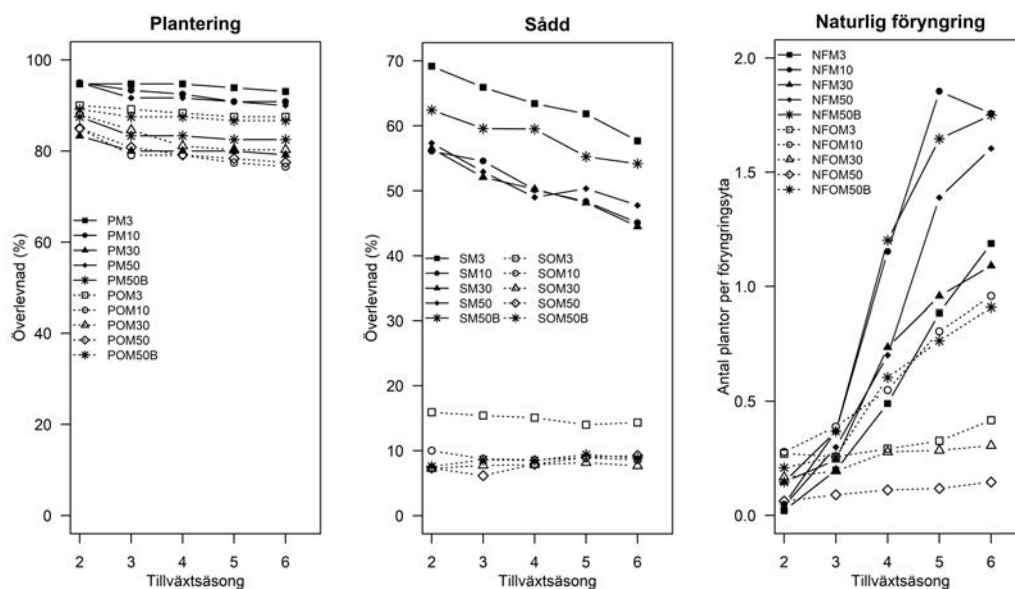
Naturligt förnygrade tallplantor efter sex tillväxtsånger i beståndet KS-50 (50 procent lämnad hänsyn) i omarkberedd behandling (överst) och i markberedd behandling (nederst). Foto: O. Nilsson

Tabell 2. Resultat från variansanalys som visar p-värden för effekter av förklaringsvariablerna och dess interaktioner under fem år för mortalitet av planterade och sådda plantor, samt hur den naturliga förnyringen fortlöpte (År, numret 2–6 indikerar tillväxtsång). Hklass = hänsynsklass, Mb = markberedningsbehandling, Hklass x Mb = interaktion mellan hänsynsklass och markberedningsbehandling. 3736 provtytor användes i analysen och varje tillväxtsång analyserades separat. Statistiska signifikanta skillnader ($p > 0.05$) belyses i fet stil.

		p-värde				
Ftyp	Effekt	År 2	År 3	År 4	År 5	År 6
Planterat ¹	Hklass	0.8232	0.7364	0.7153	0.7625	0.7819
	Mb	0.0271	0.0048	0.0014	0.0029	0.0044
	Hklass x Mb	0.1864	0.0917	0.2244	0.3753	0.3100
Sådd ¹	Hklass	0.7201	0.5844	0.4944	0.4499	0.4692
	Mb	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Hklass x Mb	0.8169	0.8902	0.8301	0.9333	0.9913
NatFör ²	Hklass	0.3087	0.1634	0.0267	0.0016	0.0003
	Mb	0.0094	0.5378	0.0009	<0.0001	<0.0001
	Hklass x Mb	0.0045	0.0273	0.0094	<0.0001	<0.0001

¹ För planterade och sådda plantor avses mortalitet.

² För naturligt förnygrade plantor avses hur den naturliga förnyringen fortlöpte.



Figur 3. Andel överlevnad för planterade plantor (P) och sådd (S), samt antal plantor per 2x2 m förnygringsyta i naturlig förnyring (NF), för markbedda (M) och omärkberedda (OM) behandlingar i fem olika hänsynsklasser: 3 % (3), 10 % (10), 30 % (30), 50 % (50) och 50 % + hyggesbränning (50B) efter de sex första tillväxtsångerna. Observera de olika skalorna på y-axeln.

Tillväxt av tall

För planterade plantor fanns det signifikanta markberedningseffekter på planthöjder under samtliga tillväxtsåsonger (Tabell 3). Det fanns ett tydligt mönster att plantor efter markberedning i hänsynsklassen med naturvårdsbränning med 50 procent hänsyn, samt lägst hänsynsklass (3 procent) hade högst höjder. Inom den omarkberedda behandlingen var det likadant, att naturvårdsbränning med 50 procent hänsyn, samt lägst hänsynsklass (3 procent) hade högst höjder, vilka nästan var jämförbara med planthöjderna i den markberedda behandlingen för 10, 30 och 50 procent hänsyn.



Planterade tallplantor efter sex tillväxtsåsonger i beståndet ETO-50 (50 procent lämnad hänsyn) i omarkberedd behandling (överst) och i markberedd behandling (nederst). Foto: O. Nilsson



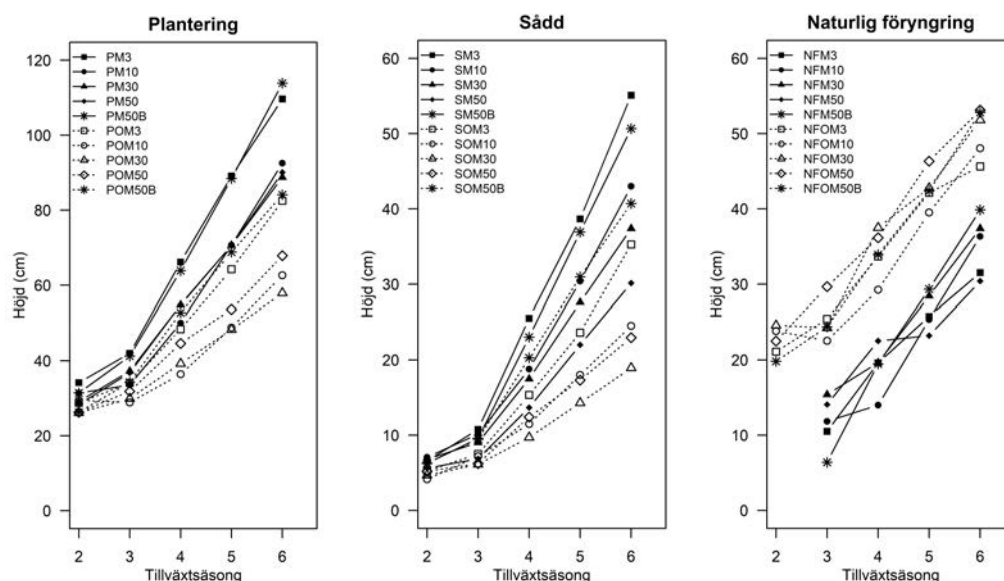
Planterade tallplantor efter sex tillväxtsåsönger i beståndet ETV-B50 (50 procent lämnad hänsyn och naturvårdsbränning) i markberedd behandling (vänstra hälften) och sådd i omärkberedd behandling (högra hälften). Foto: O. Nilsson

Även för sådda plantor fanns det signifikanta märkberedningseffekter på planthöjder efter samtliga tillväxtsåsönger, samt signifikant hänsynsklasseffekt efter sex tillväxtsåsönger (Tabell 3). Det fanns ett tydligt mönster att plantor i märkberedd och lägst hänsynsnivå (3 procent), samt naturvårdsbränning med 50 procent hänsyn hade högst höjder. Inom den omärkberedda behandlingen var det liknande mönster, att naturvårdsbränning med 50 procent hänsyn, samt lägst hänsynsklass (3 procent) hade högst höjder, till och med högre än den märkberedda behandlingen för 30 och 50 procent hänsyn (Figur 4).

För naturlig förnygring var plantorna i den omärkberedda behandlingen högre efter samtliga tillväxtsåsönger eftersom de kunde börja växa redan 2012 direkt efter avverkningen, i jämförelse med plantorna i den märkberedda behandlingen som nollställdes då märkberedningen utfördes 2015 och således har haft ett treårigt försprång. I den märkberedda behandlingen kan det vara så att plantor i naturvårdsbränning med 50 procent hänsyn har växt bäst och ser ut att knappa in på de omärkberedda behandlingarna.

Tabell 3. Resultat från variansanalys som visar p-värden för effekter av förklaringsvariablerna och dess interaktioner under fem år för höjd (H, numret 2–6 indikerar tillväxtsång). Hklass = hänsynsklass, Mb = markberedning, Hklass x Mb = interaktion mellan hänsynsklass och markberedningsbehandling. 3736 provtyor användes i analysen och varje tillväxtsång analyserades separat. Statistiska signifikanta skillnader ($p > 0.05$) belyses i fet stil.

		p-värde				
Ftyp	Effekt	H2	H3	H4	H5	H6
Planterat	Hklass	0.6822	0.5181	0.4773	0.3949	0.4134
	Mb	0.0017	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Hklass x Mb	0.7416	0.8946	0.9202	0.9534	0.9267
Sådd	Hklass	0.7505	0.3534	0.0781	0.0706	0.0485
	Mb	0.0002	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001
	Hklass x Mb	0.0932	0.6188	0.3542	0.5376	0.5349
NatFör	Hklass	-	0.4128	0.3593	0.7557	0.5932
	Mb	-	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0003
	Hklass x Mb	-	0.7004	0.7380	0.3399	0.3881



Figur 4. Höjder (cm) för de tre olika föröngringmetoderna: planterade (P), sådda (S), naturligt föröngrade (NF) planter i markberedd (M) och omärkberedd (OM) behandling, i de fem olika hänsynsklasserna 3% (3), 10% (10), 30% (30), 50% (50) och 50% + hyggesbränning (50B), efter de sex första tillväxtsångerna. Observera de olika skalorna på figurernas y-axel.

Viltbete på planterade tallplantor

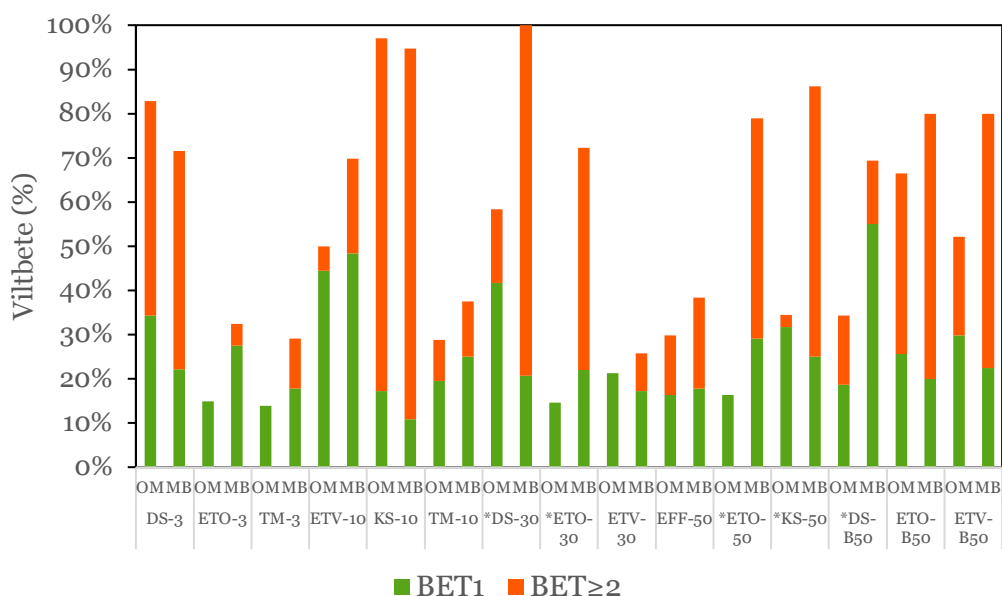
För planterade plantor förekom varierande nivåer av viltbete (bete av älg, rådjur och hare) mellan bestånden, från 14 till 100 procent av plantorna under hela projekttiden, och mellan hänsynsklasser (Figur 5 och 6). Det fanns signifikant skillnad i andel viltbetade plantor mellan markberedningsbehandlingarna, både inom bestånd och inom hänsynsklass ($p < 0,001$). Således har plantor i de markberedda hänsynsklasserna betats i större utsträckning än plantor i de omarkberedda hänsynsklasserna. Den stora variationen mellan bestånden är anmärkningsvärd (Figur 5).



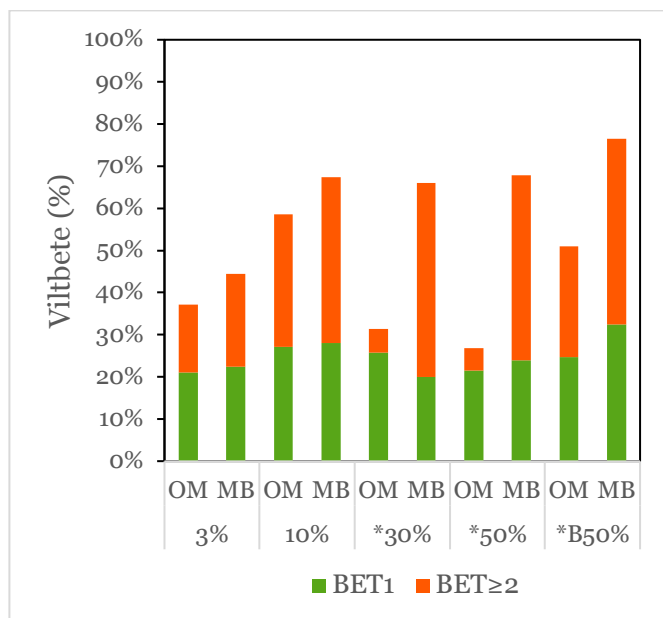
Viltbetad planterad tallplanta i beståndet KS-50. Foto: O. Nilsson

För sådda och naturligt föryngrade plantor analyserades inte viltbete, eftersom det i majoriteten av dessa provytor fanns ett större antal tallplantor.

Det omfattande viltbetet på planterade plantor var så pass utbrett att alla plantor inkluderades i analyserna om etablering och tillväxt. En exkludering av viltbetade plantor ansågs vara missvisande då de plantor som inte var betade även var de plantor som hade växt sämst.



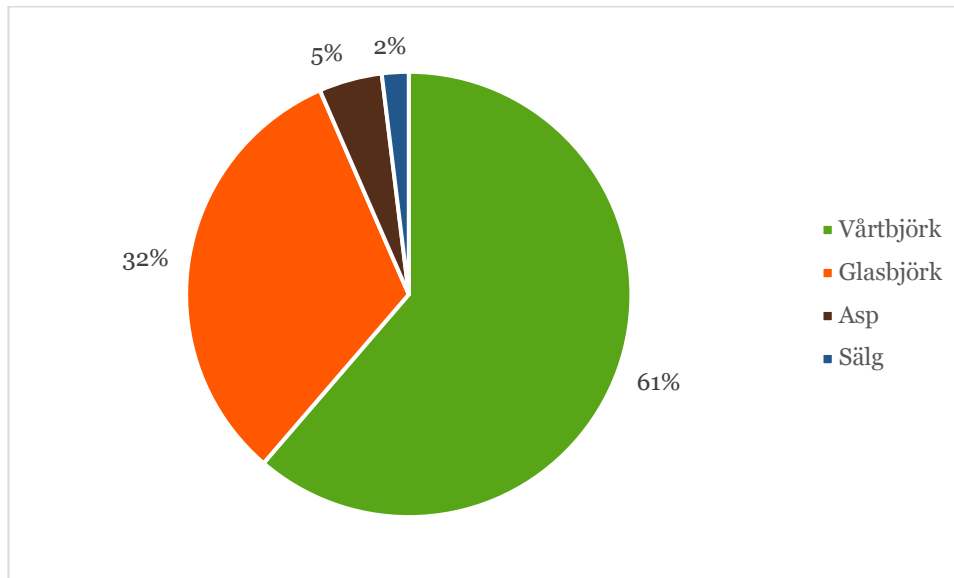
Figur 5. Viltbete av älg, rådjur och hare för planterade plantor i omarkeredd (OM) och markeredd (M) behandling i de 15 bestånden. BET1 är plantor som har betats en gång under projektperioden, BET≥2 är plantor som har betats två eller fler gånger. Stjärna (*) framför hänsynsklass betyder att det är signifikant skillnad i viltbete mellan markeredningsbehandlingen. ETV-B50 var nära att vara signifikant (p=0,574). 1200 plantor användes i analysen.



Figur 6. Viltbete av älg, rådjur och hare för planterade plantor i omarkeredd (OM) och markeredd (M) behandling i de fem hänsynsklasserna. BET1 är plantor som har betats en gång under projektperioden, BET≥2 är plantor som har betats två eller fler gånger. Stjärna (*) framför hänsynsklass betyder att det är signifikant skillnad i andel viltbete mellan markeredd och omarkeredd behandling. 1200 plantor användes i analysen.

Naturlig föryngring av lövträd

Vårtbjörk (61 procent) utgjorde det vanligaste naturligt föryngrade lövträdet följt av glasbjörk (32 procent), asp (5 procent) och sälg (2 procent) (Figur 7 och Tabell 3). Rönn har observerats i området men förekom aldrig i någon provyta. Totalt hittades 566 plantor av lövträd fördelade på 0,3 hektar. Majoriteten av provytorna bedömdes tillhöra markfuktighetsklassen fuktig (Tabell 3).



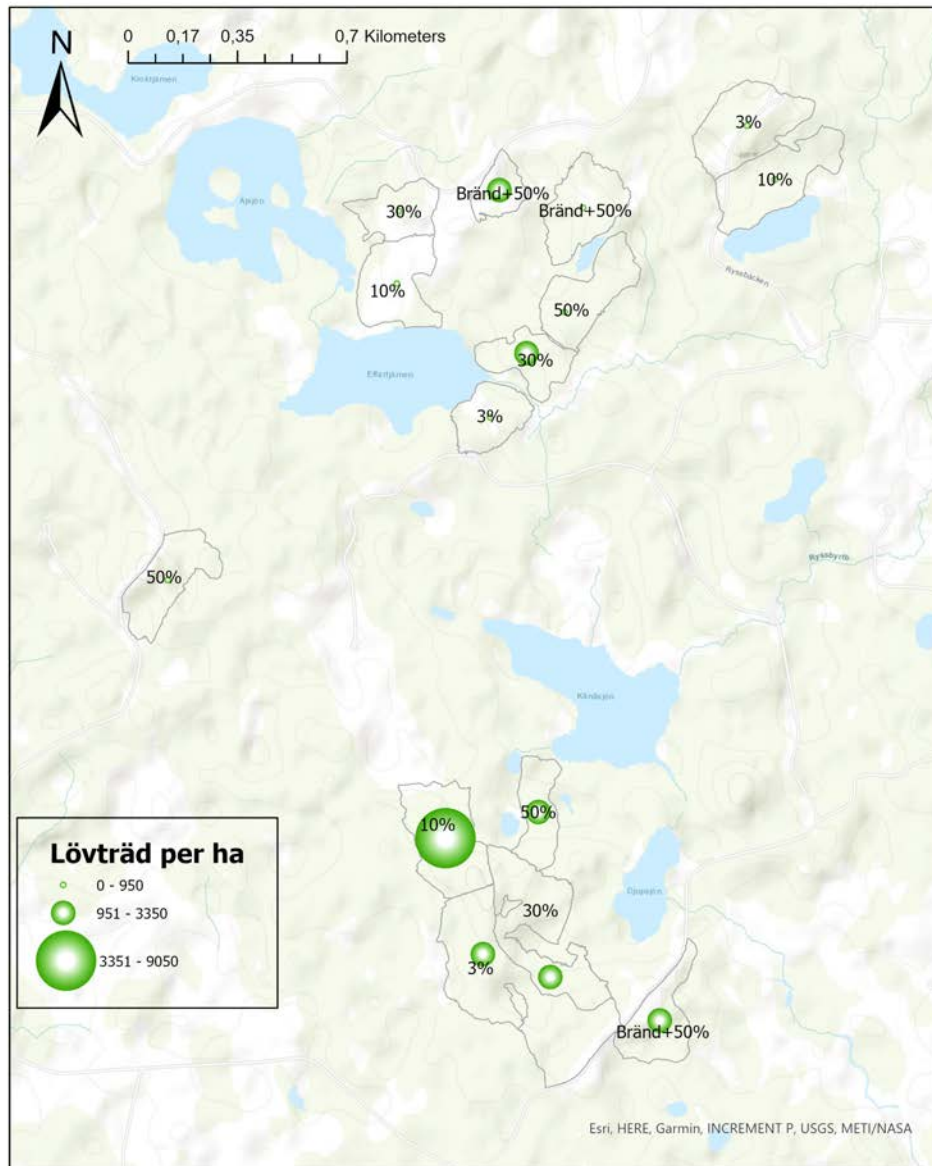
Figur 7. Fördelning av 566 naturligt föryngrade lövplantor.

Det fanns ingen tydlig trend för genomsnittligt antal naturligt föryngrade lövplantor per hektar för de olika hänsynsnivåerna (Figur 8 och 9). Högst medelantal föryngrade lövplantor per hektar hittades i ett bestånd med tio procent hänsyn (KS-10) med 9050 plantor/ha \pm 4771.04 SD och lägst antal hittades i Eff-50 med 100 plantor per hektar \pm 185.16 SD.

Markberedning hade en signifikant positiv effekt på mängden naturligt föryngrade lövplantor per hektar ($F = 7,270$, $p = 0,008$) (Tabell 4). Effekten av antalet fröträd inom 50 meter hade också en signifikant positiv effekt ($F = 4,920$, $p = 0,029$). Hänsynsnivå hade däremot ingen signifikant effekt på antalet naturligt föryngrade plantor av lövträd per hektar ($F = 0,144$, $p = 0,961$). Det finns en stor spridning för antalet plantor per trädslag och fördelat på markberedning och ej markberedda provytor, framför allt för björkarterna (Figur 10).

Någon signifikant skillnad mellan antalet plantor per hektar och fuktighetsklass kunde inte påvisas då det var få observationer för klassen frisk-fuktig (Figur 11).

I drygt hälften av alla bestånden var >50 procent av lövträden betade. Högst andel betade lövträd återfanns i bestånd ETV-B50 med 75 procent betade lövplantor. Medelandelan betade lövplantor för hela området var 46 procent (inte presenterad med figur).



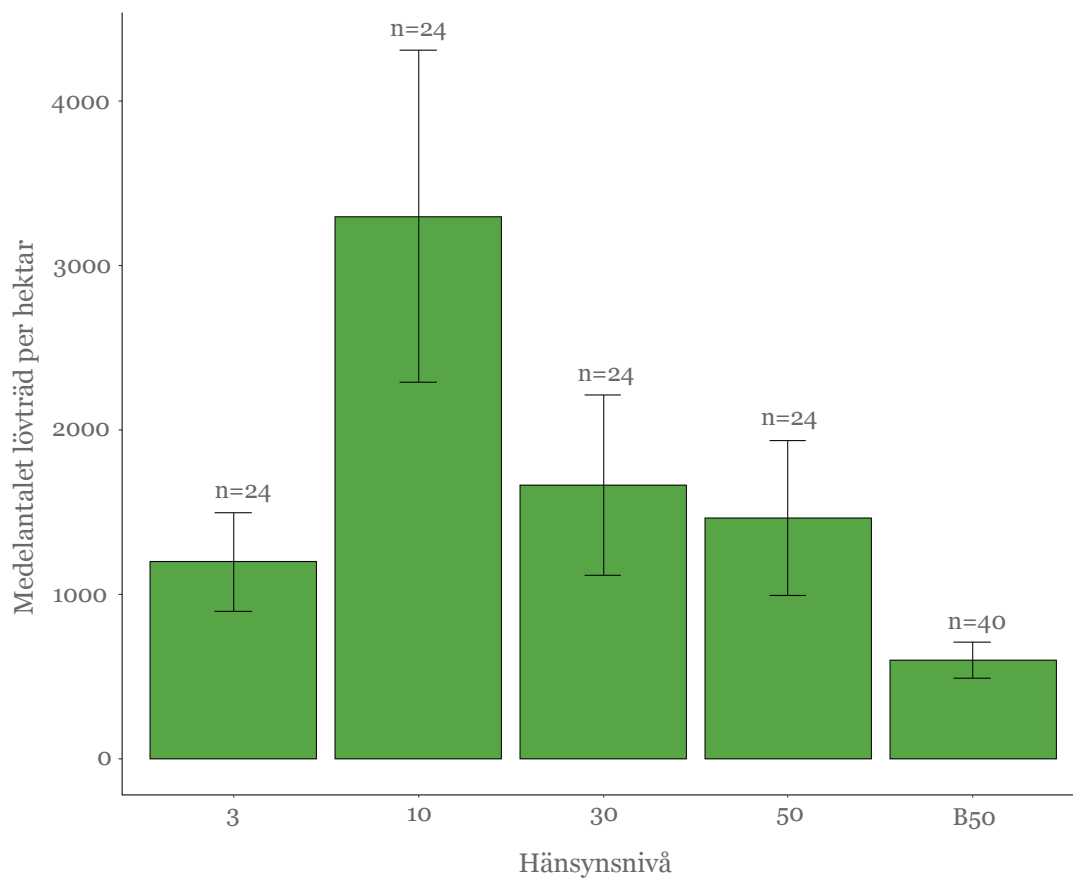
Figur 8. Antalet naturligt förnygrade lövträd per hektar för de 15 bestånden. Procentsiffran indikerar hänsynsnivå.

Tabell 3. Medelvärden för antalet föryngrade plantor av lövträd per hektar och fördelat på Ej markberedda (Ej MB och markberedda (MB) ytor. Totala antalet lövträd per trädslag och för varje hänsynsnivå samt fördelning provytor (procent) mellan olika markfuktighetsklass (mf-klass).

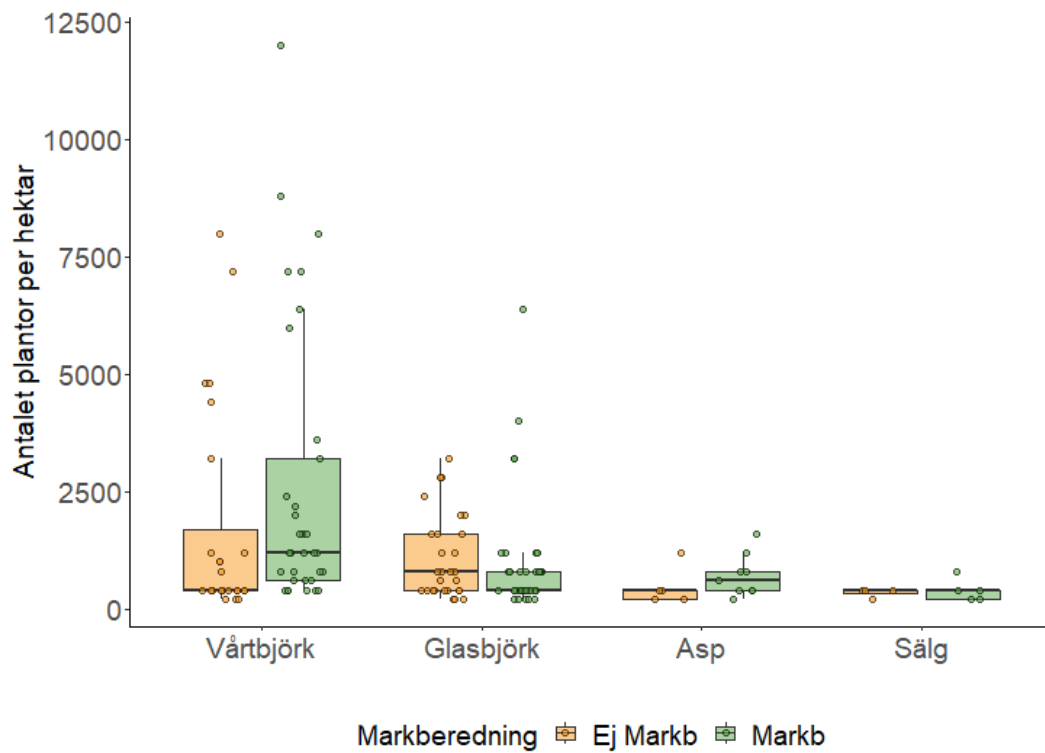
Hänsynsnivå	Naturligt föryngrade lövträd per hektar	Antal naturligt föryngrade plantor per hektar (mb/ej mb)	Antalet naturligt föryngrade plantor per hektar och trädslag /hänsynsnivå (v.björk/g.björk/asp/sälg)	Procent av ytor per mf-klass (torr/frisk/frisk-fuktig)
3%	1200	1300/1100	1750/1800/50/0	30/70/0
10%	3300	4030/2570	7300/1800/550/250	17/83/0
30 %	1667	2630/700	2600/2200/200/0	33/58/8
50 %	1467	2000/930	3100/1200/100/0	19/75/6
Bränd+50%	1800	1700/190	2600/2100/400/300	0/100/0

Tabell 4. Samband mellan antalet björkplantor per hektar (vårtbjörk+ glasbjörk) och antalet fröbjörkar (björk >10 m hög) inom en radie av 50 meter från provytan, markberedning (ja/nej) och kategori av hänsynsnivå. Antalet fröbjörkar och markberedning hade en positiv effekt på antalet lövträd per ha av vårt- och glasbjörk. Signifikanta p-värden markerade med fetstil.

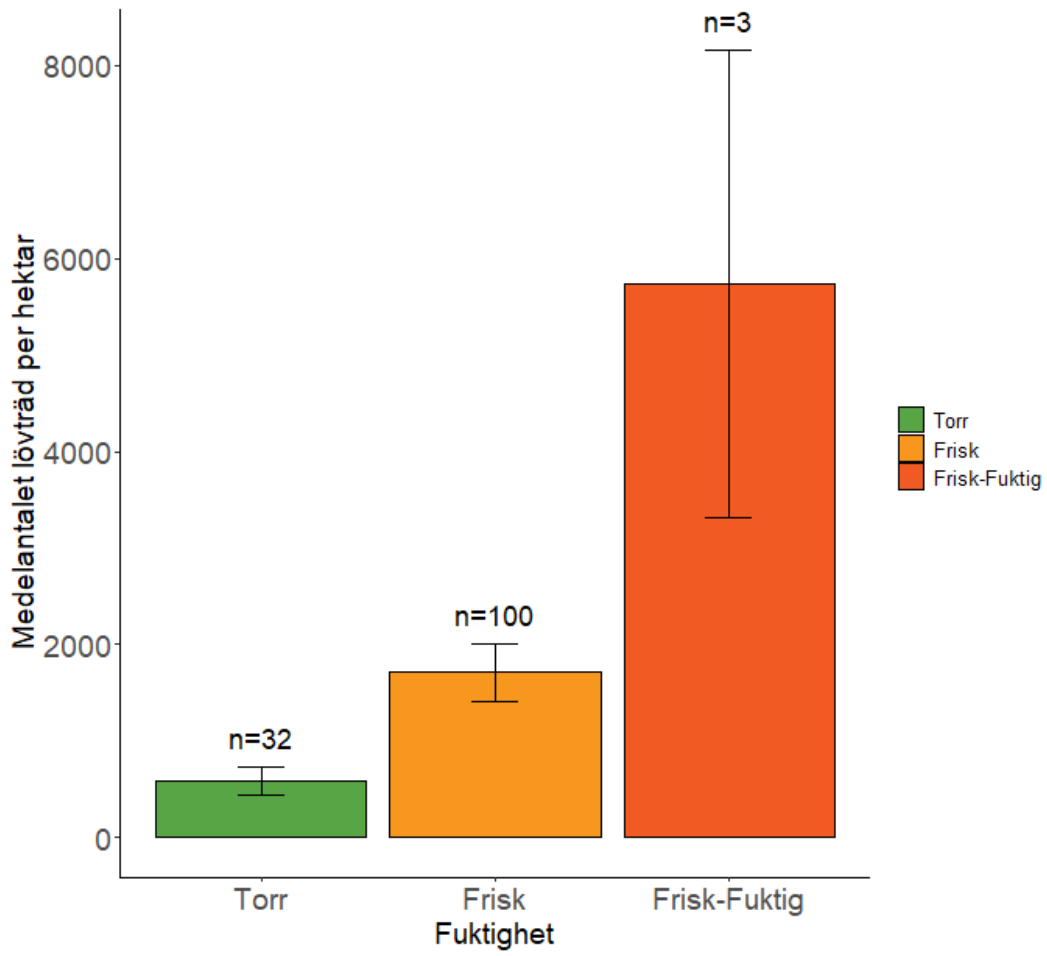
Responsvariabel	Effekt	P-värde
Löv/Ha	Fröbjörk	0.0288
	Markberedning	0.0080
	Hänsynsnivå	0.9615



Figur 9. Medelantalet naturligt förnygrade lövplantor per hektar med standardfel och antalet provytor (n) för varje hänsynsnivå (3, 10, 30, 50 % samt 50 % hänsyn med bränning (B50)).



Figur 10. Låddiagram över antalet plantor per provyta fördelat på markberedda och icke markberedda provytor och per träslag. Medianen visas här med ett streck genom lådan. Lådan innehåller 50% av värdena och undre (25%) och övre kvartilen (75%) samt minimum och maximum.



Figur 11. Genomsnittligt antal naturligt förnygrade plantor för samtliga lövträdsdrag, per hektar och markfuktighetsklass + antalet observationer (n=antalet ytor).



Område med tre procents hänsyn och föryngring av tall samt naturlig föryngring av björk. Bilden är tagen september 2022. Foto: L. Djupström

Diskussion

Tallföryngringen

Att det går att lyckas med föryngringen på flera olika vis när alternativa skogsskötselmetoder har använts vid avverkning av äldre tallskog stöds av data från denna studie, och är i linje med andra studier (Glöde m.fl. 2003, Karlsson & Nilsson 2004, Lula m.fl. 2021).

En jämförelse av de tre föryngringsmetoderna rakt av och under endast sex tillväxtsåsonger kan vara missvisande av flera anledningar. Generellt sett har planterade plantor alltid ett försprång jämfört med naturlig föryngring och sådd. Den planterade plantan är redan minst ett år vid plantering jämfört med de sådda fröna som ännu inte grott. För den naturliga föryngringen med fröträd som friställs, tar det några år innan fröfallet från de sparade träden ökar på grund av den minskade konkurrensen, och ger frön som groor och skapar det nya beståndet. Till exempel kom Simonsen (2013) fram till en tidsförlust mellan 3,5 till 5,5 år beroende på antal fröträd och ståndortsindex. I Effaråsen har dock inga jämnt fördelade fröträd sparats, utan frökällorna är de träd som ofta har sparats i grupper eller enskilt i bestånden. Att en treårig hyggesvila har använts i Effaråsen innan markberedningen utfördes har på så sätt antagligen gynnat plantuppslaget i den naturliga föryngringen jämfört med om markberedningen hade gjorts direkt efter avverkningen, eftersom fröträden hade tre år på sig att ta del av den minskade konkurrensen för att öka fröfallet.

Ett argument som ofta framförs till fördel för plantering och sådd är förädlingsvinsten, att det är möjligt att välja förädlade plantor eller frö som växer bättre jämfört med det lokala materialet, samt har bättre kvalitetsegenskaper (grenvinkel, grengrovlek, rakhet och så vidare) och är mer lämpade för ett framtida förändrat klimat. För tall är denna förädlingsvinst 10–25 procent (Rosvall m.fl. 2001, Haapanen m.fl. 2016). Ett annat argument mot naturlig föryngring ur ett produktionsperspektiv är att fröträden riskerar att blåsa ned, men beroende på målet med skogsinnehavet kan det i vissa fall tvärtom ses som positivt då det över tid kan skapa död ved i olika nedbrytningsstadier. Vidare är skador från snytbagge mindre utbredda under fröträd eller skärmträd (von Sydow & Örlander 1994, Nordlander m.fl. 2003) vilket skulle kunna ha påverkat överlevnaden av föryngringen om den treåriga hyggesvilan inte hade förekommit.

För de planterade plantorna i markberedd behandling fanns ett mönster att skadorna från viltbete var lägst i tre procent lämnad hänsyn, vilket sannolikt har gynnat dessa plantor, jämfört med andra markberedda behandlingar i de andra hänsynsklasserna. Planterade plantor i 50 procent hänsyn med naturvårdsbränning där markberedning hade utförts efter avverkningen hade tillsammans med plantor i tre procent lämnad hänsyn bäst överlevnad och tillväxt. Att plantorna växt så pass bra i hänsynbehandlingen med naturvårdsbränning, trots den högsta nivån av hänsyn är anmärkningsvärt och visar på dess potentiella användbarhet och fördelar. Det hade således varit intressant att även haft med naturvårdsbränning i kombination med exempelvis tre procent hänsyn för att kunna utröna om tillväxten då varit ytterligare bättre. Branden frigör näringsämnen från humuslagret och kan på så vis ge en gödslande effekt, vilket har visats i tidigare studier (Certini 2005, Stevens-Rumann och Morgan 2019). Brand spelar också en viktig roll i

tallens successionsdynamik då den till exempel minskar konkurrensen från markvegetationen och skapar viktiga strukturer och habitat för flera arter (Nilsson & Wardle 2005, Eriksson m.fl. 2013). I den markberedda behandlingen är planthöjderna i 10, 30 och 50 procent hänsyn efter sex tillväxtsåonger jämförbara med planthöjderna för 3 och 50 procent hänsyn med naturvårdsbränning efter fem tillväxtsåonger, således ligger de sistnämnda två hänsynsbehandlingarna ungefär en tillväxtsåong före. Noterbart är att plantorna i den omarkberedda behandlingen i 3 och 50 procent hänsyn med naturvårdsbränning efter sex tillväxtsåonger var marginellt kortare än 10, 30 och 50 procent hänsyn i markberedd behandling. För att kunna kombinera hög hänsynsnivå med god tillväxt verkar det således behövas naturvårdsbränning och/eller markberedning. Det visar att det går att lyckas med föryngringen även vid höga hänsynsnivåer, och är i linje med Elfving och Jakobsson (2006) som kommer fram till att föryngringens tillväxt i närheten av lämnade hänsynsträd påverkas negativt. Att både överlevnaden och tillväxten för planterade plantor varit bättre i markberedd behandling än i omarkberedd stöds av data från denna studie och är i linje med tidigare studier (Hjelm m.fl. 2019, Sikström 2020). Det fanns generellt en högre överlevnad för plantor i den markberedda behandlingen, även om skillnaden mot omarkberedd var relativt liten. Att denna skillnad var liten kan bero på att det var tre års hyggesvila (plantering och sådd utfördes innan den fjärde tillväxtsåongen efter avverkning), vilket tidigare har påvisat lägre nivå av snytbaggescador som annars är ett stort problem vid plantering utan markberedning (Örlander & Nilsson 1999).

För sådda plantor var grobarhet och överlevnad hög för samtliga hänsynsklasser i markberedd behandling. Detta var i stark kontrast till den omarkberedda behandlingen som, trots mikropreparering med såddsko, hade väldigt låg grobarhet och överlevnad. Mikropreparering med såddsko var således inte tillräckligt för att få god grobarhet i behandling utan markberedning jämfört med då markberedning utförts. Mortaliteten bland sådda plantor i markberedning kan antagligen till stor del förklaras av att de kommer från en hög nivå där tio frön såddes tillsammans, således kan plantorna ha konkurrerat ut varandra under studiens gång. De sådda frön som har grott i omarkberedda behandlingar har däremot haft en god överlevnad efter den andra tillväxtsåongen, men med en betydligt lägre initial frögroning/överlevnad innan första fältinventeringen. Hur denna initiala frögroning hade sett ut om sådden hade utförts utan tre års hyggesvila går bara att spekulera i, men den skulle kunna ha varit högre eftersom markvegetationen då möjligtvis hade varit mindre. Generellt sett minskade de sådda plantornas höjder med ökad naturhänsyn, bortsett från 50 procent hänsyn med naturvårdsbränning som hade näst högst plantor i markberedd behandling och högst i omarkberedd. Möjligtvis ökar höjdskillnaderna mellan den lägsta hänsynsklassen (3 procent) och övriga hänsynsklasser både i markberedd och omarkberedd behandling, vilket kan indikera att konkurrensen från den sparade levande hänsynen med tiden påverkar planthöjderna. Resultaten indikerar att om sådd ska användas som framgångsrik föryngringsmetod, bör det föregås av en markberedning.

För naturligt föryngrade plantor kännetecknades beståndetableringen av stor variation. Generellt var etableringen bättre i markberedda behandlingar med relativt lite sparad naturhänsyn (10 procent) eller när naturvårdsbränning hade utförts (50 procent hänsyn+brand). Tio procent sparad hänsyn kan till viss del likställas med en frötrådsställning som vanligtvis har en täthet av ungefär 50–150 stammar/ha. I omarkberedda behandlingar var det samma nämnda hänsynsklasser som hade bäst etablering och hade jämfört med vissa markberedda behandlingar nästan lika god etablering. I den omarkberedda brända behandlingen (50 procent hänsyn+brand) har bränningen antagligen fungerat som en markberedning genom att en stor del av markvegetationen brändes bort, vilket gav gynnsamma förhållanden för den naturliga

föryngringen. Det går bara att spekulera i om plantuppslaget i omarkberedd behandling skulle varit högre om naturvårdbränningen inte hade utförts direkt efter avverkning utan tre år senare, samtidigt som övriga föryngringsåtgärder i studien, eftersom det är den tid det tar för de kvarvarande fröträden att öka sitt fröfall. Mycket indikerar dock att en sådan senarelagd naturvårdsbränning hade lett till ökat plantuppslag, men då hade man å andra sidan förlorat de första tre årens tillväxt genom att den föryngringen hade bränts bort. Även hur bestånden ser ut runtomkring, samt den rumsliga fördelningen av den sparade levande hänsynen har sannolikt haft betydelse för den naturliga föryngringen. Vad gäller planthöjderna så var dessa högre i omarkberedd behandling. Att direkt jämföra omarkberedda med markberedda behandlingar är missvisande för naturligt föryngrade plantor eftersom de omarkberedda behandlingarna redan hade beståndsföryngrade plantor då avverkningen utfördes vintern 2012/2013, tre tillväxtsåsonger innan markberedning (hösten 2015), plantering och sådd (våren 2016). Trots att dessa naturligt föryngrade plantor i omarkberedda behandlingar hade ett försprång på tre år var dess höjdtillväxter lägre vid sista inmätning. För att få en mer rättvis jämförelse kan således markberedda behandlingar efter sex tillväxtsåsonger jämföras med omarkberedda efter tre år i figur 4, vilket indikerar en viss skillnad i planthöjder. Det finns inte något tydligt mönster på högre planthöjder då lite hänsyn har sparats, vilket till viss del motsäger tidigare studier som visar på kvarhållna trädets negativa påverkan på tallplantors tillväxt (Kuuluvainen & Pukkala 1989, Valkonen m.fl. 2002, von Sydow & Örlander 1994). Det är möjligt att det krävs en längre tidsserie för att ett sådant mönster ska uppstå. Intressant att notera är att planthöjderna i den brända behandlingen med tiden verkar öka mer än övriga hänsynsklasser.

Angående viltbetesmönster är det komplext med flera olika faktorer som påverkar. Vilken planta som blir betad beror exempelvis på plantans innehåll av näring och sekundärmetaboliter (beteshämmande substanser) samt dess höjd och tillgänglig biomassa, men också hur det ser ut i beståndet och landskapet i övrigt med bland annat tillgång till annat foder. Att planterade plantor betas i högre utsträckning än naturligt föryngrade är känt sedan tidigare (Bergström & Bergqvist 1997) och förklaringen tros ha att göra med de planterade plantornas högre näringsinnehåll och andra egenskaper som gynnar snabb tillväxt, till exempel långa skott med lägre innehåll av lignin som försvårar matsmältningen hos betande djur. Att en högre andel plantor var betade på de markberedda ytorna kan förklaras med ett liknande resonemang. Markberedning skapar bättre tillgång till näring och plantan kommer inte bara att växa fortare, så som visat i detta projekt, utan också innehålla mer näring och mindre lignin per viktenhet biomassa (Novaes m.fl. 2010). Klövvilt har en god förmåga att lokalisera vilka plantor som är av denna kvalitet. Den eventuella nackdelen med det ökade betetrycket på plantorna i markberedda ytor kan uppvägas av att dessa plantor troligen fortare kommer växa ur beteshöjd (för älg är det 2,5 meter) och därmed undgå fortsatt betning.

Naturlig föryngring av lövträd

Av både naturvårdsskäl och för klimatanpassning finns en önskan om att öka andelen lövträd i skogslandskapet. Lidman m.fl. (2024) fann i en analys med data från Riksskogstaxeringen att både den stående volymen och beståndstätheten har ökat signifikant i ungskogen de senaste 40 åren i Sverige och den största delen av ökningen i stamantal utgörs av björk. Även om lövträd etablerar sig snabbt efter en störning krävs viss skötsel och prioriteringar för att behålla andelen önskade lövträd under hela omloppstiden. Kommande skogsvårdsåtgärd för Effaråsens bestånd är röjning och därefter gallring. Det är då man har möjlighet att forma vilken skog man vill ha under omloppstiden. För att uppfylla FSCs och PEFCs krav om tio procent lövblandning

behöver man planera för och spara tillräckligt många lövträd efter röjning samt efter gallring. Lövträden trivs i solbelysta miljöer vilket gör att det längs skogsbilvägar eller andra solbelysta och fuktigare partier är lämpligt att bevara och gynna lövträden som kommit upp med naturlig föryngring.

För en omställning till mer löv i svenska skogar i alla åldrar krävs insatser från olika aktörer inom skogssektorn. Förutom praktiska åtgärder behöver planering göras med hänsyn tagen till landskapet i stort (Skogforsk 2021, Future forests Policy brief 2024). Lövträd och inte minst björken har stora möjligheter att spela en viktig roll i ett framtida klimatanpassat brukande av skogen.

Förutom klimatet och ökande temperatursumma är viltbetet också en faktor som påverkar uppslag och tillväxt av löv. I Effaråsen var andelen betade lövträd i stort sett på samma nivå som för tallplantorna inom försöksområdet. Samtliga lövträd observerade inom försöksområdet är eftertraktade som föda för viltet men utgör också en viktig födokälla för bland annat insekter och fåglar som lever av trädens pollen och bär. Det fanns stora, om än ganska få, träd av arterna rönn, asp och sälg i försöksområdet men vår uppföljning visar att föryngringen och nyetableringen av dessa trädarter är svag och en stor andel var viltbetade. För att bibehålla stora lövträd av dessa viltbegärliga trädslag behöver dessa prioriteras och sparas vid framtida åtgärder och gärna på platser i landskapet som behåller sin solexponering som exempelvis längs vägar och andra brynmiljöer.

Resultatet av analyserna för den naturliga föryngringen av lövträden visar inga tydliga skillnader mellan olika hänsynsnivåer. Däremot hade mängden fröträd av björk samt markberedning en signifikant positiv effekt för plantantalet björkar per hektar. I Lidman m.fl. (2023) var resultatet att på torra jordar var markberedning mindre viktigt för groning av björkfrö. Där var det snarare tillgången på vatten som avgjorde groningen. I vårt fall återfanns flest plantor per hektar i de provytor som klassats som fuktiga, även om det var få observationer som inte möjliggjorde något statistiskt test.

Slutsats och rekommendation

Det går att kombinera brukande och bevarande, då det finns flera olika alternativ som har givit god överlevnad och tillväxt. Således torde målet för skogsbruket vara styrande för val av metod. I Effaråsen kan vi fastställa följande efter sex tillväxtsåsonger:

- För planterade plantor går det att lämna mer hänsyn vid avverkning både med och utan markberedning med relativt liten påverkan på överlevnad och tillväxt. Plantorna har växt bäst då naturvårdsbränning har utförts, trots den höga hänsynsnivån i den hänsynsklassen (50 procent).
- Det går att lyckas med plantering av tallplantor efter tre års hyggesvila även utan markberedning, men jämfört med markberedning är tillväxten sämre.
- Vid sådd behövs markberedning för att få tillfredställande plantantal och tillväxt. En mikroreparering med såddsko räcker inte, även om naturvårdsbränning har utförts direkt efter avverkningen.
- Vid sådd minskar tillväxten med ökad naturhänsyn, förutom efter naturvårdsbränning där plantorna växt bra trots 50 procent sparad hänsyn.
- För naturlig föryngring bör en markberedning utföras. Om man inte vill markbereda kan naturvårdsbränning eller lämnande av tio procent hänsyn fungera relativt bra, både vad gäller plantuppslag och tillväxt.

- Markberedning gynnar antalet plantor av lövträd, så även mängden kvarlämnade fröträd av björk för uppslaget av vårt- och glasbjörk.
- På grund av de få observerade förekomsterna av viktiga lövträd för naturvården så som rönn, asp och sälg behöver särskild hänsyn tas till dessa lövträd i kommande röjningsfas.

Resultaten är viktiga då de visar att det går att framgångsrikt föryngra gamla tallbestånd med olika nivåer av sparad hänsyn på flera olika vis. Effaråsen representerar typiska tallskogar för denna region och hänsynen som lämnades var utformad för att efterlikna hur hänsyn ska lämnas enligt riktlinjer och rekommendationer för god miljöhänsyn. Betingelserna och målet för det individuella beståndet torde styra vilka möjligheter och redskap som går att använda. Det kan till exempel förekomma restriktioner mot markberedning. Då går det att välja metoder som hyggesvila och plantering utan markberedning, eller naturlig föryngring efter naturvårdsbränning.

Man måste ha i åtanke att detta är resultat från ett försöksområde och att betingelserna under dessa år och hur försöket är utformat med största sannolikhet har påverkat. Hur eventuellt tallen höjdtillväxt hämmas på grund av höga nivåer av hänsynsträd, går bara att spekulera i, men skulle kunna följas upp i framtiden genom fortsatt inmätning av den långsiktiga tillväxten för både tallen och lövträden.

Litteraturlista

- ArtDatabanken 2020. Rödlistade arter i Sverige 2020. ArtDatabanken SLU, Uppsala.
- Bartlett, M. S. 1937. Some examples of statistical methods of research in agriculture and applied biology. *Journal of the Royal Statistical Society, Supplement* 4(2), 137-183. doi: 10.2307/2983644
- Bergström R. & G. Bergqvist G. 1997. Frequencies and patterns of browsing by large herbivores on conifer seedlings *Scandinavian Journal of Forest Research*, 12 (3): 288-294. DOI: 10.1080/02827589709355412
- Boateng, J. O., Heineman, J. L., McClarnon, J., & Bedford, L. 2006. Twenty year responses of white spruce to mechanical site preparation and early chemical release in the boreal region of northeastern British Columbia. *Canadian Journal of Forest Research*, 36(10), 2386-2399. doi:10.1139/x06-197
- Burdett, A. N. 1990. Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 20(4), 415-427. doi:10.1139/x90-059
- Certini, G. 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia* 143, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s00442-004-1788-8>
- Djupström, L., & Weslien J. 2019. Effaråsen – att bruka och bevara i gammal tallskog Långliggande forskningsförsök. Del 1 2012-2018. Arbetsrapport 1009-2019. Skogforsk.
- 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. <https://doi.org/10.1080/14004080500487250>
- Eriksson, A.M., Olsson, J., Jonsson, B. G., Toivanen, S., & Edman, M. 2013. Effects of restoration fire on deadwood heterogeneity and availability in three *Pinus sylvestris* forests in Sweden. *Silva Fennica*, 47(2). <https://doi.org/10.14214/sf.954>
- Felton A, Nilsson U, Sonesson J, Felton AM, Roberge J-M, Ranius T, Ahlström M, Bergh J, Björkman C, Boberg J (2016) Replacing monocultures with mixed-species stands: ecosystem service implications of two production forest alternatives in Sweden. *Ambio* 45:124–139. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0749-2>
- Felton A, Hedwall P-O, Trubins R, Lagerstedt J, Felton A, Lindbladh M. 2021. From mixtures to monocultures: bird assemblage responses along a production forest conifer-broadleaf gradient. *For Ecol Manag* 494:119299. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119299>
- FSC (2020) The FSC National Forest Stewardship Standard of Sweden FSC-STD-SWE-03-2019 EN. Forest Stewardship Council.
- Future forests. Policy brief, version 2, januari 2024 SLU. Hämtad från: https://www.slu.se/contentassets/ac92cc37731c467499907be2d481d4eb/slu_policybrief_omstallning-for-mera-lov-i-svenska-skogar---digitalt-enkelsidor-v2.pdf
- Gibb, H., Ball, J.P., Johansson, T., Atlegrim, O., Hjältén, J., & Danell, K. 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.

- Glöde, D., Hannerz, M., Eriksson, B. 2003. Ekonomisk jämförelse av olika förnygringsmetoder: Skogforsk. Arbetsrapport nr 557. Uppsala: Skogforsk. p. 50.
- Gustafsson, L., Hannerz, M., Koivula, M., Shorohova, E., Vanha-Majamaa, I., Weslien, J. 2020. Research on retention forestry in Northern Europe. *Ecological Processes* 9, 3. <https://doi.org/10.1186/s13717-019-0208-2>
- Haapanen, M., Hynynen, J., Ruotsalainen, S., Siipilehto, J., & Kilpeläinen M.L., 2016. Realised and projected gains in growth, quality and simulated yield of genetically improved Scots pine in southern Finland. *European Journal of Forest Research* 135, 997–1009. <https://doi.org/10.1007/s10342-016-0989-0>
- Hjelm, K., Nilsson, U., Johansson, U., & Nordin, P. 2019. Effects of mechanical site preparation and slash removal on long-term productivity of conifer plantations in Sweden. *Canadian Journal of Forest Research*, 49(10), 1311-1319. doi:10.1139/cjfr-2019-0081
- Johansson, K., Ring, E. & Högbom, L. 2013. Effects of pre-harvest fertilization and subsequent soil scarification on the growth of planted *Pinus sylvestris* seedlings and ground vegetation after clear-felling. *Silva Fennica*, 47(4), 1-18.
- Karlsson, M. & Nilsson, U., 2005. The effects of scarification and shelterwood treatments on naturally regenerated seedlings in southern Sweden. *For. Ecol. Manage.* 205, 183–197.
- Kuuluvainen T. & Pukkala T. 1989. Effect of Scots pine seed trees on the density of ground vegetation and tree seedlings. *Silva Fennica*. 23:156–167.
- 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.
- Nilsson, M.C., & Wardle, D. A. 2005. Understory vegetation as a forest ecosystem driver: evidence from the northern Swedish boreal forest. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 3(8), 421-428.
- Langvall O., Nilsson U. & Örlander G. 2001. Frost damage to planted Norway spruce seedlings - influence of site preparation and seedling type. *Forest Ecology and Management*, 141(3), 223-235. doi:10.1016/s0378-1127(00)00331-5
- Lebel, P., Thiffault, N., & Bradley, R. L. 2008. *Kalmia* removal increases nutrient supply and growth of black spruce seedlings: An effect fertilizer cannot emulate. *Forest Ecology and Management*, 256(10), 1780-1784. doi:10.1016/j.foreco.2008.02.050
- Lidman, F.D., Karlsson, M., Lundmark, T. *et al.* Birch establishes anywhere! So, what is there to know about natural regeneration and direct seeding of birch?. *New Forests* **55**, 157–171 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11056-023-09971-z>
- Lidman, F. D., Lundmark, T., Sängstuvall, L., & Holmström, E. (2024). Birch distribution and changes in stand structure in Sweden's young forests. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 39(3–4), 167–175. <https://doi.org/10.1080/02827581.2024.2349520>
- Löf, M., Dey, D. C., Navarro, R. M., & Jacobs, D. F. 2012. Mechanical site preparation for forest restoration. *New Forests*, 43(5-6), 825-848. doi:10.1007/s11056-012-9332-x
- Nilsson, U., & Örlander, G. 1999. Vegetation management on grass-dominated clearcuts planted with Norway spruce in southern Sweden. *Canadian Journal of Forest Research- Revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 29(7), 1015-1026. doi:10.1139/cjfr-29-7-1015
- Nilsson, U., Luoranen, J., Kolstrom, T., Örlander, G., & Puttonen, P. 2010. Reforestation with planting in northern Europe. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25(4), 283-294. doi:10.1080/02827581.2010.498384

- Nordlander, G., Bylund, H., Örlander, G., & Wallertz, K. 2003. Pine Weevil Population Density and Damage to Coniferous Seedlings in a Regeneration Area With and Without Shelterwood. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 18:438-448. doi: 10.1080/02827580310001634
- Nordlander, G., Hellqvist, C., Johansson, K., & Nordenhem, H. 2011. Regeneration of European boreal forests: Effectiveness of measures against seedling mortality caused by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Forest Ecology and Management*, 262(12), 2354-2363. doi:10.1016/j.foreco.2011.08.033
- E. Novaes E., Kirst, M., Chiang, V., Winter-Sederoff H & Sederoff R. 2010. Lignin and biomass: a negative correlation for wood formation and lignin content in trees. *Plant Physiology*, 154(2): 555-61.
- Lula, M., Trubins, R., Ekö, P.M., Johansson, U., & Nilsson U. 2021. Modelling effects of regeneration method on the growth and profitability of Scots pine stands, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 36:4, 263-274, DOI: 10.1080/02827581.2021.1908591
- Prevost, M., & Dumais, D. 2018. Long-term growth response of black spruce advance regeneration (layers), natural seedlings and planted seedlings to scarification: 25th year update. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 33(6), 583-593. doi:10.1080/02827581.2018.1430250
- Rosvall, O., Jansson, G., Andersson, B., Ericsson, T., Karlsson, B., Sonesson, J., & Stener L.G. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Redogörelse nr 1:2001. Skogforsk. Uppsala.
- 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.
- Siitonen, J. 2001. Forest Management, Coarse Woody Debris and Saproxylic Organisms: Fennoscandian Boreal Forests as an Example. *Ecological Bulletins* 49: 11-41.
- Sikström, U., Hjelm, K., Hanssen, K. H., Saksa, T., & Wallertz, K. 2020. Influence of mechanical site preparation on regeneration success of planted conifers in clearcuts in Fennoscandia-a review. *Silva Fennica*, 54(2). doi:10.14214/sf.10172
- Simonsen R. 2013. Optimal regeneration method—planting vs. Natural regeneration of Scots pine in northern Sweden. *Silva Fennica*, 47(2):1–23.
- Skogforsk rapport. 2024. Björkens möjligheter i ett framtida klimatanpassat brukande av skog. Sammanställning av nuläget och förslag på insatser för framtiden. Redaktör J. Sonesson. Skogforsk, Uppsala. Hämtad från: <https://www.skogforsk.se/kunskapsbanken/kunskapsartiklar/2021/bjorkens-mojligheter-en-kunskaps-sammanstallning/>
- Skogsstyrelsen 2015. Miljöhänsyn vid skogliga åtgärder (broschyr). Hämtad från: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/aga-skog/miljohansyn/miljohansyn-vid-skogliga-atgarder-flipbok.pdf>
- Skogsstyrelsen. 2023a. Återväxtens kvalitet – Skogsstyrelsens statistikdatabas. Hämtad från: https://pxweb.skogsstyrelsen.se/pxweb/sv/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas_Atervaxternas%20kvalitet/
- Skogsstyrelsen. 2023b. Skogsplantor - Skogsstyrelsens statistikdatabas. Hämtad från: https://pxweb.skogsstyrelsen.se/pxweb/sv/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas_Skogsplantor/

Skogsstyrelsen. 2023c. Skoglig betesinventering. Hämtad från:
<https://www.skogsstyrelsen.se/abin>

Stevens-Rumann, C.S., Morgan, P. 2019. Tree regeneration following wildfires in the western US: a review. *Fire Ecology* 15, 15. <https://doi.org/10.1186/s42408-019-0032-1>

Thiffault, N., Titus, B. D., & Munson, A. D. 2004. Black spruce seedlings in a *Kalmia-Vaccinium* association: microsite manipulation to explore interactions in the field. *Canadian Journal of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestiere*, 34(8), 1657-1668. doi:10.1139/x04-046

Thiffault, N., Fenton, N. J., Munson, A. D., Hebert, F., Fournier, R. A., Valeria, O., Bradley, R. L., Bergeron, Y., Grondin, P., Pare, D., & Joannis, G. 2013. Managing understory vegetation for maintaining productivity in black spruce forests: A synthesis within a multi-scale research model. *Forests*, 4(3), 613-631. doi:10.3390/f4030613

Valkonen S, Ruuska J, Siipilehto J. 2002. Effect of retained trees on the development of young Scots pine stands in southern Finland. *Forest Ecology and Management*. 166(1-3):227-243.

von Sydow F, Örlander G. 1994. The influence of shelterwood density on *Hylobius abietis* L.) occurrence and feeding on planted conifers. *Scandinavian Journal of Forest Research*. (1-4):367-375.

Zar, J. 1984. *Biostatistical analysis*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Öhlund, J., Berglund, M., Fahlvik, N., Johansson, F., Sörensen, R., & Nilsson, O. 2023. Årsrapport Föryngringskollen. Skogforsks Arbetsrapport 1144-2023.

Örlander G, Nilsson U. 1999. Effect of reforestation methods on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 14:341-354.

Bilaga 1. Dokumentation av plantparti

Plantorna är insådda med frö id 09N006, stambrev S10/073. Särplockat 137 frön/g, 99 % groningen.

Tabell B1. Odlingsbakgrund

Provens	Planttyp	Såddatum	Friland	Långnatt
620 Gnarp A	P80	2015-05-12	2015-06-16	2015-08-17 – 2015-09-07

Tabell B2. Plantbeskrivning

Medelhöjd	Höjdspridning ¹	Stambasdiameter	Torrsvikt	Mg/cm planta
12,9 cm	9,4 – 15,8 cm	2,3 mm	705 mg	55

¹ Höjdspridning = Intervall inom vilket 80 procent av plantorna ligger.



Tallplantorna och dess höjdspridning.