

Hyggesfria skogliga fältförsök i Sverige.

En sammanställning av tillgängliga långtidsförsök



Martin Goude, Charlotta Erefur, Ulf Johansson och Urban Nilsson



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Enheten för skoglig fältforskning

Rapport 22

Tönnersjöheden 2022

Hyggesfria skogliga fältförsök i Sverige.

En sammanställning av tillgängliga långtidsförsök

Martin Goude¹, Charlotta Erefur², Ulf Johansson¹ och Urban Nilsson³

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Enheten för skoglig fältforskning, Tönnersjöhedens försökspark, Simlångsdalen

²Sveriges lantbruksuniversitet, Enheten för skoglig fältforskning, Svartbergets forskningsstation, Vindeln

³Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap, Alnarp

Foton och illustrationer: Författaren, om inget annat anges.

Denna serie rapporter utges av Enheten för skoglig fältforskning, Fakulteten för skogsvetenskap vid Sveriges lantbruksuniversitet, med början 2011. Serien publiceras endast elektroniskt.

This series of Reports is published by the Unit for Field-based Forest Research, Faculty of Forest Science at the Swedish University of Agricultural Sciences, starting in 2011. The reports are only published electronically.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	7
Summary	8
Inledning	9
Metodik	10
Hyggesfria försök i Sverige	11
Antal försök.....	11
Försökens anläggningsår	12
Dominerande trädslag	13
Dataanalys.....	13
Tillväxt.....	13
Inväxning.....	13
Skador och avgångar.....	15
Nya inventeringar 2021–2022	15
Måldiameterhuggning, Erikssköp	16
Summering.....	19
Försöksserie – Kontinuitetsskogsskötsel.....	19
Omföring till flerskiktad skog, Moboda och Hästhagen.....	20
Summering.....	22
Schackrutehuggning, Nattavaaravägen.....	22
Ytterligare tre försök med schackrutehuggning.....	25
Summering.....	25
Blädning, Hästmyran	26
Försöksserie – Blädningsförsök.....	26
Summering.....	28
Skärmställning med tall, Linnebjörke	29
Summering.....	30
Skärmställning med gran, Tönnersjöheden	32
Summering.....	33
Demonstrationsytor med hyggesfritt.....	33
Exempel på demonstrationsområden.....	35
Halåsen.....	35
Rånddalen.....	35
Fjällbäcken.....	36
Skidån	36
Diskussion	37
Kunskap som saknas	37
Använd det som redan finns.....	38
Vilken metod ska man använda?.....	38
Referenser.....	39

Sammanfattning

I takt med det ökade intresset för ett mer variationsrikt skogsbruk har hyggesfritt skogsbruk, där marken alltid är trädbevuxen utan större kalhuggna ytor, lyfts fram som ett komplement till det traditionella trakthyggesbruket. Det ökade intresset för hyggesfritt skogsbruk beror bland annat på att skogsägare numera ofta vill kunna nyttja olika ekosystemtjänster såsom virkesproduktion, rekreation och biodiversitet i samma skog. Detta ställer krav på ny kunskap om hur de alternativa skötselmetoderna bör bedrivas och vad de har för effekter på ekonomiska, ekologiska och sociala värden. En viktig del i att ta fram ny kunskap är långsiktiga fältförsök, där olika aspekter kring skogsskötsel kan studeras under lång tid. I Sverige finns totalt sett omkring 4 000 långtidsförsök över hela landet. En del av dessa behandlar hyggesfri skogsskötsel, men det har inte funnits en bra sammanställning över vilka de är, vad som gjorts i försöken eller vilka slutsatser som dragits från dem. Syftet med denna rapport är därför att sammanställa information och resultat från de långsiktiga försök som brukats med hyggesfria metoder med fokus på produktion, förnyring och skador. Även kunskapsluckor och behovet av nya försök beskrivs.

Vi fann 140 långtidsförsök spridda över landet som uppfyllde våra urvalskriterier. Några av försöken är anlagda redan på 1920-talet, men majoriteten aktiva fältförsök är anlagda från 1980-talet och framåt. De behandlingar som förekommer är olika former av selektiv avverkning där enskilda träd avverkas, såsom blädning och måldiameterhuggning, eller gruppvis avverkning där träd avverkas på grund av sin rumsliga position, såsom luckhuggning och skärmställning. Från drygt hälften av försöken kunde tillväxt, avgångar och utveckling av små träd studeras.

Det var stor variation i den löpande tillväxten, som i genomsnitt var 6,2 m³sk/ha, år. Tillväxten började kulminera vid ett virkesförråd runt 200–300 m³sk/ha, ungefär samtidigt som avgångarna ökade kraftigt, vilket tydde på att det i skiktade skogar riskeras höga avgångar vid dessa virkesförråd samtidigt som tillväxten kulminerar. Sju försök som behandlar måldiameterhuggning i blandskog, omföring av enskiktad granskog till flerskiktad, blädning i fullskiktad granskog, luckhuggning i schackrutemönster samt skärmställning av tall respektive gran presenteras mer ingående tillsammans med nya data från återinventeringar som utfördes under 2021 och 2022. Dessa försök visade på bredden i skötselmetoder som behandlas i de långsiktiga försöken samt tillgänglig kunskap om enskilda skötselmetoder.

För att få veta mer om de långsiktiga effekterna av hyggesfri skötsel behövs längre mätserier än vad de flesta försök hade i denna sammanställning. Det behövs också fler försök, framför allt kring metoder såsom luckhuggning, måldiameterhuggning och omförandet från enskiktade bestånd till flerskiktade. I väntan på nya försök och längre tidsserier kommer resultat från de försök som finns behöva användas, tillsammans med praktiska erfarenheter, kunskap från andra länder med liknande förutsättningar, samt den kunskap vi har om trakthyggesbrukad skog.

Summary

In line with the increased interest in more varied forest management, non-clear-cut forestry, where the land is always covered with trees without large clear-cut areas, has been highlighted as a complement to traditional clearcutting. The increased interest in non-clear-cut forestry is due, among other things, to that forest owners more often want to produce different ecosystem services such as wood production, recreation, and biodiversity in the same forest, nowadays. This requires new knowledge about how alternative management methods should be carried out and their effects on economic, ecological, and social values. A key factor in producing this new knowledge is long-term field experiments, where various aspects of forestry can be studied over a long period. In Sweden, there are around 4 000 long-term field experiments across the country. Some of these touches non-clear-cut forestry, but there has not been a good compilation of which these experiments are, what management has been done and what conclusions can be drawn from them. Therefore, this report compiles information and results from long-term experiments using non-clear-cut methods. The report focuses on production, regeneration, damages, descriptions of knowledge gaps and the need for new long-term experiments.

We found 140 long-term experiments spread across Sweden that fitted the demands for selection. Some experiments were established as early as the 1920's. However, most active experiments were established from the 1980's and onwards. The treatments that occurred were different types of selective cutting, where individual trees are harvested, such as single tree selection in fully layered forests (individual selective cutting) and target diameter cutting, or group cutting, where trees are felled due to their spatial position, such as gap cutting and shelterwood cutting. From just over half of the selected experiments, growth, mortality, and development of small trees could be studied.

The periodic annual increment was on average 6.2 m³/ha and year, with a sizeable variation. The growth culminated at a standing volume of around 200–300 m³/ha, roughly at the same standing volume as mortality increased dramatically. This indicated that in multi-layered forests, there is a risk of high mortality at these standing volumes simultaneously as growth culminates. Seven experiments dealing with target diameter cutting in mixed forest, conversion of single-layered spruce forest to multi-layered, single tree selection in fully layered spruce forest, gap cutting in a checkerboard pattern and shelterwood of pine and spruce respectively were presented in more detail, together with new data from inventories carried out in 2021 and 2022. These experiments illustrate the variation of management in long-term experiments and provided results for specific management methods.

To learn more about the long-term effects of non-clear-cut methods, more extended time series will be needed. New experiments are also required, focusing on methods such as gap cutting, target diameter cutting and converting from single-layered forests to multi-layered. While waiting for new experiments and longer time series, results from existing experiments need to be used, together with practical experience, knowledge from other countries with similar conditions and what we know about forests and trees in clear-cut forestry.

Inledning

Sverige har en lång tradition av att aktivt bruka skogen för att ta vara på de nyttor och tjänster som skogen erbjuder. Under slutet av 1800-talet och första halvan av 1900-talet var dimensionshuggning, där träd som uppnått en viss storlek avverkas, en vanlig avverkningsmetod. I mitten av 1900-talet ansåg man dock att den tidigare dominerande dimensionshuggningen resulterade i glesa skogar med låg tillväxt (Nilson 2001, Holmgren 1959). Detta på grund av höga avverkningsnivåer och otillräckliga förnyringar. För att öka produktionen, säkra förnyringen och möta kraven på ökad rationalitet i skogsbruket, tog det storskaliga trakthyggesbruket fart genom att kalavverka de glesa skogar som lämnats kvar efter dimensionshuggningarna och ersatte dem med planterade ungsskogar. Trakthyggesbruket, ett skötselsystem där man efter avverkning av ett större område etablerar en ny enskiktad trädgeneration, har sedan 1950-talet varit helt dominerande inom svenskt skogsbruk. Inom trakthyggesbruket glesas skogen succesivt ut genom röjning och gallring för att sedan avverkas och förnygras på nytt. På grund av trakthyggesbrukets dominans har forskning på skog och skogsskötsel främst fokuserat på dessa enskiktade, trädslagsrena bestånd och de skötselmetoder som bedrivits inom ramen för trakthyggesbruket.

Den senaste tiden har intresset för alternativa skötselmetoder och mer variation i brukandet av skogen ökat markant (Appelqvist m.fl. 2021). En anledning är att skogsägare ofta har fler mål med skogen än enbart virkesproduktion, numera. Vill man till exempel bevara eller utveckla vissa av skogens biologiska värden och naturvärden som kräver trädkontinuitet, kan hyggesfria metoder vara ett alternativ. Ytterligare motiv är bevarande eller utveckling av rekreativvärden i tätortsnära skogar samt hänsyn till renskötsel och vatten. En ökad variation i brukandet av skogen kan också vara ett sätt att möta de osäkerheter och risker som är associerade med förändringar av klimatet. En större variation i landskapet kan leda till ökad resiliens och minska risken för storskaliga skador på skogen (Keskitalo m.fl. 2016).

Alternativa skötselmetoder, som undviker kalhyggen, kan bakas ihop under samlingsbegreppet "hyggesfritt skogsbruk". Under 2020 och 2021 arbetade Skogsstyrelsen tillsammans med Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) fram en definition av begreppet hyggesfritt skogsbruk. Skogsstyrelsen definierar nu begreppet som:

Hyggesfritt skogsbruk på skogsmark med produktionsmål innebär att skogen sköts så att marken alltid är trädbevuxen utan att det uppstår några större kalhuggna ytor (Appelqvist m.fl. 2021).

Att marken alltid är trädbevuxen innebär att det alltid finns träd som är minst 10 m höga och att volymen inte understiger §5-kurvan i skogsvårdslagen. De kalhuggna ytor som eventuellt uppstår vid avverkning får inte överstiga 0,25 ha och ett större områdes genomsnittliga täthet får inte understiga §5-kurvan. Undantag från §5-kurvans täthetskrav kan tillåtas om en godkänd förnygring under en skärm eller i en lucka nått en medelhöjd på 2,5 m. Ett övergripande krav för hyggesfritt skogsbruk, förutom de mer detaljerade beskrivningarna av täthet respektive luckstorlek, är att markägaren har som intention att långsiktigt bruka skogen hyggesfritt.

Denna definition av hyggesfritt skogsbruk fokuserar just på att det är ett brukande som inte skapar stora kala ytor, d.v.s. hyggen. Den går alltså inte närmare in på skogens struktur och funktion, eller intensiteten i brukandet. Vissa liknande begrepp är mer fokuserade på dessa faktorer, som till exempel kontinuitetsskogsbruk, där en skiktad struktur på skogen och en mer långsiktig trädkontinuitet är i fokus (Lundqvist m.fl. 2014).

Hyggesfritt är därför en bred definition som inkluderar många olika skötselmetoder, från både skötselsystemet trakthyggesbruk och blädningsbruk (där det senare används i en fullskiktad skog som bevaras genom återkommande uttag av främst de grova träden och återväxt sker genom naturlig förnyring). Inom trakthyggesbruket ryms metoder såsom skärmhuggningar, där en skärmställning lämnas från det tidigare beståndet tills den nya förnyringen etablerat sig, och luckhuggningar, där skogen avverkas i många mindre luckor i stället för som ett stort kalhygge.

Inom blädningsbruket ryms metoder som blädning, måldiameterhuggning och även andra selektiva avverkningsmetoder där enskilda träd avverkas i flerskiktade skogar med stor diameterspridning. Den flerskiktade skogen upprätthålls genom att avverkningen koncentreras till de största träden och en kontinuerlig naturlig förnyring förser skogen med nya träd som långsamt växer in i större diameterklasser. Nya träd ersätter alltså löpande de träd som avverkas eller växer ur en diameterklass.

För att möta den ökade efterfrågan på kunskap om hyggesfritt skogsbruk i Sverige behöver forskare vid universiteten, liksom andra intressenter, använda sig av redan etablerade försök men också anlägga nya långsiktiga försök. Detta arbete syftade till att sammanställa tillgången på långsiktiga försök som kan användas för att besvara frågor kring hyggesfritt skogsbruk och dess effekter på skogen och möjligheter till produktion och nyttjande av olika ekosystemtjänster. Även slutsatser som har dragits av försöken med fokus på skötselaspekter, produktion, förnyring samt skaderisker, sammanställdes. En

viktig del av rapporten var också att definiera kunskapsluckor och vilka typer av försök som skulle behövas för att ge framtida relevant kunskap till olika intressenter.

Rapporten är finansierad med medel från Sveaskog och Partnerskap Alnarp.

Metodik

Urvalet av försök och underlaget till denna rapport bygger på information som sammanställts från Silvaboreal (www.silvaboreal.se). Silvaboreal är en databas med information om skogliga fältförsök och demonstrationsytor som drivs av SLU och Skogforsk, i samarbete med bl.a. Skogsstyrelsen. Kompletterande material har också samlats in genom personlig kontakt med ansvariga för långsiktiga försök på Enheten för skoglig fältforskning vid SLU samt sakkunniga på Skogsstyrelsen.

I Silvaboreal finns information om de flesta skogliga fältförsök i Sverige. SLU och Skogforsk har tillsammans närmare 4 000 registrerade fältförsök och tillsammans med Skogsstyrelsen och skogsbolagen finns det över 4 000 registrerade fältförsök. Försök och enskilda ytor med hyggesfritt som inrättats av offentliga eller privata aktörer som inte finns med i Silvaboreal finns inte med i denna rapport.

Försöken i Silvaboreal behandlar en lång rad olika frågeställningar kring produktion, ekonomi, ekologi och sociala aspekter kopplade till skog och skogsbruk. Många av försöken ingår också i försöksserier där enskilda försök länkas ihop, oftast för att de behandlar samma frågeställning med samma design eller åtminstone liknande skötsel. De äldsta försöken har följts sedan början på 1900-talet, vilket är väldigt värdefullt för att kunna studera långsiktiga effekter av skogsskötsel och klimateffekter på skogens utveckling. Nya försök etableras också ständigt i takt med att nya utforskade frågeställningar uppkommer, samtidigt som andra försök läggs ner då de avverkats, skadats eller av andra anledningar bedöms som icke relevanta för fortsatta studier.

Den information som har samlats in för varje försök är metadata, så som geografisk position, anläggningsår, klassificering, ingående trädslag och en kortfattad beskrivning av försöket. Mer detaljerad information om bakgrund, utförda åtgärder och inmätningar har sammanställts från dokument och mätdata.

Mätdata som användes för rapporten var från de försök där data för enskilda träd fanns tillgängliga i Enheten för skoglig fältforsknings fältförsöksdatabas (langtidsforsok.slu.se). Data från denna databas bestod av diameter och höjd för enskilda träd, skogstillståndet vid varje inmätning, uttag vid olika åtgärder samt mortalitet. För de försök som hade två eller

fler registrerade mätningar kunde även tillväxt och skogens utveckling sammanställas.

I denna rapport benämns försöken med ett försöksnummer och/eller försöksnamn, som kan användas för att söka efter försöket i databaserna över skogliga fältförsök. Som en bilaga till rapporten finns en lista med samtliga försök och demonstrationsytor som valts ut (Bilaga 1).

Urvalet av försök i sammanställningen bygger på klassificeringen av försöken med avseende på skogsskötselåtgärderna som utförts samt vad syftet med försöket är. De sökord som användes för att hitta relevanta försök i databasen var: hyggesfritt, kontinuitetsskog, blädning, plockhuggning, måldiameterhuggning, skiktad, fullskiktad, luckhuggning, schackrutehuggning, kanthuggning, skärmskog, naturlig föryngring samt omföring. Efter ett första urval studerades försöken mer i detalj för att rensa bort de som inte passade in under begreppet hyggesfritt skogsbruk. Om försöket ingick i en försöksserie studerades även de andra försöken i serien för att se om de också kunde ingå i sammanställningen, trots att de inte dykt upp i den ursprungliga sökningen.

De åtgärder som har behandlats i de utvalda försöken är:

- **Blädning:** Avverkning av enskilda träd i fullskiktad skog där beståndet förblir fullskiktat efter åtgärden. Vid *stamvis blädning* avverkas enskilda träd för att bevara beståndets fullskiktade struktur och fulla diameterfördelning som ska följa en så kallad inverterad J-kurva. Detta brukar benämnas som den ursprungliga formen av blädning. Vid *volytblädning* är det inte lika strikt att beståndet ska bevara en viss diameterfördelning. Fokus ligger i stället mer på virkesförrådet före respektive efter uttaget och att skogen förblir fullskiktad. Avverkningen koncentreras till de grövsta diameterklasserna.
- **Måldiameterhuggning:** Även kallad dimensionsavverkning, är en avverkning av enskilda träd som uppnått en på förhand fastställd måldiameter. Huggningarna återkommer med jämna mellanrum när tillräckligt många träd växt över måldiametern.
- **Plockhuggning:** Avverkning av enskilda träd med specifika egenskaper spridda över beståndet. Ett samlingsbegrepp för diverse selektiva avverkningar utan fastställda mål om diameter eller fördelning av diameter som vid måldiameterhuggning eller blädning.
- **Naturkultur:** Enskilda träd avverkas när de inte förräntar sig utifrån ett givet räntekrav. Inför en avverkning beräknas nuvärdet i små trädgrupper. Maximeringen av nuvärdet styr vilka enskilda träd i gruppen som avverkas.

- **Luckhuggning:** Avverkning av en grupp träd, vilket skapar en lucka som föryngras naturligt eller genom plantering, vilket resulterar i ett gruppvis skiktat bestånd med träd i olika åldrar. Vanligtvis innebär *luckhuggning* att enskilda luckor huggs upp som senare utvidgas eller kompletteras med nya luckor tills hela beståndet föryngrats. *Gruppvis blädning* är en gammal benämning för luckhuggning, men det har också använts för avverkning av en grupp träd i flerskiktad skog. *Schackrutehuggning* är ett systematiskt sätt att bedriva luckhuggning där ett schackrutemönster av luckor respektive skog etableras. När skogen i de tidigare luckorna växt ungefär halva sin omloppstid avverkas ytorna med äldre skog som blir nya luckor där nya träd etableras. *Kanthuggning* och *korridorhuggning* är avverkning av långa, smala stråk som bildar en form av luckhuggning.
- **Skärmställning:** Vid avverkning lämnas ett antal träd (överståndare) spridda över beståndet, som fröträd för naturlig föryngring och som skärm för att skapa en gynnsam etableringsmiljö för föryngringen. Skärmhuggning skapar ett tvåskiktat bestånd tills skärmen har avvecklats.
- **Omföring till flerskiktad skog:** Aktiva åtgärder där man genom skötsel försöker omföra en enskiktad skog till flerskiktad, för att sedan kunna använda hyggesfria skogsskötselmetoder.

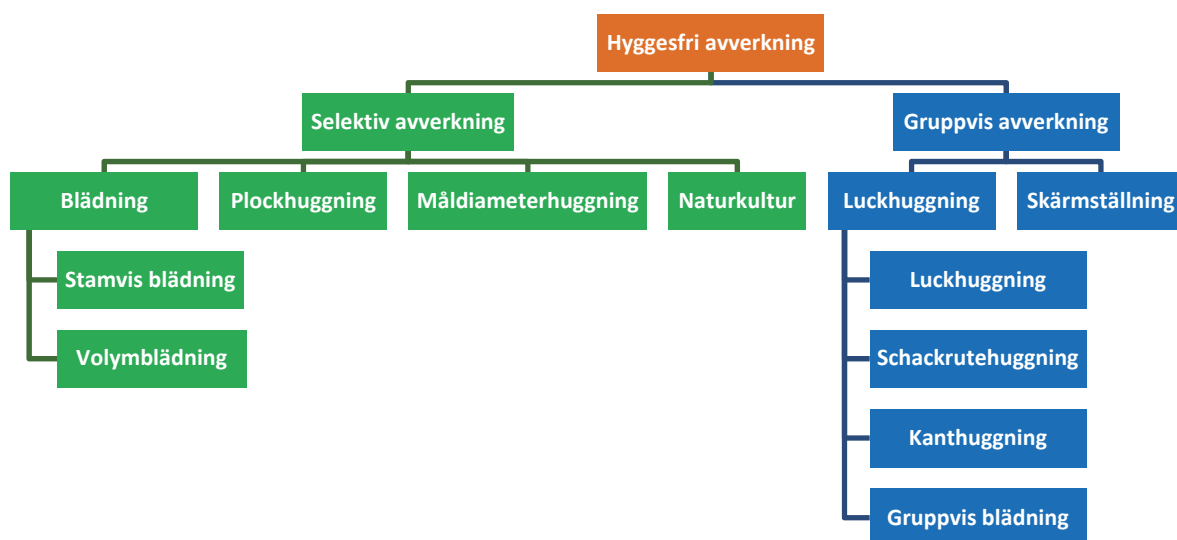
För att strukturera de olika skogsskötselåtgärderna kategoriserades de efter vilka träd som avverkas, vilken struktur skogen har och vad syftet med åtgärden är (Figur 1). Den stora uppdelningen stod mellan "Selektiv avverkning", där enskilda träd väljs ut och avverkas på grund av sina egenskaper, och "Gruppvis avverkning", där träden avverkas baserat på rumslig fördelning och position.

Hyggesfria försök i Sverige

Antal försök

I ovanstående process har 140 långsiktiga fältförsök spridda över landet valts ut (Figur 2). Försöken är relativt väl fördelade över landet, med kluster av försök kring Tönnersjöhedens, Skarhults, Asa, Siljansfors, Svartbergets, Kulbäckslidens och Ätnarova försöksparker. Det finns även en koncentration av försök i Jämtland, där både SLU och Skogsstyrelsen länge studerat och etablerat försök kopplade till hyggesfritt skogsbruk, framför allt blädning och brukandet av skiktade granskogar. I Skåne, Blekinge och Halland finns många försök med skärmställning och naturlig föryngring av bok. Försöken som valts ut består både av fristående försök på enskilda lokaler och försök som ingår i större försökserier som sträcker sig över flera lokaler. Försökserier som nyligen inventerats beskrivs mer ingående.

De utvalda försöken är en blandning av försök som fokuserar på en behandling och försök där flera olika hyggesfria metoder testas inom samma försök. Av de behandlingar som utförts är det några som återkommer oftare än andra. Skärmställningar med plantering eller sådd, och fröträdsställningar med naturlig föryngring är de vanligaste behandlingarna, som återfinns i inte mindre än 67 av försöken. Drygt hälften av försöken innehåller alltså någon form av avverkning där man lämnat en skärm- eller fröträdsställning. Här ingår försök med framför allt tall, gran och bok där man lämnat en skärm eller fröträdsställning från det tidigare beståndet. Att denna behandling är så pass vanlig beror troligtvis på att naturlig föryngring genom fröträdsställning, framför allt för tall och bok, betraktas som en naturlig del av det traditionella trakthyggesbruket.



Figur 1. Schema över hyggesfria åtgärder i de långsiktiga fältförsöken.



Figur 2. Lokalisering av långsiktiga fältförsök kopplade till hyggesfritt skogsbruk (grön) och försöksparkerna (röd). Vissa försök ligger på samma lokal, vilket gör att punkterna överlappar varandra.

I 41 försök, ungefär en tredjedel, ingår behandlingen blädning. Dessa finns över hela landet men renodlade blädningförsök finns framför allt i Mellansverige och Norrland. Eftersom diameterfördelningen inte finns tillgängligt för samtliga försök är det svårt att säga hur många av de behandlingar som beskrivs som faktiskt innebär blädning utförd i fullskiktad skog och som också bibehåller en fullskiktad skog efter uttaget.

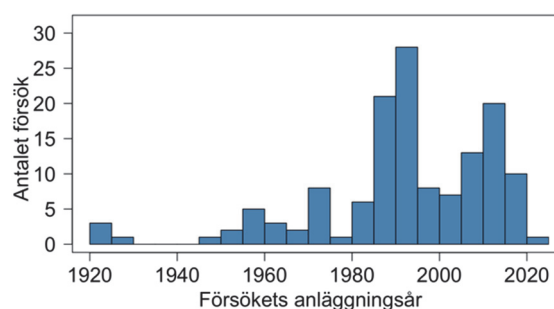
Behandlingar med luckhuggning finns i 17 försök. De flesta av dessa består av ett försöksled med luckhuggning tillsammans med andra hyggesfria behandlingar. Detta gör att försök där olika storlek på luckor jämförs är relativt ovanligt, men det förekommer. Ett exempel är Rogberga (1698) där fyra olika luckstorlekar ingår.

Måldiameterhuggning återfinns i nio försök. Dessa har också, i de flesta fallen, försöksled där flera hyg-

gesfria behandlingar testas, men renodlade måldiameterförsök förekommer, såsom Eriksköp (8232) och Remningstorp (1297).

Försökens anläggningsår

Försök med långa mätserier är ovanliga, men de förekommer (Figur 3). De äldsta tillgängliga försöken som fortfarande är aktiva etablerades på 1920-talet och behandlar selektiv avverkning, bl.a. blädning och måldiameterhuggning. Exempel på dessa är Tönnersjöheden (8035) som har kontinuerligt mätts in och behandlats sedan 1927 och Siljansfors (9022) som följts sedan 1923. Dock är flertalet av de aktuella försöken anlagda från slutet av 1940-talet och framåt, med en kraftig ökning av försök från mitten av 1980-talet. Det stora antalet anlagda försök under just 1980- och 1990-talen består till stor del av försök med skärmar och fröträdsställningar med naturlig föryngring i gran- och tallbestånd. Försök med bokskogsskötsel och föryngring i södra Sverige utgör även en betydande andel.



Figur 3. Fördelningen av försöken över anläggningsår. Försöken är sorterade i 5-årsgrupper.

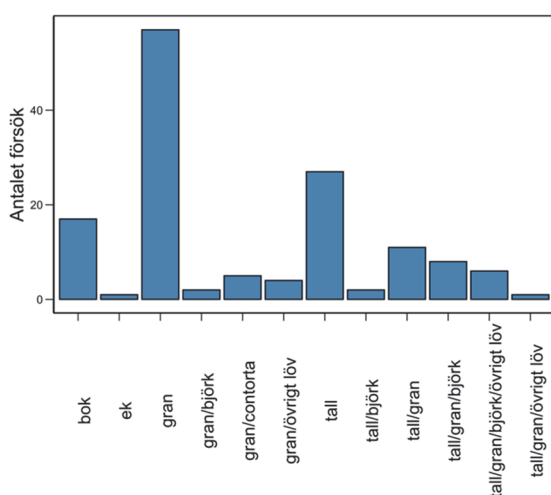
Förutom att intresset för hyggesfria skötselmetoder har varierat över tid, kan det låga antalet nu aktiva försök från före 1980-talet också bero på att äldre försök lagts ner på grund av skador eller ändrad skötsel, eller glömts bort med tiden p.g.a. ointresse. Det stora antalet försök som behandlar andra alternativa metoder, som måldiameterhuggning, blädning, luckhuggning och omföring till flerskiktad skog, är anlagda på 1990-talet och nya försök har lagts ut under 2000-talet, i takt med att intresset för hyggesfria och alternativa skogsskötselmetoder ökat. Ett exempel på dessa nya försök är försökserien *Hyggesfritt norra Sverige*. Försökserien består av tre lokaler, Pilotförsök Storjuktan hyggesfritt (13764), Ätnarova hyggesfritt (13801) och Åheden hyggesfritt (25343), som är anlagda 2019, 2020 och 2021. Syftet med försöken är att långsiktigt jämföra traditionellt trakthyggesbruk med blädning och luckhuggning.

Dominerande trädslag

Gran är det trädslag som är mest frekvent förekommande i försöken (Figur 4). Gran, som är mer skuggtålig och lättare kan skapa skiktning, förekommer i 94 försök, framför allt i försök med skötsel av skiktad skog, t.ex. blädningförsök och andra selektiva avverkningar. De få omföringsförsök till flerskiktad skog som förekommer är även de i granskog.

Tall, som är mer ljuskrävande och inte kan skikta sig på samma sätt som gran, förekommer i 55 försök, framför allt i luckhuggningsförsök och skärmförsök, där den klarar att etablera sig genom naturlig förnyring. Detta avspeglar ganska väl kunskapen kring vilka hyggesfria metoder som passar för de olika trädslagen.

Det finns förstås försök som bryter mot ovanstående mönster där till exempel naturlig förnyring under granskärm testas (Tönnersjöheden 8188), men de hör till ovanligheterna.



Figur 4. Antal försök efter dominerande trädslag.

Dataanalys

Utifrån de mätningar som gjorts av träden på ytorna vid varje revision, har volymtillväxt, utveckling av unga, onummerade träd samt avgångar studerats. Av de utvalda försöken har 64 stycken tillgängliga mätdata för enskilda träd. I de presenterade resultaten har varje provyta behandlats individuellt.

Tillväxt

Tillväxten på lokalerna beräknades för 43 försök som hade tillgängliga data och mätningar, s.k. revisioner, vid upprepade tillfällen. Provytorna har grupperats utifrån den behandling som utförts på ytan (Figur 5). Medelvärden av den löpande tillväxten för alla ytor var 6,2 m³sk/ha, år. Ytor som blädats hade en genomsnittlig löpande tillväxt på 4,9 m³sk/ha, år, medan den löpande tillväxten för övriga selektiva

avverkningar var 6,2 m³sk/ha, år. Provytor med konventionellt trakthyggesbruk hade en löpande tillväxt på 6,3 m³sk/ha, år och obehandlade kontrolltytor hade en löpande tillväxt på 5,7 m³sk/ha, år.

Den löpande tillväxten var negativt korrelerad med latitud, d.v.s. den avtog ju längre norrut i landet försöket låg.

Ålder visade sig inte ha någon stark korrelation till tillväxten, framför allt inte för ytorna som blädats eller avverkats med selektiv avverkning. Ålder är över huvud taget ett svårt begrepp att använda i fullskiktad skog eftersom den är olikåldrig och en beståndsålder egentligen inte går att sätta. Blädning och andra selektiva avverkningsmetoder går ut på att hålla en konstant tillväxt över tid, där tiden inte representerar trädens ålder. En medelålder kan inte användas för att beskriva beståndets utvecklingsfas, så som i mer homogena bestånd i trakthyggesbruket.

Den löpande tillväxten var positivt korrelerad till den stående volymen, upp till mellan 200 och 300 m³sk/ha, varefter tillväxtökningen med ökad stående volym avtog (Figur 5). Det stämmer väl med vad tidigare forskning visat (Lundqvist 2017).

Sambandet mellan stående volym och tillväxt har också betydelse för avvägningen mellan produktion och förnyring i skiktade bestånd som avverkas med selektiv avverkning. Ett negativt samband mellan stående volym och inväxning har observerats i kontrollerade försök som blädats i Jämtland och Norrbotten (Lundqvist m.fl. 2007). I praktiskt blädade bestånd har inte detta samband kunnat bekräftas (Lundqvist 2004), vilket visar på kunskapsluckor och att mer forskning behövs för att bättre förstå sambandet mellan beståndets förnyring, inväxning, beståndets täthet, avverkningsintensitet och ståndortsfaktorer. Detta gäller för blädning, men framför allt andra, mindre vanliga selektiva avverkningsmetoder, som måldiameterhuggning.

Forskning på området har framför allt fokuserat på blädning i skiktade granskogar där tillväxten uppskattas ligga 10 till 40 % under konventionellt trakthyggesbruk (Hannerz m.fl. 2017). Om detta beror på suboptimal skötsel eller andra faktorer är svårt att bedöma eftersom det vetenskapliga underlaget är begränsat.

Inväxning

För att de hyggesfria skötselmetoderna som är beroende av naturlig förnyring ska vara långsiktigt hållbara krävs tillräcklig förnyring och inväxning av små träd som med tiden kan ersätta de träd som avverkas. I många försök har förnyring inventerats men dessa data finns oftast inte tillgängliga. I stället har vi analyserat onummerade träd i det tillgängliga datamaterialet. Dessa träd är ofta större än 1.3 m,

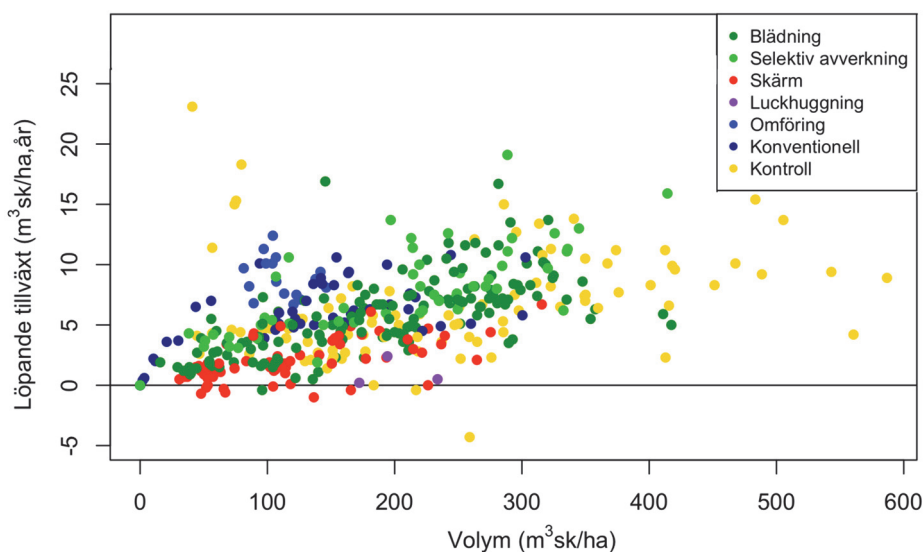
varvid brösthöjdsdiametern mäts och träden registreras i sina respektive diameterklasser istället för att få ett nummer och ingå bland de numrerade träden som följs individuellt.

Antalet onummerade träd som räknades in under första respektive andra revisionen av försöksytorna höll en stabil nivå för ytorna som blädats och brukats med andra selektiva avverkningssmetoder (Figur 6).

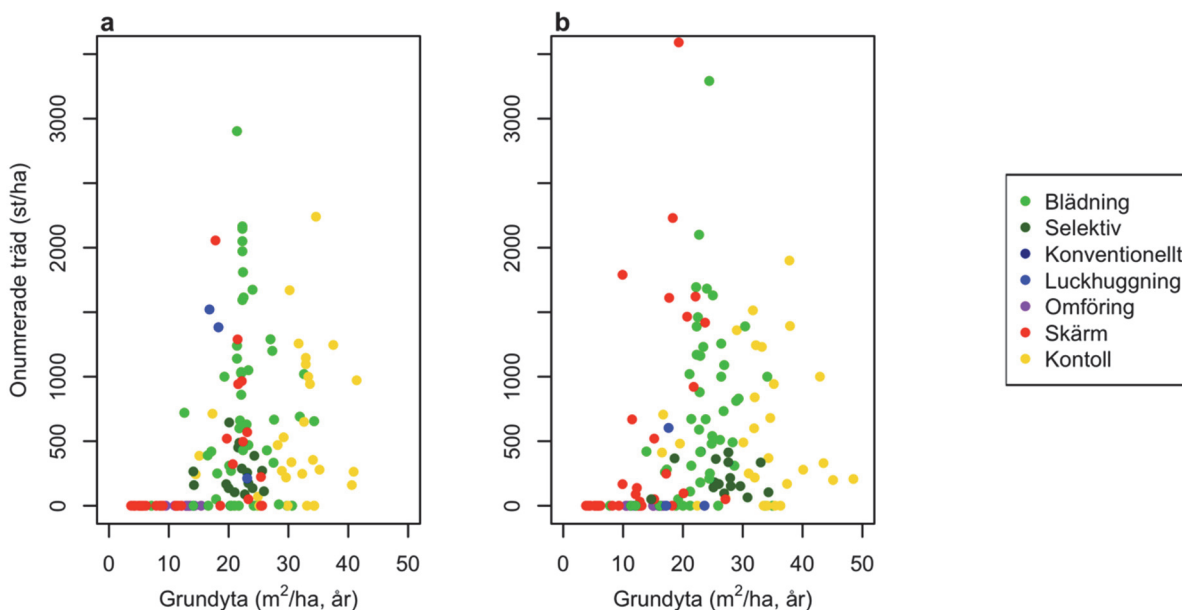
De ytor som blädats hade i medeltal 640 onummerade träd per ha vid första revisionen och 650 vid andra revisionen, en ökning med 1,6 %. Detta tyder på en stabil nivå av små träd, med nya som "växer in" och andra som "växer ur", d.v.s. numreras och

blir en del av det etablerade beståndet. Även kontrollytorna visar en stabil nivå av onummerade träd, med i medeltal 780 onummerade stammar per ha vid båda mättillfällena.

För ytor med andra selektiva avverkningar låg antalet onummerade träd vid första inmätningen på i snitt 240 stam/ha respektive 210 stam/ha vid andra inmätningen, vilket var en minskning med 12,5 %. En anledning till det minskade antalet onummerade träd i andra selektiva avverkningar kan bero på att dessa utförs i bestånd som inte är fullskiktade, vilket gör att det inte finns en stor mängd små träd som snabbt kan växa upp efter avverkning.



Figur 5. Löpande tillväxt i förhållande till stående volym för provytor i hyggesfria försök med tillgängliga data från mätningar vid upprepade tillfällen.



Figur 6. Antalet onummerade träd i förhållande till grundytan vid revision 1 (a) och 2 (b), för provytor i hyggesfria försök med tillgängliga data på upprepade mätningar.

Om nivåerna på onummerade träd är ett mått på långsiktigt hållbar förnyring är svårt att säga eftersom det rör sig om en tillväxtperiod, som i snitt ligger på sju år, eftersom endast enstaka ytor har mätts in vid fler tillfällen. Det finns också ett ganska stort antal försök utan onummerade träd. Många av dessa är skärmförsök. Tillgängliga data tillåter dock inte analys av träd under 1.3 m, vilket möjliggör att det finns plantor, men som inte ingår i data för många av dessa försök.

Skador och avgångar

Avgångar noteras vid varje revision genom att markera att sedan tidigare nummerade träd saknas, är vindfällna eller torra (okänd orsak, t.ex. konkurrens, insektsangrepp och torka). Mortaliteten totalt var omkring 1 m³sk/ha, år i medeltal och visar inte någon tydlig skillnad mellan olika behandlingar, men vissa extremer sticker ut (Figur 7).

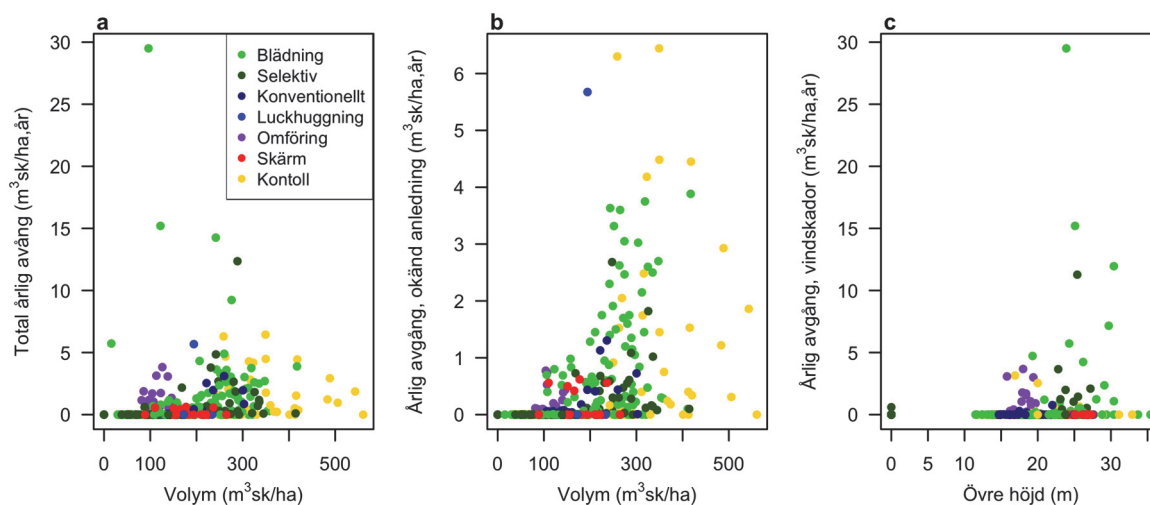
En djupare analys av typen av skador visar att vindskador främst registrerats för blädning och selektionshuggningar vid en övre höjd runt 20 m och högre (Figur 7b). Detta stämmer väl överens med sambandet mellan beståndets höjd och risken för vindskador som tidigare studier i mindre skiktade skogar visat (Persson 1975). Sambandet mellan höjd och risken för vindskador gäller därför också troligen för mer skiktade skogar där man plockar ut enskilda träd. Generellt är det relativt lite vindskador trots att det ibland är relativt stora uttag som gjorts (40–60 % av grundytan). En behandling som sticker ut är omföring till flerskiktad skog genom att gallra hårt i homogen granskog (se försöken 1513 och 1514, som beskrivs nedan). Detta visar på svårigheten med denna typ av behandling där man vid ett

uttag på 60 % av grundytan i en homogen granskog med en höjd på omkring 15 m har stora risker för vindskador (Persson 1975). Det finns få studier där risken för vindskador mellan olika skötselsystem och behandlingar studerats. Det finns dock studier av olika beståndsstrukturers inverkan på stormskador, där slutsatsen varit att likåldriga granbestånd är mer utsatta för vindskador jämfört med mer heterogena olikåldriga (Shorohova m.fl. 2008, Pukkala m.fl. 2016).

Träd som registrerats som torra, träd som dött av annan orsak än vindfällning, uppvisar heller inte några tydliga skillnader mellan behandlingarna. Dock ökar den årliga avgången med ökande volym (Figur 7c). Detta beror troligen på ökad konkurrens om resurser och utrymme i en tätare skog, vilket leder till ökad självgallring. Dessa aspekter är viktigt att ta med i avvägningen mellan virkesförråd, tillväxt och inväxning i skiktade skogar som brukas genom selektiv avverkning. När volymen över 200 m³sk/ha verkar risken för avgångar öka kraftigt. Denna gräns är troligtvis bonitetsberoende, d.v.s. att den ligger på en högre nivå på bättre boniteter och lägre på sämre. Detta behöver dock studeras närmare då vi inte har analyserat detta i denna rapport.

Nya inventeringar 2021–2022

Under 2021 och 2022 har sju försök återinventerats i ett projekt tillsammans med Sveaskog. Dessa försök är exempel på den typ av försök som valts ut inom temat hyggesfritt skogsbruk för denna sammanställning. I följande avsnitt presenteras dessa försök tillsammans med data från den senaste mätningen och vissa tidigare resultat. Försöken har



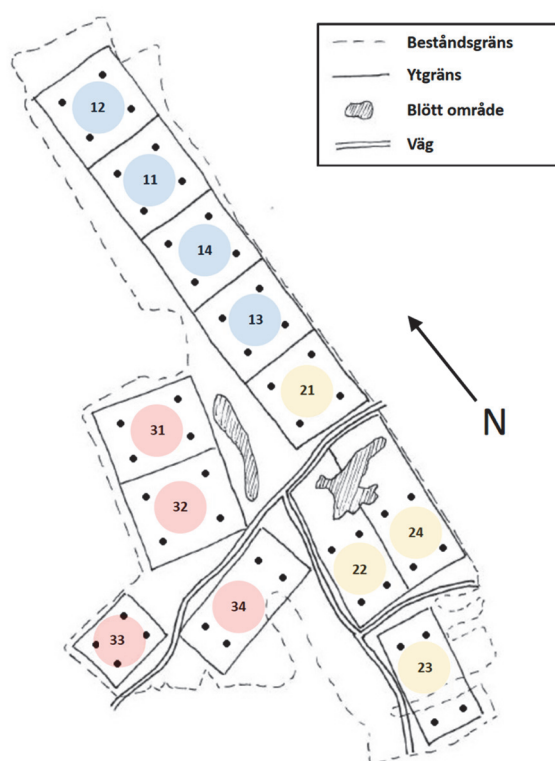
Figur 7. Årlig avgång i förhållande till stående volym, dels total avgång (a), dels avgång från obestämmd orsak (b), samt avgång på grund av vindskador i förhållande till övre höjd (c). Analys av data från provytor i hyggesfria försök med tillgängliga mätningar vid uppregade tillfällen.

också satts in i ett bredare sammanhang, samtidigt som liknande försök eller försökserier beskrivs.

Måldiameterhuggning, Eriksköp

Försöket Eriksköp (8232), på Tönnersjöhedens försökspark, är ett olikåldrigt och skiktat blandbestånd med tall, gran, björk, ek, bok och asp. Försöket ligger i södra Halland, i ett område som vid slutet av 1800-talet var öppen ljunghed med glest förekommande träd. I början av 1900-talet såddes området med tallfrö och under seklets gång har skogen gallrats vid fem tillfällen, senast 1990. 2004 etablerades försöket med syftet att undersöka hur måldiameterhuggning med olika hänsyn påverkar skogens utveckling. Försöket består av fyra behandlingar i tre block (totalt tolv parceller). Varje parcell är ca 1 ha. Varje parcell mäts in i fyra fasta cirkelprovytor med radien 10 m (Figur 8). De fyra behandlingarna är:

1. *Orörd kontroll* – Parcellen lämnas till fri utveckling utan några fler skötselåtgärder.
2. *Måldiameterhuggning* – I parcellerna avverkas endast de träd som uppnått en på förhand bestämd måldiameter. Måldiametern är beroende av trädslag och kvalitet, där högre kvaliteter ska nå upp till större dimensioner innan avverkning (Tabell 1). Måldiametern är också bestämd så att den ska kunna vara konstant över lång tid och så att man ska kunna göra ekonomiskt försvarbara uttag var 15–20 år.
3. *Måldiameterhuggning med skogsvårdsinsatser* – Samma principer används för avverkning och måldiameter som behandling 2. Utöver detta utförs markberedning i luckorna som uppstår vid avverkning samt att de bästa stammarna röjs fram i täta grupper av förnygring, i syfte att öka förnyringen och höja trädens kvalitet.
4. *Måldiameterhuggning med naturvårdsinsatser* – Samma principer används för avverkning som behandling 2. Utöver detta vidtas åtgärder för att öka beståndets naturvärden. Måldiametern höjs och skillnaden mellan kvalitetsklasserna tas bort för tall och löv samtidigt som måldiametern sänks för gran, för att ge mer utrymme till övriga trädslag.



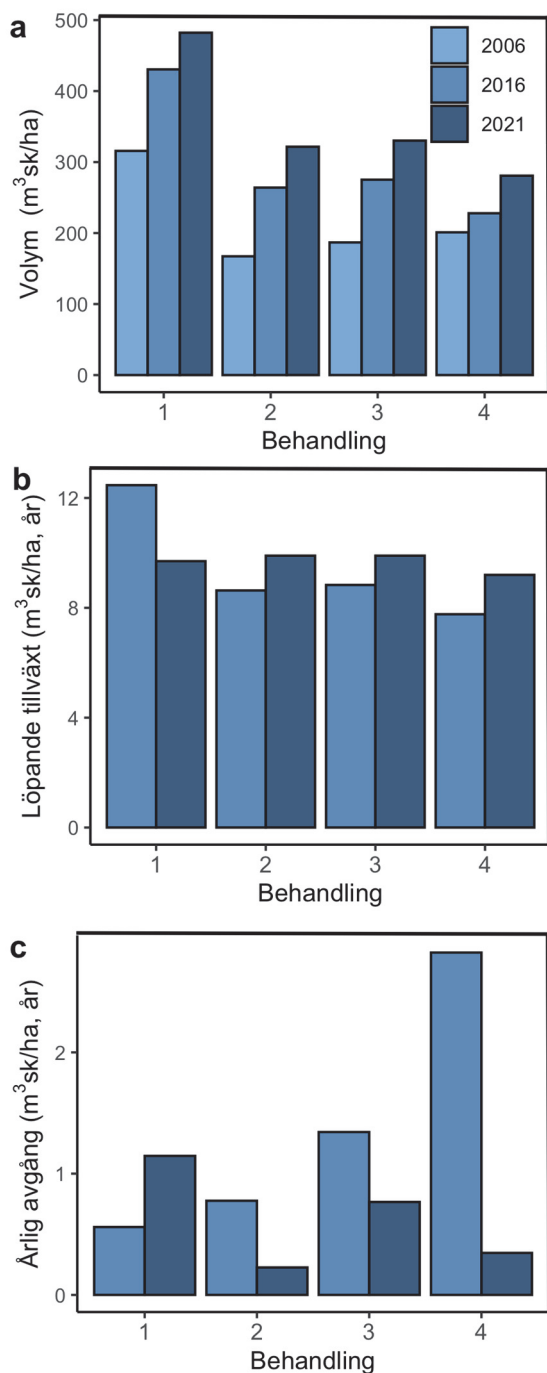
Figur 8. Försöksdesign för Eriksköp (8232).

Den första avverkningen utfördes 2008, med ett uttag på mellan 31–35 % av grundytan, motsvarande 93–140 m³sk/ha. Vid avverkningen lämnades även 15 evighetsträd per ha i alla behandlingar utom behandling 4 (måldiameterhuggning med naturvårdsinsatser), där 30 evighetsträd per ha sparades.

Försöket har reviderats vid tre tillfällen; 2006, 2016 och 2021. Plantinventeringar har också utförts 2009, 2014 och 2021. Volymutvecklingen visar ingen skillnad mellan de olika måldiameterhuggningarna (figur 9a). De obehandlade ytorna har både en högre stående volym och en högre volymtillväxt under första tillväxtperioden (figur 9b). Under andra perioden minskade den löpande tillväxten på grund av bland annat ökad självgallring (figur 9c). Tillväxten den första perioden var omkring 20 % lägre på

Tabell 1. Måldiametrar för olika trädslag och kvalitetsklasser för Eriksköp (8232)

Trädslag	Måldiameter (cm)		
	Försöksled 2 och 3		Försöksled 4
	Hög kvalitet	Låg kvalitet	
Tall	36	25	36
Gran	33	20	25
Björk	30	15	30
Bok	50	25	50
Ek	50	25	60



Figur 9. Stående volym (a) åren 2006 (efter måldiameterhuggning), 2016 och 2021, samt löpande tillväxt (b) och årlig avgång (c) under de två första mätperioderna i de olika behandlingarna i försöket Eriksköp (8232). Behandlingarna består av obehandlad kontroll (1), måldiameterhuggning (2), måldiameterhuggning med skogsvårdsinsatser (3) och måldiameterhuggning med naturvårdsinsatser (4).

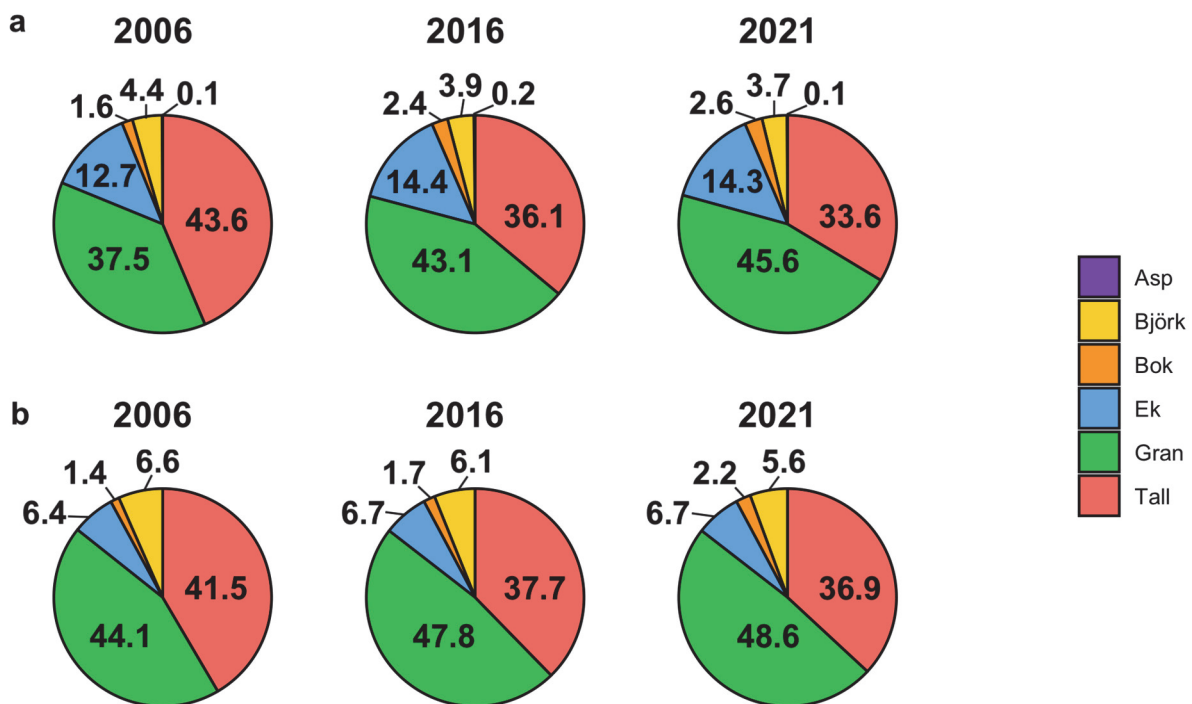
ytorna med måldiameterhuggning, jämfört med den skattade medeltillväxten över en omloppstid för en enskiktad granplantering ($10 \text{ m}^3\text{sk/ha, år}$, Drössler

m.fl. 2012). Under andra perioden har dock tillväxten ökat till omkring $10 \text{ m}^3\text{sk/ha, år}$ i parcellerna med måldiameterhuggning (figur 9b). Detta kan troligtvis förklaras av att volymen på ytorna ökat och då har även tillväxten ökat. En mer långvarig mätserie krävs för att kunna avgöra den genomsnittliga tillväxten långsiktigt i ett sådant här system jämfört med andra typer av skogar och skötselsystem.

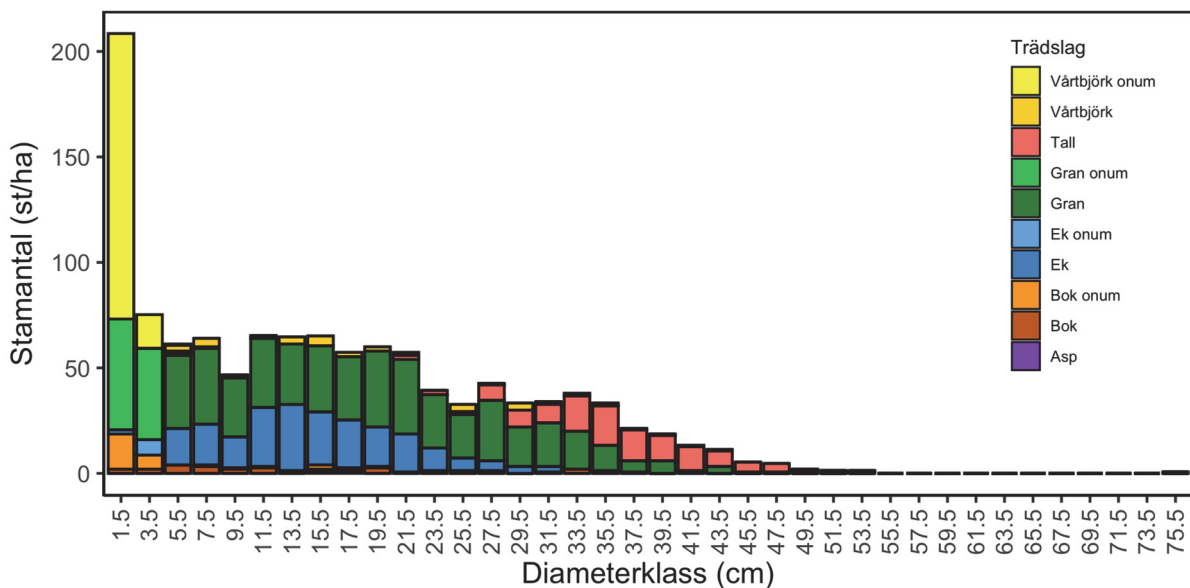
Trädslagfördelningen har förändrats något sedan försöket etablerades (Figur 10). I parcellerna med måldiameterhuggning har andelen gran ökat från 37,5 % av grundytan efter första måldiameterhuggningen till 45,6 % vid den senaste inmätningen 2021, medan andelen tall minskat från 43,6 % till 33,6 %. Övriga trädslags andelar av grundytan har varit relativt stabila. Förändringen i trädslagfördelning kan bero på åldersfördelningen och diameterfördelningen av de olika trädslagen (Figur 11). Tallen var äldre, med en diameter på omkring 30–50 cm och utgjorde därför en stor andel av de träd som avverkades 2008. På de obehandlade parcellerna minskade tallen bara från 41,5 till 36,9 %. Det finns betydligt fler yngre träd av gran som fortfarande har en hög tillväxt. En annan orsak till förändringen i trädslagfördelning är att ett hyggesfritt system bevarar skogens struktur efter avverkning och gynnar därmed mer skuggtåliga trädslag, såsom gran och bok, medan mer ljuskrävande arter, som tall och björk, missgynnas.

Föryngringen har studerats i tidigare publicerade studier (Drössler m.fl. 2015, 2017). Dessa studier visar att luckorna som skapades vid första avverkningen varierade i storlek mellan 1–1 800 m^2 (Drössler m.fl. 2015). Luckornas storlek var positivt korrelerat med antalet föryngrade plantor (Drössler m.fl. 2015, 2017). Föryngringen bestod dock till största delen av björk medan antalet plantor av bok eller gran, som kan betraktas som mer långsiktigt hållbara trädslag i en skiktad skog, var på en lägre nivå. Studierna visade också att markberedning i luckorna inte hade någon effekt på föryngringen (Drössler m.fl. 2017). En möjlig metod att få föryngring i den här typen av blandskogar som brukas med måldiameterhuggning, är avverkning med eventuell markberedning i samband med ollon- eller fröår.

Den senaste föryngringsinventeringen gjordes 2021, där antalet plantor räknades fördelat på tre höjdklasser; 10–19 cm, 20–49 cm respektive 50–130 cm. Inventeringen visade en skillnad mellan höjdklasser och behandling. Den högsta höjdklassen innehöll en stor andel björk och andra lövträd (Figur 12c). Detta återspeglar de tidigare inventeringarna, där man sett ett stort uppslag av björk. I de andra storleksklasserna var det betydligt färre björkplantor (Figur 12). Björken har kunnat nyttja det ökade ljusinsläppet och markstörningen direkt efter



Figur 10. Genomsnittlig trädslagsfördelning för parceller med måldiameterhuggning (a) och obehandlade parceller (b) i Erikssköp (8232), vid revisionerna år 2006, 2016 och 2021.

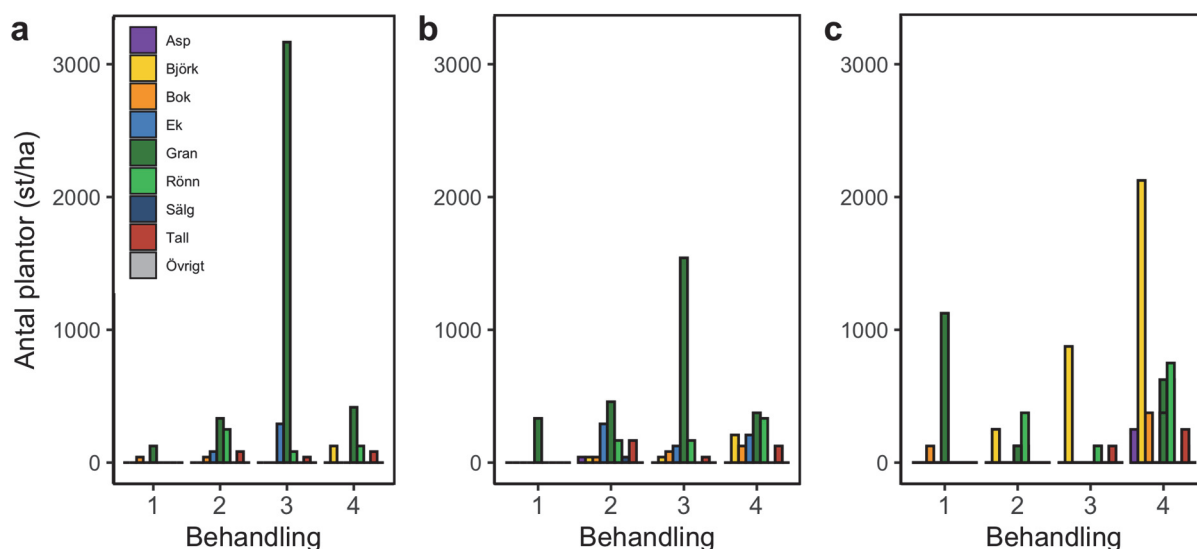


Figur 11. Diameterklassfördelning fördelad på olika trädslag i medeltal för alla parceller i Erikssköp (8232) vid inventeringen 2021, uppdelat på onummerade (där trädslagsnamnet följs av "onum") och nummerade (övriga) träd.

avverkning, men senare när annan vegetation kommit in och beståndet slutit sig har nya björkplantor haft svårt att etablera sig. Granen har dock kunnat fortsätta etablera sig och är dominerande i de lägre höjdklasserna.

Det finns betydligt fler föryngrade plantor i de måldiameterhuggna parcellerna jämfört med kontrollen. Detta stämmer väl överens med tidigare resultat, som

visat att luckorna, och även ökande storlek på dessa, haft en positiv effekt på föryngringen jämfört med nivåerna av föryngring på de obehandlade ytorna (Drössler m.fl. 2015, 2017). I de lägre höjdklasserna finns det också fler föryngrade lövträd (t.ex. ek och rönn) och tall i de måldiameterhuggna parcellerna jämfört med de obehandlade, vid senaste inventeringen. Detta indikerar att ljus och störningar behövs



Figur 12. Antal plantor fördelat på trädslag, behandling och tre höjdklasser; 10–19 cm (a), 20–49 cm (b) och 50–130 cm (c) för Eriksköp (8232) vid inventeringen 2021. Behandlingarna består av obehandlad kontroll (1), måldiameterhuggning (2), måldiameterhuggning med skogsvårdsinsatser (3) och måldiameterhuggning med naturvårdsinsatser (4).

för att förnygra dessa arter. Det stora uppslaget av gran i behandling 3 beror på två provytor som har många plantor i de lägre höjdklasserna. Även om den senaste inventeringen visar på en relativt god förnyring av olika trädslag, behövs en längre studieperiod med återkommande måldiameterhuggningar för att dra slutsatser om metodens uthållighet med avseende på inväxning av nya träd.

Summering

Försöket i Eriksköp (8232) är ett av totalt 11 försök som på något sätt behandlar måldiameterhuggning, antingen med bara ett försöksled eller som hela försök med olika måldiameterhuggningar. Dessa försök är förhållandevis unga, förutom 9022 som etablerades 1923, vilket gör att det finns relativt lite data om de mer långsiktiga effekterna av denna typ av skogsbruk under svenska förhållanden. Ett exempel på dessa nya försök är Remningstorp (1297), som presenteras nedan, där behandlingarna är jämförbara med försöket i Eriksköp. I detta försök gjordes de första avverkningarna 2017/2018 och resultat kommer därför dröja.

Eftersom volymen på ytorna i Eriksköp är på samma nivå som före första huggningen, kommer försöksplanen kunna följas med återkommande huggningar vart 15–20 år. Ett stort frågetecken är om förnyring och inväxning är tillräcklig för att skogs-skötselmetoden ska vara långsiktigt hållbar. Mer förnyring behövs kontinuerligt för att fylla på underifrån och ersätta de träd som avverkats. Tiden får också avgöra om det kommer framgå tydligare skillnader mellan de olika behandlingarna. Den senaste

inmätningen visar inga tydliga skillnader mellan de olika behandlingarna med avseende på tillväxt eller andra strukturer. En viktig fråga som kommer kunna besvaras i framtiden är hur trädslagsammansättningen förändras med tiden och återkommande huggningar. Vi ser redan ett skifte mot mer gran och bok som troligtvis kommer fortgå, men även ek har ökat i de måldiameterhuggna ytorna. Detta visar att trädslagsfördelningen kan styras med hjälp av vilken måldiameter man väljer för olika trädslag.

Försöksserie – Kontinuitetsskogsskötsel

Försöket i Eriksköp (8232) ingår i den vetenskapliga försöksserien *Kontinuitetsskogsskötsel*. Försöksserien består av 18 lokaler med olika skötsel och inriktning. Det gemensamma är att försöken fokuserar på olika typer av kontinuitetsskogsskötsel där skogen brukas utan kalavverkning.

Blinkarp (1241) är ett försök som anlades 2007 i en bokskog i västra Skåne. Målet med försöket är att studera hur olika skötsel av bokskog kan skapa en hög biodiversitet, ett högt rekreativvärde och en riklig ekonomisk avkastning. De behandlingar som ingår är:

1. Traditionell skärnhuggning med återkommande gallringar fram till slutavverkning och fröträdställning.
2. Återkommande måldiameterhuggning var 8–10 år, med måldiametern 52 och 54 cm för respektive parcell.
3. Luckhuggning, luckor med 10 m radie.

Remningstorp (1297) anlades 2014 med syfte att studera måldiameterhuggning och dess effekter på beståndsutveckling, produktion, föryngring, samt biologiska och sociala värden i ett talldominerat bestånd utanför Skara. Den första avverkningen utfördes 2017/2018. Försöksleden är:

1. Orörd kontroll.
2. Måldiameterhuggning; måldiametern är 40 cm för tall och 36 cm för gran.
3. Måldiameterhuggning med skötselriktning; måldiametern är 40 cm för tall och 36 cm för gran. Markberedning och röjning ingår.
4. Måldiameterhuggning med naturvårdsriktning; måldiametern är 40 cm för tall och 26 cm för gran, med ett långsiktigt mål att minska gran och gynna löv.

Fångåmon (1562) är beläget söder om Åre. Syftet med försöket är att undersöka om överhållen fröträdställning kombinerat med markbehandling är ett sätt att tillämpa kalhyggesfritt skogsbruk i tallskog. Försöket fokuserar på frågan om detta är ett sätt att bibehålla trädkontinuitet och de naturvärden som är kopplade till äldre tallskog. Försöket anlades 2006 och 2008 utfördes fyra olika behandlingar i tre block:

1. Konventionellt trakthyggesbruk med markberedning och plantering.
2. Skärm utan bränning och naturlig föryngring.
3. Skärm med bränning och naturlig föryngring.
4. Orörd kontroll.

Halåsen (1563) ingår i ett större demonstrationsområde på Halåsen, norr om Östersund, där Skogsstyrelsen visar upp hyggesfri skötsel ur olika aspekter. Detta försök syftar till att studera beståndsutveckling, produktion och föryngring i en skiktad, grandominerad skog som blädas. Försöket anlades 2006 och avverkades året efter. Behandlingarna är fördelade på tolv provytor, i sin tur fördelade på två block. Behandlingarna är:

1. Volymblädning med ca 30 % uttag var 15–20 år.
2. Orörd kontroll.

Yttringe (1564) är beläget på Lidingö utanför Stockholm och ingår i ett 12 ha stort demonstrationsområde med hyggesfritt skogsbruk i tätortsnära miljö, varav en del är utlagt som ett vetenskapligt försök. Försöket anlades 2007 i ett skiktat blandbestånd dominerat av gran och tall. Syftet med försöket är att studera beståndsutveckling, produktion och föryngring. Försöket omfattar tre behandlingar:

1. Volymblädning med 20 % uttag.
2. Volymblädning med efterföljande markberedning.
3. Orörd kontroll.

Roshult (1684) finns i södra Halland på en lokal med skiktad skog bestående av ett överbestånd av

tall och ett underbestånd av ek. Försöket etablerades 2016 med syfte att studera beståndsutvecklingen vid återkommande plockhuggningar av i huvudsak grova tallar.

Rogberga (1698) ligger utanför Jönköping, på ett område där man vill studera beståndsutveckling, produktion, naturlig föryngring och inväxning i flerskiktad skog, dominerad av gran och tall, som brukas med måldiameterhuggnings- och luckhuggningsmetoder. Försöket anlades 2011 och 2012 gjordes de första avverkningarna. Måldiametern är 38 cm på de ytor som behandlats med måldiameterhuggning. Luckhuggningen är utförd med fyra behandlingar där olika storlek på luckan testas:

1. Lucka med 20 m radie.
2. Lucka med 15 m radie.
3. Lucka med 10 m radie.
4. Lucka med 5 m radie.

Stavre (10507) och **Manavägen (10508)** är försök på två lokaler i östra Jämtland, med syftet att studera skadebildningen vid blädning med modern avverkningsteknik. Försöken etablerades 2010 i samband med blädning i en flerskiktad granskog. Revisionen 2010 visade låga skadenivåer, med ca 4 % skadade stammar (Modig 2010).

10132, 10133, 12606, 13793, 13794 och 13795 är försök som etablerades på sex lokaler i Tagel, Asa och Fågelfors i Småland mellan 2017 och 2020. Försökens syfte är att studera beståndsutveckling, produktion, naturlig föryngring och inväxning i flerskiktad skog med gran, tall och björk som sköts med måldiameterhuggning, luckhuggning eller skärmställning. Eftersom försöken är relativt nyetablerade finns inga resultat tillgängliga ännu.

Ätnarova (10511) är beläget söder om Gällivare och etablerades 2009 i tallskog. Det har syftet att undersöka hur olika hårda uttag påverkar mykorrhizasvampar. Det finns fyra behandlingar:

1. Kalavverkning.
2. 30 % av antalet träd lämnade.
3. 60 % av antalet träd lämnade.
4. Orörd kontroll.

Tidiga inventeringar visar på en minskning av mängden marksvampar samt en förändring i artsammansättningen vid hårda uttag (Sterkenburg 2016).

Omföring till flerskiktad skog, Moboda och Hästhagen

Försöket Moboda (1513) i Värnamo och Hästhagen (1514) i Asa är två av fyra lokaler som ingår i försökserien *Omföring till flerskiktad skog* (Figur 13). Övriga lokaler är Mordviksbodarna (1512) norr om Bräcke samt Halåsen (1511) norr om Östersund. Syftet med försöksserien är att studera hur man med

hjälp av skötsel kan påverka skiktningen i ett medelålders homogent granbestånd. Det som studeras är trädens utveckling och inväxningen av naturlig förnygring.



Figur 13. Placering av försöken i serien Omföring till flerskiktad skog: Hästhagen (1514), Moboda (1514), Mordviksbodarna (1512) och Halåsen (1511).

Som bakgrund till försöken har man utgått från sex arbetshypoteser:

1. Efter 50 år kommer de minsta träden i dagens generation vara lika stora som de största inväxande träden från nästa generation.
2. En heterogen skog producerar mindre än en homogen skog.
3. Efter 10 år kommer det finnas en tillräcklig förnygring, med minst fem plantor per m² som är högre än 0,5 m i ytorna med 60 % uttag.
4. Bestånd med 20–30 % av full ljustillgång ger bäst förnygring.
5. Variationen i plantuppslag i provytorna kommer inte överstiga 10 %.

6. Låg grunddyta under förnygringsfasen kommer inte påverka medeltillväxten med mer än 20 % sett över hela omloppstiden.

Försöken i serien är anlagda mellan 2010 och 2013 i bestånd med en ålder på 28 (1514), 29 (1513), 41 (1512) respektive 45 år (1511). Första åtgärden var en stark gallring med 60 % uttag, utförd med tre typer av uttag (Figur 14):

- A. Bibehållen diameterspridning
 - Med och utan markberedning
 - Med och utan gödsling
- B. Bibehållen diameterspridning med krav på trädens rumsliga fördelning
 - Med och utan markberedning
- C. Begränsad diameterspridning genom att avverka de största och de minsta träden
 - Med och utan gödsling
- D. Orörd kontroll.

Försöken har visat en varierad respons vad gäller förnygring. En plantinventering gjordes av Skogsstyrelsen 2022 på de gallrade parcellerna i Halåsen (1511) och i Mordviksbodarna (1512). Denna visade på en god förnygring av gran i Halåsen (1511), med mellan 1 200 och 4 300 st/ha, i medeltal 2 400 st/ha. I Mordviksbodarna (1512) var förnygringen av gran sämre, med mellan 0 och 2 000 st/ha, i medeltal 636 st/ha. Lokalerna i södra Sverige har näst intill helt utebliven förnygring. Detta visar på svårigheterna med att omföra homogen skog till mer skiktad struktur. Det behövs mer forskning på vilka typer av marker och vilka stadier under omloppstiden som den här typen av åtgärder ger en tillräcklig naturlig förnygring, samtidigt som risken för vindskador minimeras.

På grund av de uteblivna effekterna efter första gallringen, togs ett beslut 2021 om att ändra försöksdesignen för försöken i Moboda (1513) och Hästhagen (1514). De nya behandlingarna innehåller två gallringsformer, höggallring och fri gallring med bibehållen diameterfördelning, med två olika stora uttag, 25 % respektive 50 % av grundytan (Tabell 2). Grundytan efter gallring ska bli mellan 10–12 m²/ha för behandlingen med 50 % uttag och 15–17 m²/ha vid 25 % uttag. Vid skrivandet av denna rapport är de nya behandlingarna inte utförda på de två sydliga försökslokalerna. Den ursprungliga försöksdesignen ligger kvar för Halåsen (1511) och Mordviksbodarna (1512).

Vid den senaste inventeringen i Moboda (1513) år 2021 var den löpande tillväxten för försöket i genomsnitt 9,4 m³sk/ha, år, med en variation mellan 6,8 och 10,8 m³sk/ha, år (Figur 15). För Hästhagen (1514) var den löpande tillväxten i genomsnitt 9,9 m³sk/ha, år, med en variation mellan 7,1 och 15,1 m³sk/ha, år.

A. Bibehållen diameterspridning		B. Bibehållen diameterspridning med rumsligt krav	C. Minskad diameterspridning	D. Kontroll
1 Gallring 60 %	6 Gallring 60 % - Markberedning	7 Gallring 60 %	3 Gallring 60 %	9 Kontroll
5 Gallring 60 % - Markberedning - Gödsling	8 Gallring 60 % - Gödsling	2 Gallring 60 % - Markberedning	4 Gallring 60 % - Gödsling	

Figur 14. Beskrivning av behandlingarna vid utläggningen 2011 i Moboda (1513) för provytorna 1–9.

Det var relativt liten skillnad i grundyta mellan ytorna som tidigare gallrats innan andra gallringen, med en genomsnittlig grundyta på 22,6 m²/ha för de gallrade ytorna i Moboda (1513) och 19,2 m²/ha för de gallrade ytorna i Hästhagen (1514, Figur 16). Avgångar förekom i samtliga ytor i 1513 och 1514. I de obehandlade kontrollytorna rörde det sig främst om självgallring och i de gallrade ytorna var det framför allt vindskador som bidrog till avgångarna. I 1514 har upp emot 15 % av volymen vindfällts (Figur 16).

Tabell 2. Behandling och grundyta efter gallring år 2021 i Moboda (1513) och Hästhagen (1514)

Försök	Yta	Behandling	Grundyta (m ² /ha)
1513	1	Fri gallring 50 %	12,0
1513	2	Fri gallring 25 %	16,3
1513	3	Höggallring 50 %	15,1
1513	4	Höggallring 25 %	12,1
1513	5	Höggallring 25 %	16,7
1513	6	Fri gallring 25 %	16,6
1513	7	Fri gallring 50 %	12,7
1513	8	Höggallring 50 %	12,2
1513	9	Kontroll	33,5
1514	1	Fri gallring 50 %	10,5
1514	2	Kontroll	34,1
1514	3	Höggallring 25 %	15,0
1514	4	Fri gallring 25 %	15,9
1514	5	Höggallring 25 %	15,9
1514	6	Fri gallring 25 %	16,4
1514	7	Höggallring 50 %	12,0
1514	8	Fri gallring 50 %	11,5
1514	9	Höggallring 50 %	10,5
1514	10	Kontroll	36,3
1514	11	Gallring 50 %	11,1

Summering

Eftersom försöken i *Omföring till flerskiktad skog* är unika i sitt slag och behandlar en av de viktigaste frågorna kopplade till hyggesfritt skogsbruk, nämligen hur man aktivt kan omföra homogena enskiktade skogar till heterogena skiktade, är de viktiga. Tyvärr är effekterna av den första behandlingen i försöken i södra Sverige små, vilket alltså lett till en förändrad försöksdesign för ytorna i Småland. De nya behandlingarna är dock förknippade med stora risker för vindskador, då ytorna gallras hårt, upp till 50 % vid en höjd på strax under 20 m.

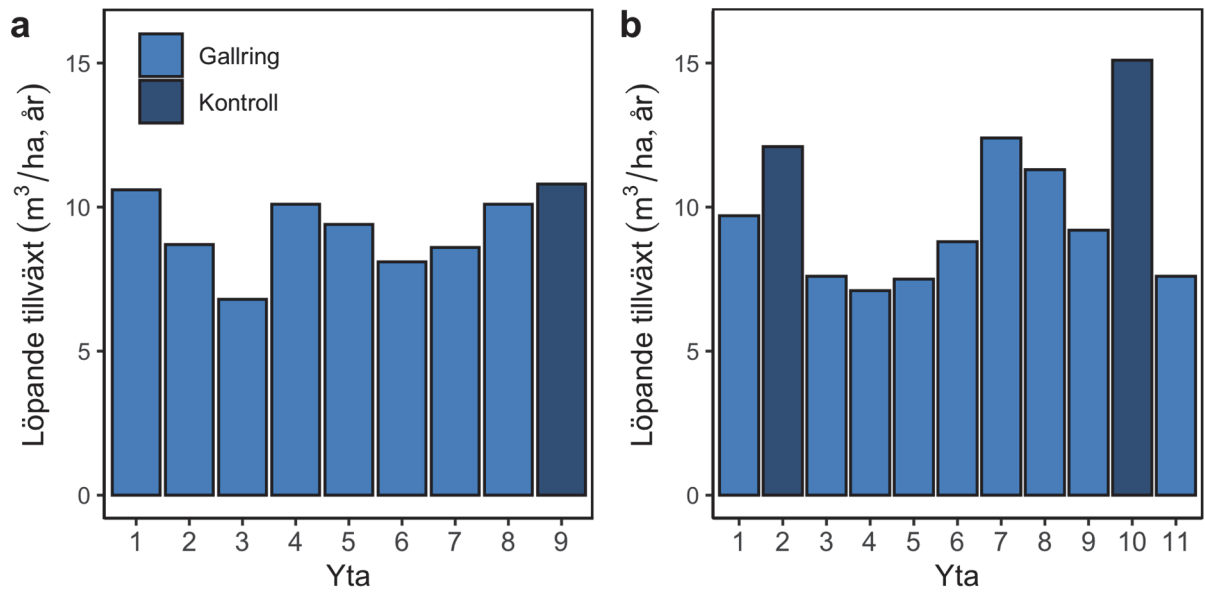
Den stora variationen i resultat från de olika lokalerna visar på vikten av att fortsätta studera frågan om omföring. Fler liknande försök behöver etableras som kan ge ytterligare kunskap om vilken typ av bestånd som lämpar sig för omföring till mer skiktad skog, vilken ålder skogen bör ha vid åtgärd, lämpliga ståndorter, etc.

En utmaning som man står inför när man ska omföra en enskiktad granskog på detta sätt är att man vill göra det tidigt i omloppstiden för att undvika risken för stormskador, som ökar då träden blir större (Persson 1975). Det har förekommit relativt omfattande vindskador i försöken och mer kan förväntas om hårda gallringar genomförs fortsatt.

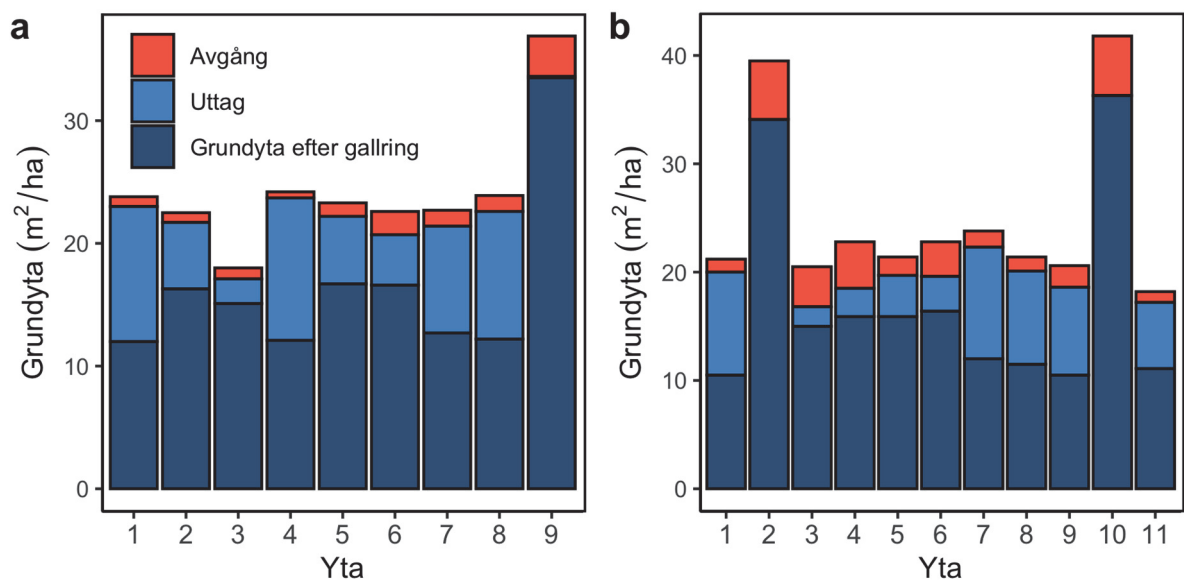
Samtidigt producerar yngre träd färre frön (Hagner 1965, Nygren m.fl. 2017), vilket gör att möjligheten till en fullgod naturlig föryngring minskar. Ett alternativ som testas i en del demonstrationsförsök och enskilda ytor är att gå in redan under föryngrings- och röjningsfaserna och aktivt skapa mer variation, samtidigt som den variation som naturligt skapas får vara kvar, för att med tiden få ett mer skiktat bestånd.

Schackrutehuggning, Nattavaaravägen

Försöket Nattavaaravägen (12510) i Gällivare är ett praktiskt bolagsförsök anlagt av Sveaskog där luckhuggning utförts systematiskt i ett schackrutigt mönster, så kallad schackrutehuggning. Syftet med



Figur 15. Löpande tillväxt för gallrade respektive ogallrade kontrolltytor i Moboda (1513, a) och Hästhagen (1514, b) för perioderna 2010-2021 (a) respektive 2013-2021 (b).

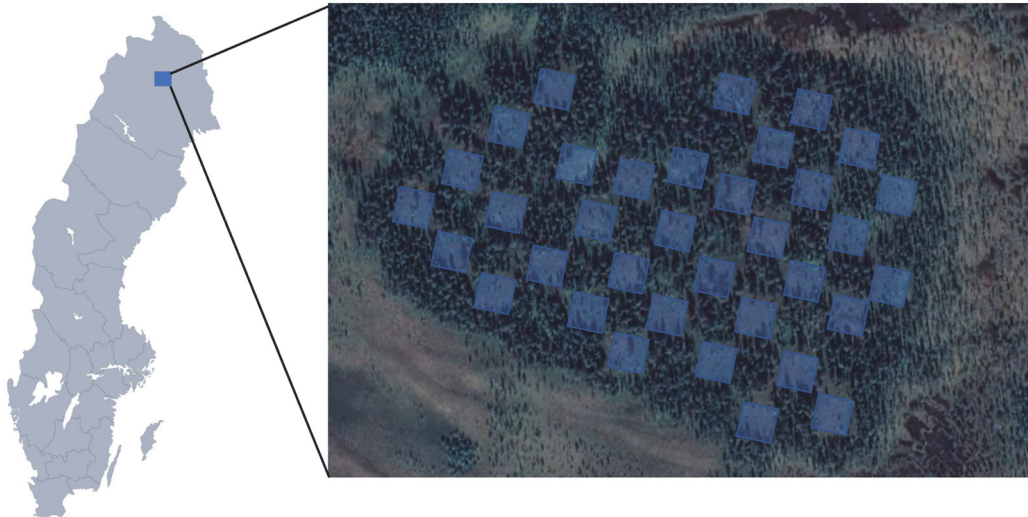


Figur 16. Grundytan på samtliga ytor i Moboda (1513, a) och Hästhagen (1514, b), uppmätta 2021, uppdelat på den kvarvarande grundytan efter en andra gallring, uttaget vid gallringen, samt de avgångar som mätts upp sedan förra revisionen 2010 respektive 2013. Ytorna 9 (a), 2 (b) respektive 10 (b) är orörda kontroller.

försöket är att studera skogens utveckling och undersöka skötselmetodens effekter på skogsbruk och rennäring genom att inte skapa stora kalhyggen vid avverkning utan i stället mindre luckor omgivna av etablerad skog. Därför studeras både tillväxten av den naturliga trädförnyringen i luckorna samt tillväxten och etableringen av epifytiska hänglavar både i luckorna och i den etablerade skogen mellan luckorna. Området på 12,7 ha har en trädslagsblandning med ca 44 % gran, 45 % tall och 11 % björk. Försöket anlades 2007, vid en ålder av ca 120 år. Avverkningen

är utförd i ett schackrutigt system med 35 luckor om vardera 40×40 meter (Figur 17).

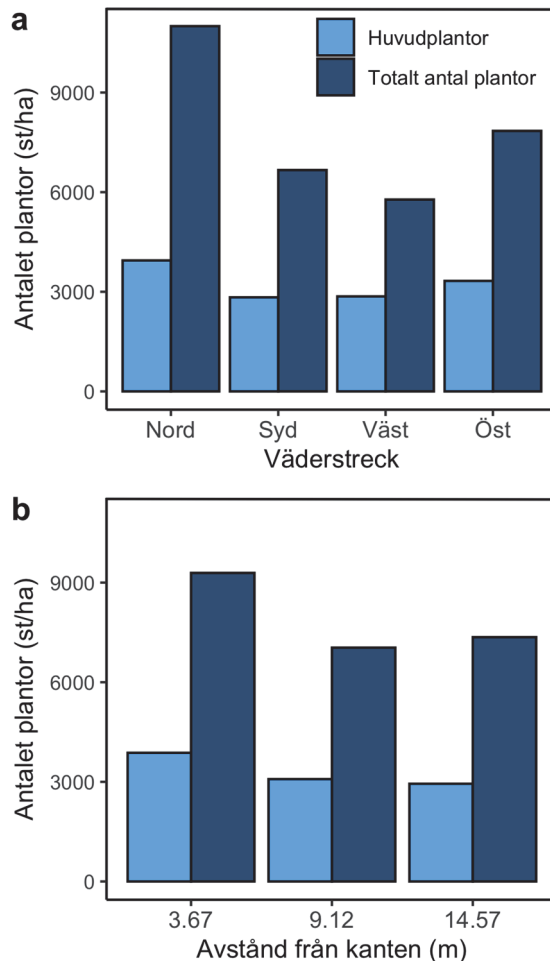
År 2017, 10 år efter avverkning, inventerades trädförnyringen i 14 av luckorna samt förekomsten av hänglav i 14 rutor mellan luckorna. Resultaten presenterades i ett examensarbete av Ackemo (2018). Syftet med studien var att undersöka om det fanns en tillfredställande förnyring av träd och hänglav efter schackrutehuggningen, samt om det fanns några kanteffekter i och/eller mellan luckorna.



Figur 17 Översiktskarta samt försöksdesign för Nattavaaravägen (12510, ©Lantmäteriet).

Studien visade på en lyckad förnyring i luckorna, med ett genomsnittligt plantantal på 2 400 st/ha, där tall var det vanligast förekommande trädslaget (46 %). Inget samband syntes mellan antalet plantor eller plantornas storlek och avstånd från luckans kant eller väderstreck, vilket visar på en jämn förnyring i hela de 0,16 ha stora luckorna. Däremot fanns en tydlig, positiv effekt på förnyringen av markpåverkan från drivningsmaskinerna. Hänglavens biomassa i ytorna med kvarlämnad skog var inte heller påverkad av avståndet till ytans kant eller väderstreck. Undersökningen visade också att hänglaven lyckats sprida sig till stora delar av de avverkade luckorna. Den goda förnyringen samt förekomsten och spridningen av hänglav visar på möjligheten att med denna skötselmetod kunna bedriva ett produktivt skogsbruk, samtidigt som hänsyn tas till rennäringens behov av bete.

2021 återinventerades samma ytor som mättes in 2017. Den nya inventeringen visade på en fortsatt god förnyring, där antalet huvudplantor ökat till i genomsnitt 3 200 st/ha. Tall är det vanligaste trädslaget bland huvudplantorna (45 %), följt av björk (36 %) och gran (19 %). Denna gång fanns det ett signifikant samband mellan antalet huvudplantor och deras position i luckan, där det fanns fler huvudplantor i luckornas norra del jämfört med den södra (Figur 18a) och fler huvudplantor närmare luckans kant jämfört med närmare mitten (Figur 18b). Även det totala antalet förnygrade plantor var fler i norr jämfört med övriga väderstreck (Figur 18a), däremot skiljde sig inte det totala antalet plantor mellan olika avstånd från luckans kant. Trots att positionen i luckan visade sig ha en viss effekt på antalet huvudplantor var det fortfarande i genomsnitt fler än 1 800 huvudplantor/ha (totalt antal plantor i genomsnitt var fler än 3700 st/ha) i alla inmätta provytor, oavsett



Figur 18. Medelantalet huvudplantor (blå) och det totala antalet plantor (mörkblå) i luckorna vid inventering på Nattavaaravägen (12510) år 2021. Antalet plantor i luckorna i de fyra väderstrecken (a) och antalet plantor i luckorna på tre avstånd från luckans kant, 3,67 m, 9,12 m resp. 14,57 m.

väderstreck och avstånd från kant. Detta tyder på en fortsatt lyckad naturlig föryngring i luckorna. Precis som vid inventeringen 2017 var det ingen skillnad i trädens storlek med avstånd från luckans kant eller väderstreck, träden växte lika bra oavsett var i luckan de befann sig. Den genomsnittliga höjden för huvudplantorna i alla luckor var 60 cm 2021.

Ytterligare tre försök med schackrutehuggning

Utöver Nattavaaravägen (12510) finns det ytterligare tre etablerade försök med schackrutehuggning, 7200 och 7205 (Kulbäcksliden) samt 10729 (Torringsmon). Dessa ingår inte i någon försökserie men presenteras här.

Försöken 7200 och 7205 är båda anlagda på Kulbäckslidens försökspark utanför Vindeln, i talldominerad skog, där 7200 är av mer blandskogskaraktär med både gran- och björkinslag. Vid etableringen av försöken år 2005 var skogen i 7200 53 år och 7205 34 år gammal. Båda försöken har samma försöksdesign med totalt 20 ytor på 45×30 m (0,135 ha), varav tio luckor har avverkats och tio ytor har lämnats orörda. Båda försöken anlades 2005, i samband med avverkning. Senare samma år planterades luckorna med tall och granplantor i slumpvis blandning och efter manuell markberedning. Vid försöksanläggningen avverkades även ett referensområde, där tall och gran planterades för att kunna jämföras med plantorna inom schackruteförsöken.

Borgstrand (2014) presenterade resultat för föryngringen och den kvarvarande skogens tillväxt från de första 6 till 8 åren efter försökets etablering. Studien visade på en negativ kanteffekt, där både tall- och granplantorna hade en lägre höjdtillväxt närmare kanten jämfört med i mitten på ytorna. Tallplantorna hade omkring 20 % lägre höjdtillväxt i kanten på luckan jämfört med mitten och för granplantorna var skillnaden större, med omkring 40 % lägre höjdtillväxt. Tallplantorna hade också ca 30 % högre höjdtillväxt i luckornas norra delar än i övriga väderstreck, medan granplantorna inte hade påverkats av väderstreck. Vid en jämförelse med referensytan visar studien att tallplantorna växte omkring 30 % sämre i luckorna jämfört med på hygget, medan granplantorna hade samma tillväxt i båda områdena. På ytorna med etablerad skog uppmättes en positiv kanteffekt, där träden närmare kanten till luckan växte bättre jämfört med träden i ytans mitt. Denna kanteffekt var tydligast för tall (det äldre trädsiktet), som hade omkring 20 % högre volymtillväxt, medan både gran och glasbjörk (det yngre trädsiktet) hade liknande tillväxt inom hela ytan. Ingen effekt av väderstreck kunde uppmätas för de etablerade träden. Vid en jämförelse med en angränsande, orörd skog var tillväxten högre i de kvarlämnade ytorna än i den orörda skogen.

Försöket 10729 i Torringsmon utanför Bräcke är ytterligare ett försök med schackrutehuggning, som anlades 2012 i då 120-årig tallskog. Försöket består av 16 avverkade luckor på 45×30 m (0,135 ha), där olika föryngringsåtgärder utförts:

- i) naturlig föryngring utan ytterligare åtgärd,
- ii) markberedning och naturlig föryngring,
- iii) markberedning och plantering,
- iv) plantering utan markberedning.

Planteringen gjordes med tall 2014. Två av ytorna, 7 och 11, stängslades in med viltstängsel för att kunna studera plantornas tillväxt utan effekt av viltbete. Ett examensarbete av Fernemar (2018) presenterade föryngringsresultatet 2016. Detta visade att det fanns flest plantor i de planterade och markberedda ytorna, med upp till 7 000 plantor/ha. Alla behandlingar uppfyllde Skogsstyrelsens föryngringskrav, då övriga behandlingar hade stamantal på mellan 2 000 och 3 000 plantor/ha. Föryngringen påverkades negativt av luckornas kanter, med en högre volym och tillväxt för plantorna längre ut i luckan jämfört med närmast kanten.

Summering

Schackrutehuggning är fortfarande på en försöksnivå i Sverige, men ett system som blivit mer och mer efterfrågat för att sköta skogen hyggesfritt. Umeå kommun, flera av skogsbolagen och även ett antal större privata markägare, har i samråd med SLU genomfört denna typ av huggning som skapar en tvåskiktad skog där ett trädsikt bevaras efter varje avverkning. Detta gör att skogskänslan bevaras i beståndet och att andra värden, t.ex. hänglav till renbete, bevaras även efter avverkning samt att lavens spridning till nästa trädgeneration säkras.

Eftersom dessa aktuella försök är relativt unga, de första från 2005, är det svårt att dra några slutsatser om de långsiktiga effekterna på produktion och andra värden för skogar som brukas med schackrutehuggning. Ytterligare tid och minst en avverkning till där den kvarlämnade skogen avverkas och träden i de nuvarande luckorna blir skärmträd till nästa generation behövs, för att säkra slutsatser om metodens uthållighet ska kunna dras. De studier som gjorts i dessa försök tyder dock på att föryngringen kan etablera sig bra i luckorna som uppstår efter avverkning. Naturlig föryngring av både tall och gran har etablerat sig bra, precis som planterade plantor. Vid plantering mister man dock fördelen med billig naturlig föryngring, men man får å andra sidan möjligheten att påverka trädslagssammansättningen och kan ta tillvara förädlings effekter om man använder förädlad material.

Kanteffekterna på plantornas tillväxt är en viktig fråga när det kommer till olika former av luckhuggning, där små luckor utsätts för stor konkurrens från omkringliggande bestånd medan stora luckor kan vara svåra att föryngra naturligt och man kan mista den hyggesfria känslan. Resultaten hittills från dessa försök har inte varit helt entydiga, men försöken med luckor på 0,135 ha visar en negativ kanteffekt, där plantor nära beståndskanten har växt sämre jämfört med plantor i de centrala delarna av luckorna. Försöket 12510 (Nattavaaravägen) med 0,16 ha stora luckor visar dock ingen kanteffekt på föryngringens tillväxt. Antalet plantor vid den senaste inventeringen visade dock på en påverkan av position inom luckan, vilket kan tyda på att dessa effekter kommer senare under omloppstiden. Fler undersökningar behöver göras för att ge en tydligare bild av föryngringens kanteffekter och hur mycket luckans storlek, ålder respektive höjd på den kvarlämnade skogen samt andra ståndortsfaktorer spelar in i föryngringens etablering och tillväxt.

Eftersom de fyra försök som finns i dagsläget är placerade i Norrbotten, Västerbotten och Jämtland behövs vetenskapliga försök med schackrutehuggning även i mellersta och södra Sverige. Detta för att få en mer komplett gradient av klimat och ståndortsfaktorer och därmed mer generella resultat.

Blädning, Hästmyran

Försöket Hästmyran (9082) består av en provyta på 0,52 ha som etablerades i ett skiktat granbestånd, beläget i Siljansfors försökspark. Beståndet har brukats med återkommande volymblädningar med start 1959 och sedan med ett intervall på mellan 10–12 år mellan huggningarna; 1969, 1979, 1990, 2000, 2012 respektive 2021. Försöket är värdefullt på grund av den långa kontinuiteten med jämnt återkommande blädningar sedan slutet på 1950-talet. Det ger en god inblick i den långsiktiga effekten av återkommande blädningar i fullskiktad granskog.

Vid den senaste blädningen, 2021, valdes en fortsatt hög stående volym, 202 m³sk/ha (Figur 19a) och en grundyta på 22 m²/ha efter blädningsavverkningen. Den ökade volymen tillsammans med det ökade antalet grova stammar kan förklara den höga volymtillväxten mellan blädningsingreppen på senare tid (Figur 19b). Stamantalet för träd grövre än 8,5 cm ökade från drygt 300 st/ha 1959 till drygt 780 st/ha 2021. Från 1979 och framåt har diameterklassfördelningen i det kvarvarande beståndet följt formen väl för en fullskiktad skog, med tillskott av nya inväxande träd och uttag av de allra största träden (Figur 19c). Detta tyder på ett långsiktigt hållbart brukande och uttag av virke genom blädning och naturlig föryngring av framför allt gran.

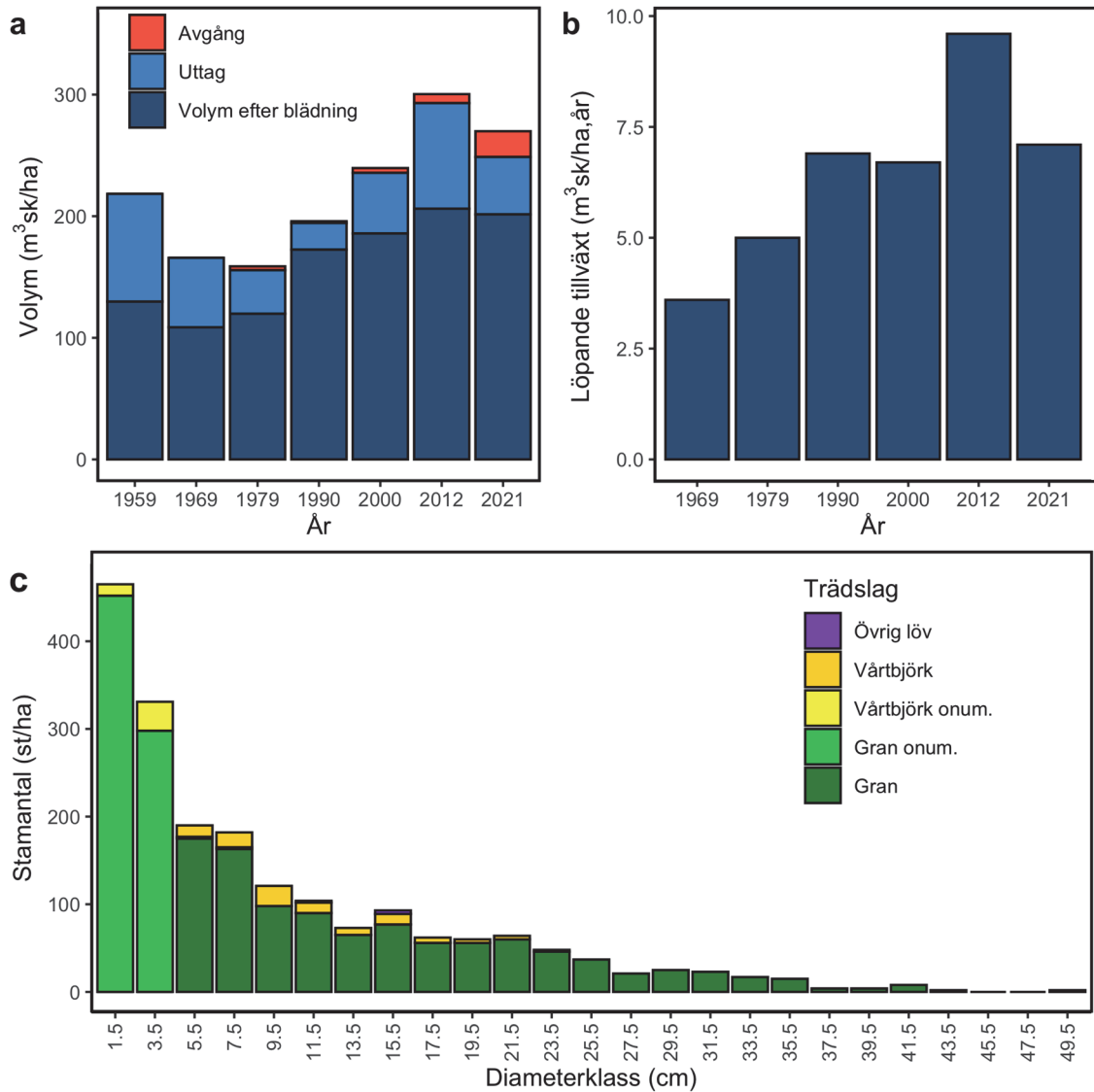
Försöksserie – Blädningsförsök

Blädningsförsöket 9082 i Siljansfors ingår i försöksserien *Blädningsförsök*. Försöksserien består av sju lokaler med vetenskapliga försök med fokus på skötsel av flerskiktad och fullskiktad skog genom blädning eller andra former av selektiv avverkning. I denna försöksserie återfinns några av de hyggesfria försöken med längst kontinuitet av skötsel och inmätningar.

Leksberget (9022) i Siljansfors försökspark består av en jämförelse mellan olika skötselmetoder, anlagt 1923 och består av fem 1 ha stora provytor med olika behandlingar: Naturlig föryngring under fröträd, plantering, blädning, dimensionsavverkning och orörd skog. Idag har blädningsytan delats upp i fyra avdelningar på 0,25 ha vardera. Blädning utfördes 1923, 1931, 1939, 1949, 1956, 1965, 1970, 1975, 1985, 1990, 2006 och 2017. Volymen efter blädning har varierat, från 50 m³sk/ha mellan 1931–1975 till att efter de senaste blädningarna 2006 och 2017 ligga på drygt 160 m³sk/ha. Tillväxten har också successivt ökat på blädningsytorna, från 1,8 m³sk/ha, år för perioden 1932–1939 till 5,5 m³sk/ha för perioden 2006–2017. Denna ökning av tillväxten beror sannolikt på den ökade stående volymen.

Bielite (2489) är ett försök med jämförelser mellan olika alternativa skötselmetoder i fjällnära skog utanför Vilhelmina. Jämförelsen görs mellan blädning, dimensionshuggning, luckhuggning och obehandlad kontroll. Försöket är ett randomiserat blockförsök med två block med fyra parceller vardera där varje parcell ha en egen behandling. Lokalen etablerades 1989 och har följts upp 1994, 2002 och 2010. I blädningen har man tagit ut 25–30 % av virkesförrådet med målet att beståndet fortsatt skulle vara fullskiktat. För dimensionshuggningen sattes dimensionsgränsen till 20 cm för block 1 och 30 cm för block 2, med ett mål för kvarvarande virkesförråd på drygt 50 m³sk/ha. I luckhuggningen har man gjort fyra cirkulära luckor med en radie på 10 m i varje parcell.

I sitt examensarbete studerade Ahlström (2011) de olika behandlingarnas beståndsstruktur, inväxning och volymtillväxt. Diameterfördelningen förändrades inte i någon större utsträckning mellan 1989 och 2010. Alla parceller hade fortfarande skiktning med en diameterfördelning där antalet träd minskar med ökad diameter. Andelen björk minskade dock under försöksperioden från 5–7 % av den stående volymen 1989 till 3–5 % 2010. Den löpande årliga tillväxten var 1,6–3,0 m³sk/ha, år för blädningen, 1,2–1,5 m³sk/ha, år för dimensionshuggningen, 1,4–2,1 m³sk/ha, år för luckhuggningen och 2,1–3,4 m³sk/ha, år för den obehandlade kontrollen. Den löpande tillväxten var korrelerad med stående volym efter behandling, vilket varierade mellan 50–200 m³sk/ha. Detta stämmer väl överens med övrig



Figur 19. Stående volym, inklusive avgångar och uttag vid blädning (a), löpande tillväxt mellan blädningar (b), samt diameterklassfördelning efter senaste blädningen 2021 (c) i blädningförsöket Hästmyran (9082) i Siljansfors. Följs trädslaget av "onum." betyder det att träden är onummerade och inte tilldelats ett trädnummer.

litteratur och visar på vikten av att inte minska den stående volymen för mycket om man vill hålla upp tillväxten. Variationen i inväxning är stor mellan de olika parcellerna och behandlingarna. För blädningstorna var inväxningen mellan 1,5 och 9 träd/ha, år och i medeltal 5,25 träd/ha, år. För övriga behandlingar var inväxningen 6,3 träd/ha, år för dimensionshuggningen, 4,1 träd/ha, år för luckhuggningen och 2,4 träd/ha, år för kontrollbehandlingen. Ingen signifikant skillnad kunde ses mellan behandlingarna i stående volym efter åtgärd och inväxningen. Dock fanns en antydning till minskad inväxning med ökad volym efter behandlingen, vilket visar på vikten av att avväga volymtillväxt och stående volym mot inväxning och förnyngningsresultat.

Gammelstorp (2487) är ett grandominerat fullskiktat bestånd med inslag av löv, beläget i Ronneby. Lövinslaget består framför allt av bok, klipbal och björk, men även ek, rönn och sälg förekommer. Beståndet blädades våren 1985 och har sedan reviderats 1988, 1992, 1999, 2005 och 2013. Volymen vid avverkningstidpunkten var 302 m³sk/ha före uttaget och 243 m³sk/ha efter, d.v.s. ett uttag på 20 %. Den löpande tillväxten var i genomsnitt 8,8 m³sk/ha, år under perioden 1985–2013. Trots den goda löpande tillväxten, var den stående volymen vid den senaste inmätningen bara 242 m³sk/ha. År 2005 låg volymen på 307 m³sk/ha och var alltså åter upp i den volym som fanns innan första blädningen, men stora vindskador uppkom i beståndet efter en storm hösten

2013, då 35 % av volymen fick tas ut i form av vindfallen. Även tidigare under försöksperioden förkom det viss avgång, framför allt mellan åren 1989–1992 och 1993–1999, då 13 % respektive 19 % av volymen gick bort både i form av vindskador och av andra orsaker. Inväxningen under perioden 1985–2005 var 3,3 träd/ha, år.

Ätnarova (2279) och Fagerland (2280) är två försök i Ätnarova utanför Gällivare och Fagerland norr om Östersund med samma design: två block med sju parceller i varje, totalt 14 parceller per försök. Försöken etablerades 1990 respektive 1991 för att studera hur föryngringen vid en tvåskiktad skärmskog och en flerskiktad skog påverkas av det kvarvarande beståndets virkesförråd. I försöken utfördes låggallring och höggallring/blädning i skiktad granskog med olika stora uttag. Behandlingarna är olika kombinationer av:

- Kontroll
- Lågt kvarvarande virkesförråd (85 % uttag)
- Medel kvarvarande virkesförråd (60 % uttag)
- Högt kvarvarande virkesförråd (35 % uttag)
- Hugget från botten (låggallring för att skapa en skärmställning)
- Hugget från toppen (höggallring/blädning för att bevara en fullskiktad struktur)

En sammanställning av Elfving (2005) från Fagerland (2280) visade på en högre tillväxt för de höggallrade ytorna jämfört med de låggallrade vid samma grundyta. Inväxningen (antalet träd som växte in över 5 cm i brösthöjd) var starkt negativt korrelerad med grundytan, där en högre grundyta resulterade i en lägre inväxning. Inväxningen bestod uteslutande av gran. En jämförelse gjordes också av tillväxten i försöket i Ätnarova (2279) och Fagerland (2280) mot ett simulerat trakthyggesbruk. Tillväxten var 62 % vid blädning i Ätnarova och 83 % i Fagerland, i jämförelse med det simulerade trakthyggesbruket.

Ett examensarbete av Edman (2019) undersökte bladarean och virkesproduktionen i Ätnarova (2279). Bladarean i försöket varierade mellan 0,62 och 2,17, där den högre bladarean var korrelerad till högre stående volym, grundyta och stamantal. Tillväxten, vilket låg på drygt 2 m³sk/ha, år i genomsnitt, var inte korrelerad till bladarean, men den var dock korrelerad till stående volym, vilket stämmer med Elfving's tidigare studie och annan litteratur där stora uttag leder till låga volymer och låg tillväxt.

VS 7 Svarberget (13713) är ett försök anlagt 1924 med fyra parceller: en orörd, två med blädning och en kalavverkad. Blädningsytorna blädades igen 1935, 1947, 1953, 1960 och 1970. Efter 1970 finns inga registrerade behandlingar eller inmätningar. Försöket låggallrades under 1970-talet, vilket gör att fortsatta studier på blädning kan ifrågasättas. 2012

användes historiska data från de blädade avdelningarna tillsammans med två parceller från ett blädningsförsök i Siljansfors (9056) och försöket i Gammelstorp (2487) för att ta fram en tillväxtmodell för enskilda träd i grandominerad fullskiktad skog som blädas (Pilo 2012). Modellen skattade årlig diametertillväxt. Resultaten visade att tillväxten varierade stort, även mellan träd av samma storlek, men att virkesförråd och beståndsstruktur, t.ex. diameterspridning, har en effekt.

Summering

Försök med blädning är en av de vanligaste behandlingarna bland de hyggesfria försöken. Både i form av enskilda försök som bara behandlar blädning och som en av flera behandlingar i större försök där olika skötselmetoder jämförs, till exempel Leksberget (9022) och Bielite (2489). Detta beror troligtvis på att blädning och selektiv avverkning av skiktade skogar har en lång tradition, vilket förklarar att några av de försöken med längst kontinuitet är blädningsförsök. Detta beror såklart också på att målet med blädning är att bevara skogens fullskiktade struktur och bara göra jämnt återkommande små uttag.

Utmaningen med blädning är först och främst att det behövs en fullskiktad skog av ett träslag som klarar av att bevara denna struktur. På våra breddgrader är det framför allt gran som klarar detta, vilken återspeglas i befintliga försök, som framför allt behandlar gran. Detta är en stor begränsning i hur mycket av skogsmarken som är lämplig för hållbar blädning och var man kan lägga ut försök.

Andra utmaningar med skötseln är att finna rätt balans mellan stående volym, tillväxt, avverkningsnivå och inväxning av nya träd. De kontrollerade fältförsöken tyder på ett negativt samband mellan stående volym och inväxning. Däremot visar undersökningar av praktiskt blädade bestånd inte på samma tydliga samband (Lundqvist 2004; Hannerz m.fl. 2017). Det är en komplicerad samverkan mellan beståndets underväxt, plantetablering, beståndets täthet, avverkningsintensitet, mängden skador vid avverkning och ståndortsfaktorer. Tittar man på ett enskilt exempel, som blädningsförsöket Hästmynan (9082) i Siljansfors, verkar man där ha funnit en hållbar nivå för både tillväxt, virkesuttag, föryngring och inväxning, då skogen de senaste 30 åren legat på ett virkesförråd efter uttag omkring 200 m³sk/ha och kunnat göra uttag på i genomsnitt 50 m³sk/ha ungefär vart 10:e år.

Det kommer behövas mer forskning för att ta fram mer generella slutsatser och rekommendationer gällande blädning. Det som framför allt skulle behövas är fler försök längre söderut i landet, för att kunna studera blädning på fler typer av ståndorter, i fler typer av klimat och på fler träslag. De flesta försöken som ingår i försöksserien *Blädningsförsök* är belägna

i norra halvan av landet. En begränsande faktor är dock tillgången på nära fullskiktad skog att anlägga försök i.

Skärmställning med tall, Linnebjörke

Linnebjörke (8601) är ett försök utanför Växjö som anlades för att studera etableringsfasens inverkan på föryngring och senare beståndsutveckling av tall. Försöket lades ut i ett omkring 15 ha stort 78-årigt tall- och granbestånd med ståndortsindex T27. Vid anläggningen delades försöket in i tre delar (Figur 20) med olika skärmtäthet:

1. Kalhygge
2. Normal skärm (ca 160 stam/ha)
3. Tät skärm (ca 200 stam/ha)

Skärmarna höggs fram i början av 1992 och en del av området kalavverkades. Senare samma år markbereddes och stängslades området. Skärmarna bestod av tall med en mindre andel gran, för att fylla ut där det saknades tallar. I de olika delarna lades ett antal parceller ut. En del av dem planterades eller såddes 1993 och hjälpplanterades 1994. Parcellerna på hygget planterades i tre olika förband, 1 600, 3 000 och 10 000 plantor/ha. Under skärmarna planterades 3 000 och 10 000 plantor/ha.

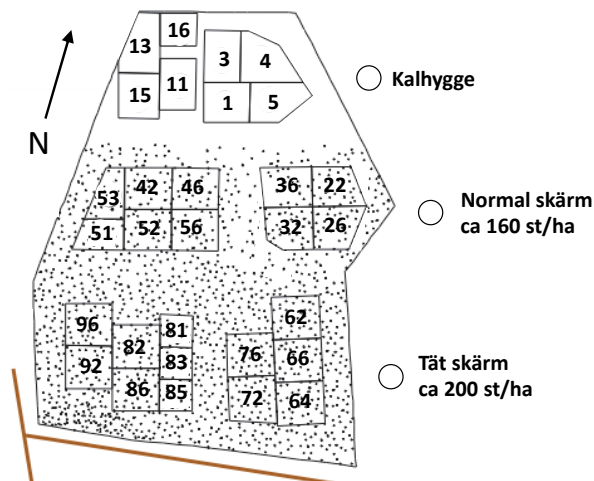
För att studera etablering av naturligt föryngrade plantor och markvegetation utfördes återkommande markberedningar varje höst från 1992 till 1995 i parcellerna avsedda för detta. 1998 avvecklades den normala skärmen och den täta skärmen glesades ut till 75 stammar/ha.

Försöket röjdes 2008. Parcellerna med det tätaste förbandet (10 000 plantor/ha) röjdes för att gynna tallar med potential till hög kvalitet. I övriga planterade parceller röjdes bara granar och björkar bort som konkurrerade med tallarna. De naturligt föryngrade parcellerna röjdes med målet att hälften av parcellerna skulle ha ett stamantal på omkring 1 600 stam/ha och andra hälften 4 500 stam/ha.

Béland m.fl. (2000) studerade bl.a. markvegetationen och den naturliga föryngringens utveckling mellan åren 1993–1996. Studien visade en ökning av naturligt föryngrad tall med ökad skärmtäthet. Efter fyra år var antalet självföryngrade tallar 90 000 plantor/ha i den täta skärmen, 53 000 plantor/ha i den normala skärmen och 3 700 plantor/ha på kalhygget. Det stora antalet naturligt föryngrade plantor förklarades av ett stort återkommande fröfall och låg mortalitet. Skärmen höll tillbaka konkurrerande markvegetation och skapade ett bättre mikroklimat. Dessa effekter är större för den täta skärmen, vilket förklarade det högre antalet plantor.

På grund av den goda föryngringen föreslår författarna att metoden med tät skärmställning kan användas vid naturlig föryngring av tall i södra Sverige.

Skärmen måste då glesas ut när föryngringen nått runt 0,5 m höjd och avvecklas när föryngringen nått runt 6 m. Studien visade också på de positiva effekter som markberedning har på den naturliga föryngringen, framför allt på mark med bar mineraljord.



Figur 20. Försöksupplägget i Linnebjörke (8601) med parcellnummer och skärmbehandlings (Normal skärm, Tät skärm och Kalhygge).

I samband med att skärmarna avvecklades resp. glesades ut, mättes skärmträden in för att studera skärmens utveckling. I den normala skärmen hade stamantalet minskat med 16 % på grund av vindfällning och i den täta skärmen minskade stamantalet med 14 %, under de sex åren som skärmen stod (Tabell 3). Den årliga medeltillväxten var något högre i den täta skärmen, 3,7 m³sk/ha, år jämfört med 3,3 m³sk/ha, år i den normala skärmen.

Examensarbetet av Maćkowiak (2013) presenterar en jämförelse av kvalitet och tillväxt mellan planterade och naturligt föryngrade parceller, med och utan skärm. De planterade parcellerna på hygget hade högst volym (139 m³sk/ha) och tillväxt (6,6 m³sk/ha, år). Skärmen hade en negativ effekt på det efterföljande beståndets tillväxt, då den stående volymen i genomsnitt var 43 % lägre (79 m³sk/ha) och tillväxten var i genomsnitt 42 % lägre (3,8 m³sk/ha, år) i de planterade parcellerna under skärm, jämfört med de på kalhygget. Skärmens effekt kombinerat med naturlig föryngring gav den lägsta volymen (34 m³sk/ha) och tillväxten (3 m³sk/ha, år). I studien av trädens kvalitet (gren-diameter, stammens raket, sprötkvistar och grenvinkel), hade de naturligt föryngrade träden överlag bättre kvalitet, jämfört med de planterade, på grund av mer konkurrens genom högt initialt stamantal och konkurrens från skärmträden.

Tabell 3. Skärmarnas utveckling och tillväxt i Linnebjörke (8601), avseende övre höjd (H), stamantal (S), grundyta (G) och volym (V)

År	Normal skärm (160 st/ha)				Tät skärm (200 st/ha)			
	H (m)	S (st/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ sk/ha)	H (m)	S (st/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ sk/ha)
1992 ¹	23,7	154	11,6	124	23,7	208	15	158
1993		137				186		
1994		136				186		
1995		133				184		
1997		129				178		
1998 ²	24,0	129	11,4	103	24,0	178	15,1	136
1999						75	6,8	68
Årlig tillväxt (m ³ sk/ha, år)			3,3				3,7	

¹Skärmhuggning.

²Avveckling av den normala skärmen och utglesning av den täta skärmen.

År 2015 gjordes en ny inventering av en del av försöket för att se skillnader mellan planterade och naturligt föryngrade parceller, med och utan skärm. Grundytan och volymen var då högre för tätare planteringsförband och mindre överskärningsgrad än för glesa förband och plantering under tät skärm. De planterade parcellerna hade ca 30 % lägre volym och grundyta i den tidigare normala skärmen och ca 45 % lägre i den tidigare täta skärmen. Tillväxten var också lägre för naturlig föryngring än för plantering, med ca 40 % lägre volym och grundyta i den tidigare normala skärmen och ca 70 % lägre i den tidigare täta skärmen. Medelhöjden påverkades inte av det initiala förbandet och skärmtätheten i lika hög grad. Den naturligt föryngrade parcellerna under tät skärm hade lägst höjd, med ca 30 % lägre höjd än planterade parceller under samma skärmtäthet och ca 40 % lägre jämfört med de planterade parcellerna på kalhygget.

År 2015 gjordes även en studie av trädens kvalitet och dess resultat stämde väl överens med studien 2013. Både grengrovlek, antalet grova grenar och stamkrokighet minskade vid högre grad av överskärning.

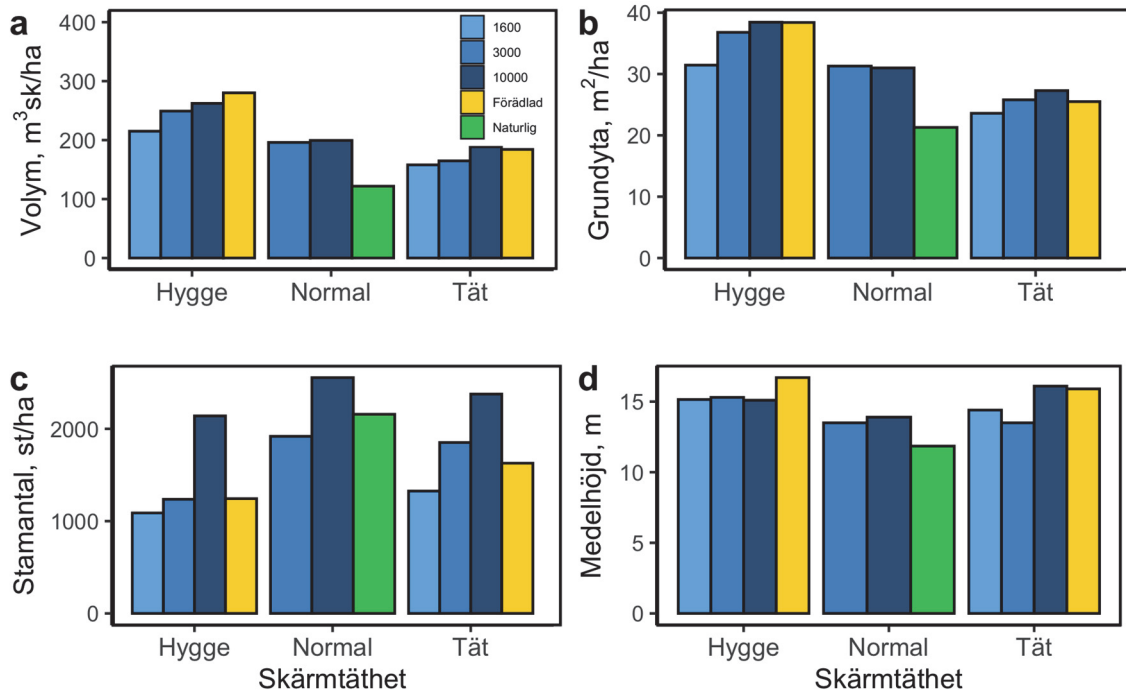
År 2020 gjordes en uppföljande inventering av de parceller som mättes in 2015, kompletterat med några fler planterade och naturligt föryngrade parceller som inte mättes in vid den tidigare inventeringen. Resultaten stämmer väl överens med tidigare inmätningar, där volymen och grundytan vid jämförbara planteringsförband i genomsnitt var 20 % lägre i den tidigare normala skärmen och 30 % lägre i den tidigare täta skärmen (Figur 21). Effekten av skärmens täthet minskade jämfört med tidigare inmätningar men är fortfarande tydlig. Skillnaden i volym

och grundyta mellan planterade och naturligt föryngrade parceller var fortfarande stor, där de naturligt föryngrade parcellerna hade ca 35 % lägre volym och grundyta än planterade parceller i den tidigare normala skärmen.

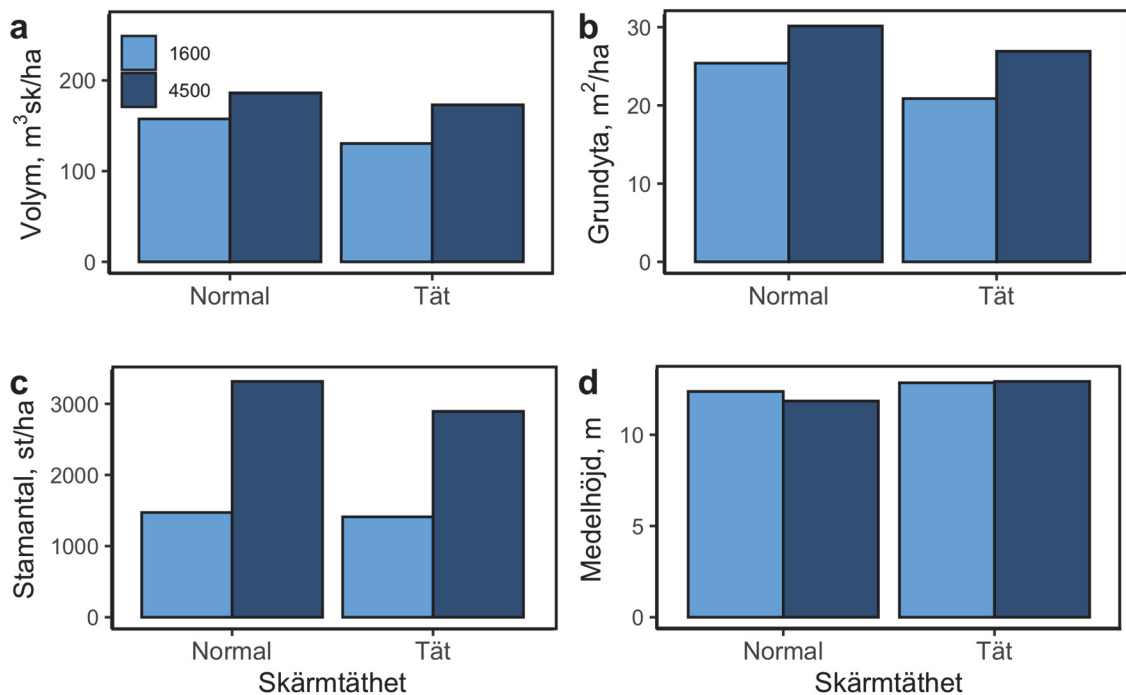
År 2022 gjordes en inventering av de naturligt föryngrade parceller som inte mättes in 2020 (Figur 22). Resultaten följde samma mönster som tidigare inventeringar, att en tätare skärm resulterade i lägre volym och grundyta. Skillnaderna var dock små vid jämförbara röjningsförband (Figur 22a,b). Även medelhöjden, vilket låg på omkring 12,5 m, följde tidigare trender och visade ingen större skillnad mellan tät och gles skärm, eller med det förband som röjdes fram 2008 (Figur 22d).

Summering

Försöket i Linnebjörke (8601) är ett av flera försök runt om i Sverige som studerar föryngring och beståndetablering under tallskärm. Försöket har visat att en tätare skärm bidrar till mer naturligt föryngrade plantor. Skärmen håller dock tillbaka tillväxten hos plantorna, en effekt som visat sig kvarstå även efter att skärmen avvecklats eller glesats ut. Dessa effekter av skärmen stämmer väl överens med andra studier som visar att skärmtätheten har en positiv effekt på överlevnad och etablering, men sedan håller tillbaka tillväxten hos plantorna under skärmen (Lula 2022). En slutsats av detta kan vara att i södra Sverige man kan etablera det nya beståndet under en relativt tät skärm (omkring 150 till 200 st/ha) som sedan glesas ut och avvecklas när föryngringen säkert har etablerat sig. I norra Sverige och på svagare marker ställer man färre stammar för att de inte ska konkurrera med de föryngrade plantorna.



Figur 21. Stående volym (a), grunddyta (b), stamantal (c) och medelhöjd (d) för parcellerna som inventerades 2020 i Linnebjörke (8601). parcellerna delades upp i olika skärmtätheter vid etablering, Normal (160 st/ha) och Tät (200 st/ha), samt Hygge utan skärm. Inom varje skärmtäthet förekom olika planteringsförband, 1 600 st/ha (ljusblå), 3000 st/ha (blå) och 10 000 st/ha (mörkblå). En behandling var också att plantera 3 000 st/ha med förädlad material (gul) och en där parcellerna förnyrades genom naturlig förnyring (grön).



Figur 22. Medelvärde för volym, grunddyta, stamantal och medelhöjd för parcellerna i Linnebjörke (8601) som förnyrats genom naturlig förnyring och som inventerades 2022. De olika behandlingarna är två skärmtätheter vid etablering, Normal (160 st/ha) och Tät (200 st/ha). Inom varje skärmbehandling röjdes det ner till två förband 2008, 1600 st/ha (blå) och 4500 st/ha (mörkblå).

En annan slutsats som kan dras av försöket i Linnebjörke är vikten av att förbereda skärmträden på friställning genom att glesa ut beståndet 5–10 år innan skärmen ska ställas ut, för att minska risken för stormskador, som också tidigare försök och studier har visat.

Även skärmträdens utveckling följdes i Linnebjörke. Trots en relativt god tillväxt minskade i slutändan volymen och grundytan på grund av vindfällda träd.

Om man använder Skogsstyrelsens definition av hyggesfritt skogsbruk, passar föryngring under skärm in som ett möjligt alternativ. Behandlingen av skärmen måste då anpassas så att volymen inte hamnar under §5-kurvan förrän man uppnått en godkänd föryngring, då skärmen får glesas ut till halva volymen som anges av §5-kurvan. Med en medelhöjd på 2,5 m på föryngringen får skärmen avvecklas. Naturlig föryngring av tall med hjälp av fröträdställning är en metod som ingår i det konventionella trakthyggesbruket, vilket gör det till en metod som skulle vara relativt enkel att införa i större skala. Även om naturlig föryngring av tall under skärm inte är en vanlig metod i dagens skogsbruk (Skogsstyrelsen 2018) finns det mycket forskning och kunskap (Karlsson m.fl. 2017; Lula 2022) som kan användas.

Skärmställning med gran, Tönnersjöheden

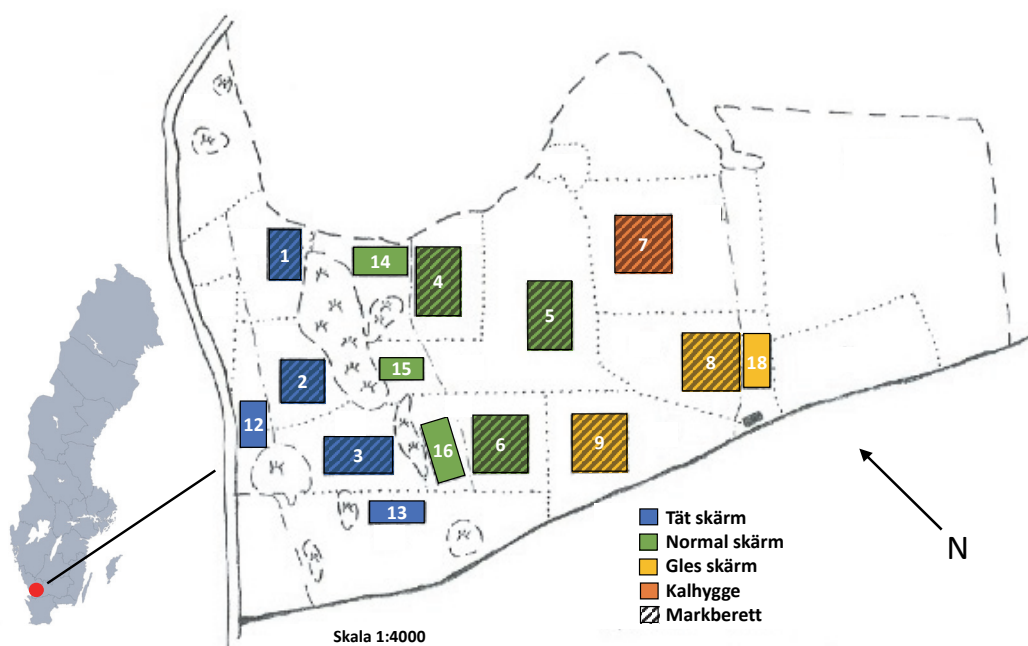
Försöket Tönnersjöheden (8188) på Tönnersjöhedens försökspark (Figur 23) anlades för att studera effekterna av markberedning, skärmtäthet och skärmperiodens längd vid naturlig föryngring av

gran. Försöket anlades 1993 i ett granbestånd som etablerades 1895 på tidigare ljunghed. Granskogen växte på lite torrare mark med rullstensgrus och ett ståndortsindex på G30. Frostrisken på lokalen ansågs vara mycket stor. Inför skärmställningen utfördes en förberedande ljushuggning 1985, med ett uttag på 20–25 % av volymen. Maskinell markberedning utfördes i delar av försöket 1992. Vintern 1993 gjordes skärmställningshuggningen där olika täta granskärmar lämnades och en del av försöket kalaverkades (Tabell 4). Skärmarna glesades ut 1998 och avvecklades 2005 efter stormen Gudrun, som fällde stora delar av skärmarna. Försöksleden var:

1. Tät skärm (250–300 st/ha) med och utan markberedning. Inget uttag i skärmen efter den förberedande ljushuggningen, kallas även orörd.
2. Normal skärm (150–200 st/ha) med och utan markberedning.
3. Gles skärm (80–100 st/ha) med och utan markberedning
4. Kalhygge med markberedning.

Inom försökslokalen har SLU i samarbete med Skogforsk också anlagt ett planteringsförsök i gran med förädlad material. Dessa avdelningar ingår inte i denna sammanställning.

Under hösten 2001, åtta år efter att försöket anlades, gjordes en inventering av den naturliga föryngringen, som visade ett högre plantantal i den täta skärmen jämfört med glesare skärmar (Tabell 5). Utan markberedning var plantantalet något högre, framför allt antalet granplantor. Detta gällde inte i den glesa skärmen, där det i princip inte finns någon



Figur 23. Försöksdesign för 8188 i Tönnersjöheden med parcellnummer och behandling: Tät skärm 250-300 st/ha, Normal skärm 150-200 st/ha, Gles skärm 80-100 st/ha och Kalhygge. Streckade parceller är markberedda.

naturlig föryngring utan markberedning. Detta visar på vikten av att markbereda när man har glesa skärmar och att den naturliga föryngringen då blir tillräcklig under skärmarna men inte på kalhygget.

Under våren 2022 inventerades den nyetablerade skogen i försöket på nytt. Den visade en positiv effekt av markberedning på volymen och grundytan, 29 år efter att försöket anlades (Figur 24a,b). Högst grundytan och volym var det i behandlingen med gles skärm och markberedning. Stamantalet var ungefär samma i de olika behandlingarna, förutom för den kalavverkade ytan, som bara hade 1 105 st/ha, jämfört med de andra behandlingarna, som hade drygt 2 500 st/ha (Figur 24c). Detta mönster stämmer väl överens med plantinventeringen från 2001, där kalavverkningen hade väldigt lågt stamantal. Medelhöjden var högre på den kalavverkade ytan jämfört med de övriga behandlingarna, där det inte var någon större skillnad i höjd (Figur 24d). En positiv effekt av markberedningen syntes på volymen och grundytan och en hämmande effekt av skärmen på höjdtillväxten.

Tabell 4 Stamantal (S) och grundytan (G) för kvarvarande bestånd och uttag vid skärmställningshuggning vintern 1993 i försöket Tönnersjöheden (8188). Medelvärde per behandling.

Skärm-täthet	Kvarvarande bestånd		Utgallrat virke	
	S (st/ha)	G (m ² /ha)	S (st/ha)	G (m ² /ha)
Tät	277	28.2	-	-
Normal	153	18.8	89	8.3
Gles	96	13.2	110	12.1
Kalhygge	-	-	156	22.2

Tabell 5. Antalet naturligt föryngrade plantor hösten 2001, fördelat på gran och totalt (gran, tall och björk) i försöket Tönnersjöheden (8188). Medelvärde för varje skärmbehandling, med och utan markberedning.

Skärm-täthet	Markberett		Ej markberett	
	Gran	Total	Gran	Total
Tät	42 333	50 667	56 000	58 500
Normal	26 000	37 333	34 667	40 333
Gles	12 000	21 500	0	100
Kalhygge	0	500	-	-

Summering

Åtgärderna i försöket Tönnersjöheden (8188), där man ställer granskärmar för naturlig föryngring, är tämligen ovanlig i det praktiska skogsbruket (Bergquist m.fl. 2017). Det beror till stor del på den stora stormfällningsrisken det innebär att gallra i äldre granskog och friställa granar som stått i slutna skog.

I det här fallet stod skärmarna i 11 år efter ljushuggningen och sedan skärmhuggningen, innan de fälldes av stormen Gudrun. Det finns ett tiotal andra försök där man använt skärmställning av gran, men dessa är mestadels fokuserade på skötsel av granskog på torvmark eller andra typer av våtmarker. Därför är detta försök ovanligt.

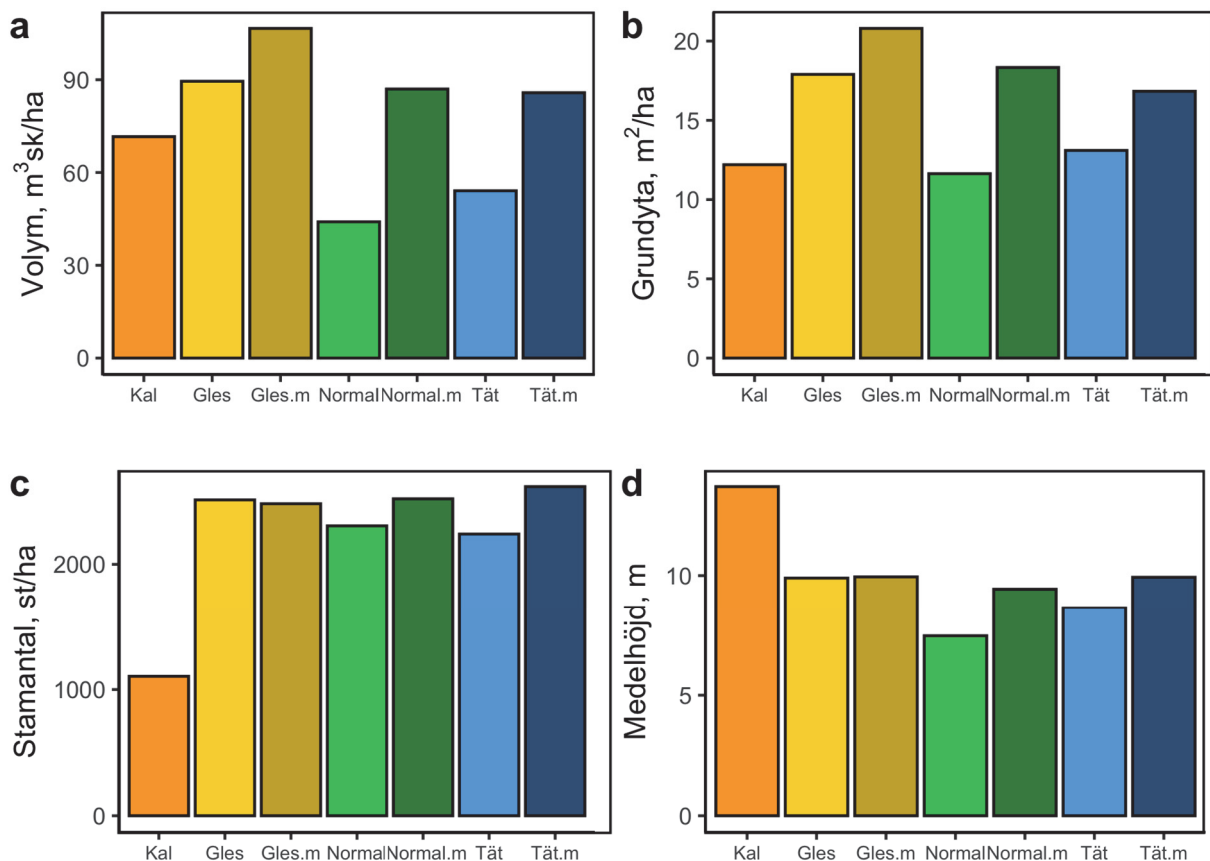
Föryngringsresultaten visar på en god föryngring och tillväxt för den naturligt föryngrade granen. Antalet plantor ökade med skärmtäthet, vilket stämmer väl överens med det som man sett även på tall, att en skärm ger fler plantor och en högre överlevnad, till priset av lägre tillväxt. Detta kunde till viss del ses även vid inventeringen 2022, där volym och grundytan var något större för den glesa skärmen jämfört med de tätare och en lägre medelhöjd för beståndet som växt upp under skärm, oavsett täthet, jämfört med de som växt upp på den kalavverkade ytan. Den dåliga föryngringen och låga stamantalet på den kalavverkade ytan kan möjligen förklaras av frostsador, som skärmen skyddade mot i övriga behandlingar.

Eftersom granen är känslig för vindskador, speciellt när enskiktade höga bestånd glesas ut (Valinger och Pettersson 1996; Persson 1975) kan det diskuteras om skärmställning av gran är ett bra alternativ jämfört med traditionell kalavverkning. I detta försök fungerade det fram till stormen Gudrun, men övrig kunskap tyder på att det är en riskabel metod. Ett alternativ i enskiktade granskogar kan vara luckhuggning som ger en skärmeffekt, vilket verkar positivt för granens etablering utan att enskilda träd friställs. Dock skapas mycket kantzoner vid luckhuggning, vilka också är känsliga för vind. En svårighet med skärmställning av gran är också att granen har en ojämnare fröproduktion jämfört med tallen (Hagner 1965) och reagerar inte lika tydligt på friställning med ökad produktion av frön (Karlsson m.fl. 2017).

Liksom vid skärmställning av tall, kan man titta på Skogsstyrelsens definition av hyggesfritt. Skärmen och dess avveckling kan då behöva anpassas så att den stämmer överens med denna. I fallet med försöket Tönnersjöheden (8188) hade man kunnat klassa försöket som hyggesfritt vid etablering, då skärmarnas täthet var över §5-kurvan i skogsvårdslagen, där den glesa skärmen låg precis på gränsen.

Demonstrationsytor med hyggesfritt

Vid sidan av de vetenskapliga försöken finns även så kallade demonstrationsytor. Dessa ytor är oftast anlagda i mer utbildande syfte, för att visa skogsägare, skogstjänstemän och andra intressenter hur olika skötselmetoder ser ut i praktiken och möjliggöra för exkursioner och diskussioner kring olika skogliga frågor kopplade till den skötsel som bedrivs på ytan.



Figur 24. Volym (a), grunddyta (b), stamantal (c) och medelhöjd (d) för de olika behandlingarna vid inventeringen 2022 för försöket Tönnersjöheden (8188). Behandlingarna: Kal = kalavverkad med markberedning, Gles = gles skärm, Normal = normal skärm, Tät = tät skärm. Där behandlingen följs av "m" har parcellen också markberetts.

Skillnaden jämfört med vetenskapliga försök är att demonstrationsytorna inte är anlagda med avsikt att kunna utvärderas vetenskapligt och är därför ofta lite enklare, utan upprepningar och följs inte upp på samma sätt som ett vetenskapligt försök med återkommande revisioner. Enskilda demonstrationsytorna är därför inte speciellt intressanta ur ett vetenskapligt perspektiv. Men eftersom det finns ytor utspridda över hela landet skulle en grupp liknande ytor ändå kunna utgöra underlag för en vetenskaplig studie. Det finns flera enskilda ytor som inte är en del av denna sammanställning, där hyggesfria metoder har testats och använts av olika aktörer, eftersom det här bara ingår försöksytorna som är inlagda i databaserna för skogliga fältförsök.

Urvalet resulterade i 77 demonstrationsytorna med hyggesfritt skogsbruk. Majoriteten av dessa, 61 stycken, är anlagda av Skogsstyrelsen. De har en målsättning att ha demonstrationsytorna för hyggesfritt skogsbruk i alla regioner i Sverige, vilket förklarar den stora geografiska spridningen (Figur 25). Tolv är

anlagda av SLU och fyra är anlagda av privata aktörer. Det finns en koncentration av lokaler i Jämtland och Västernorrland, precis som för de vetenskapliga försöken, vilket beror på att Skogsstyrelsen och SLU under lång tid har tittat på frågorna kring blädning och skötsel av skiktade granskogar i den regionen.

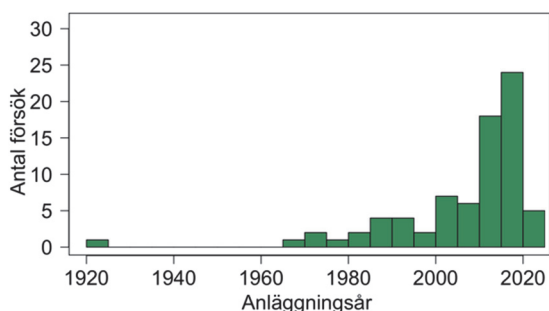
De flesta av skötselmetoderna som behandlades av de långsiktiga försöken finns också representerade som demonstrationsytorna. Ofta förekommer olika metoder inom samma yta eller område för en visuell jämförelse. De vanligaste behandlingarna är blädning och skärmställning, som förekom i 30 respektive 28 demonstrationsytorna. Den tredje vanligaste behandlingen är luckhuggning, som förekom i 18 demonstrationsytorna, följt av enskilda behandlingar med måldiameterhuggning, plockhuggning, kanthuggning och naturkultur.

De flesta demonstrationsytorna, 47 av totalt 77, är anlagda efter 2010 (Figur 26), vilket avspeglar både det ökade intresset för hyggesfritt skogsbruk och alternativa skötselmetoder de senaste åren, liksom att demonstrationsytorna ofta är en färskvara. Syftet är att

visa upp en specifik åtgärd, till exempel en skärmställning. Med tiden kommer förnyringen etablera sig och skärmen avvecklas, vilket gör att nya skärmställningar behöver anläggas. Det har sällan funnits någon plan att följa utvecklingen, vilket har gjort att många äldre ytor har lämnats. Många av de tidigare demonstrationsförsöken har heller inte dokumenterats i databaserna, varför de inte återfinns i denna sammanställning. Det finns dock några äldre lokaler, som till exempel Rankhyttan (13796), ett granbestånd som blädats under lång tid med en demonstrationsyta som anlades redan 1922.



Figur 25. Demonstrationsytor med hyggesfritt skogsbruk.



Figur 26. Fördelningen av demonstrationsytor efter deras anläggningsår. Försöken är grupperade i 5-årsintervaller.

Exempel på demonstrationsområden

I Jämtland och Västernorrland finns några lite större områden med demonstrationsytor och försök med olika hyggesfria metoder.

Halåsen

Detta område, 1.5 mil norr om Östersund, består av grandominerad skog på kalkrik mark. Inom Halåsenområdet finns en blandning av vetenskapliga försök och demonstrationsytor som syftar till att visa olika metoder och aspekter kring hyggesfritt skogsbruk.

Det flesta ytorna anlades mellan 2006 och 2010. De långsiktiga fältförsöken behandlar omföring till skiktad skog (1511), volymblädning i skiktad granskog (1563) och kanthuggning i skiktad granskog (10427). Demonstrationsytorna består av en blädningssyta i en nyckelbiotop (10204), två områden som måldiameterhuggits ner till §10-kurvan (10321) respektive §5-kurvan i skogsvårdslagen (10716), ett område som luckhuggits med 25 m respektive 50 m radie på luckorna (10376) och en yta med stamvis blädning (13781).

Delar av Halåsen-området har drabbats av skador på skogen från barkborreangrepp, snöbrott och vindskador. Detta gäller till exempel blädningssytor (1563).

Rånddalen

Rånddalen (10732) är ett större demonstrationsområde (ca 45 ha) i södra Jämtland med talldominerad skog, där alternativa avverkningssätt har använts för att visa hyggesfritt skogsbruk i praktiken (Tabell 6). Området anlades 2016 inom projektet "Alternativa skötselmetoder i Rånddalen", där Skogsstyrelsen tillsammans med Mittådalens sameby, Jordens vänner samt dåvarande markvärden Bergvik Skog AB utgjorde projektgrupp. År 2018 adderade Bergvik Skog på eget initiativ ett block med korridorhuggning.

Området anlades för att demonstrera hur hyggesfri avverkning kunde användas som alternativ till traditionellt skogsbruk för att bättre kunna kombinera olika mål med skogsbruket som virkesproduktion, höga naturvärden och renskötsel. En omfattande rapport om området publicerades av Edlund (2017).

Demonstrationsområdet i Rånddalen består av åtta block med två ytor i varje block (Figur 27). Efter 2016 har Skogsstyrelsen dokumenterat de olika förnyingsåtgärderna och låtit göra enkla uppföljningar av bl.a. förnyringens etablering i de olika behandlingarna. Följdåtgärder med resultatuppföljning finns sammanställda i en separat delrapport som uppdaterades 2022 (Edlund 2022).

Tabell 6. Beskrivning av behandlingarna i Rånndalen (10732)

Yta	Beskrivning	Luckdiameter (m)	Uttag (%)
1	Luckhuggning	35	60
2	Luckhuggning	35	30
3	Luckhuggning	50	60
4	Luckhuggning	50	30
5	Luckhuggning	70	60
6	Luckhuggning	70	30
7	Stickvägsluckor ¹	20	60
8	Stickvägsluckor ¹	20	30
9	Hygge med fröträd	---	
10	Höggallring	---	60
11	Överhållen skärm	---	50
12	NS-huggning ²	---	
13	Höggallring	---	30
14	Timglashuggning ³	---	30
15	Timglashuggning ³	---	60

¹Stickvägsluckor = mindre luckor som huggs systematiskt längs stickvägar

²NS-huggning = avverkning för att gynna naturvärden

³Timglashuggning = en variant av korridorhuggning



Figur 27. Ortofoto över Rånndalens demonstrationsområde (10732).

Fjällbäcken

Fjällbäcken (13800) är ett område som ingår i Gimmåns avrinningsområde i östra Jämtland, med fokus på skogsbrukets koppling till och påverkan på vatten. Demonstrationsområdet skapades inom projektet "Rivers of Life" med syfte att förbättra miljön i Natura 2000-vattendrag i Gävleborg och Jämtland. År

2020 skapades en slinga i området för att visa hur miljön kring ett vattendrag, som kräver extra mycket hänsyn, kan hanteras (Figur 28).

Det som demonstreras är bland annat hur en funktionell kantzon kan vara utformad och hur alternativa hyggesfria metoder kan användas i närheten av vattendrag för att bruka skogen på ett skonsammare sätt för vattnet.

I en del av området har en övningsyta för stamval vid blädning anlagts i ett led att utbilda skogsägare och andra intressenter och för att visa på hyggesfritt skogsbruk som ett alternativ nära vattendrag.

Ett område har avverkats med schackrutehuggning lite längre bort från vattendraget, för att demonstrera en annan alternativ avverkningsmetod. I luckorna kommer det under 2023 planteras björk och gödglas för att få igång en snabbare föryngring med mer lövträd.

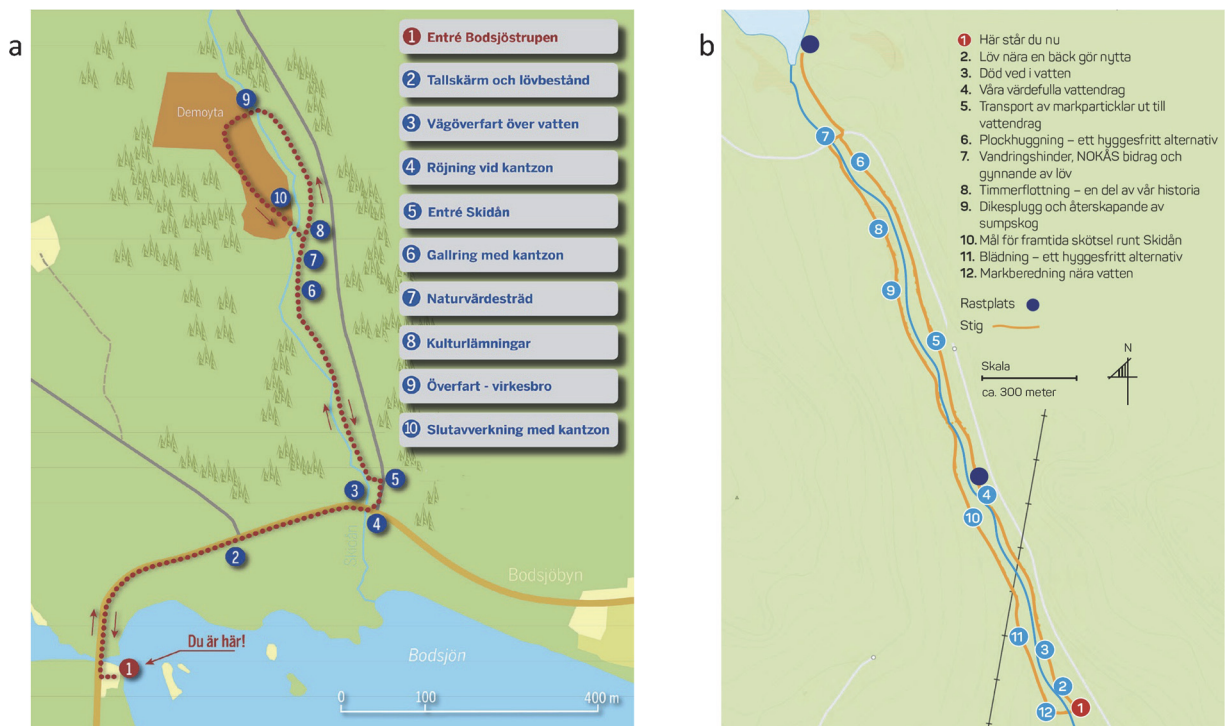


Figur 28. Slingan i Fjällbäcken (13800) med översiktskarta och ytbeskrivning.

Skidån

Demonstrationsområdet Skidån i östra Jämtland är uppdelad i en nedre del (12627) vid utloppet till Bodsjön, som skapades 2018 inom projektet "Trippel Lakes" (Figur 29a) och en övre del (25569) vid inloppet från Fageråssjön, som är anlagt 2019 inom projektet "Grip on Life" (figur 29b). Syftet med dessa områden är att visa på skogsbrukets koppling och påverkan på vatten.

Områdena ska visa metoder som kan användas för skog i anslutning till vatten för att förbättra miljön och förutsättningarna för de djur och växter som le-



Figur 29. Slinga och ytbeskrivning för de två delarna av Skidån: Nedre delen (12627, a) och övre delen (25569, b; Magnusson m.fl. 2019; Nilsson m.fl. 2022).

ver i vattendrag och våtmarker, samtidigt som skogen kan brukas på ett hållbart sätt.

Den nedre delen domineras av yngre skog där fokuset kring hyggesfritt handlar om att skapa mer variation i skogen, både i form av fler trädslag och genom omföring från homogena ungskogor till skiktade skogar som bättre passar hyggesfria avverkningsmetoder.

I den övre delen finns exempel på hyggesfri skötsel av skiktad skog genom plockhuggning, med återkommande mindre uttag där framför allt grövre granar avverkas.

Diskussion

Kunskap som saknas

De 140 långtidsförsök som valts ut till denna sammanställning täcker in en stor del av de aktuella skötselmetoderna och aspekterna som diskuteras inom ramen för hyggesfri skogsskötsel. Det som framför allt behövs är fler försök i olika delar av landet, för att kunna dra mer generella slutsatser och ta fram skötselråd. De vanligaste behandlingarna är någon form av blädning, vilket har en lång tradition i det svenska skogsbruket, och olika skärmförsök eller försök med fröträdsställningar, som är en naturlig del av trakthyggesbruket och därför alltid har funnits som ett möjligt alternativ vid avverkning och föryng-

ring av framför allt tall. Andra selektiva avverkningsmetoder, såsom måldiameterhuggning, eller gruppvisa avverkningar, såsom luckhuggning, finns det inte så många långtidsstudier på.

För alla metoder finns några viktiga aspekter som redan etablerade försök samt nya försök behöver bidra med. En av dessa handlar om föryngring med fokus naturlig föryngring. Det går att kombinera till exempel fröträdsställningar, skärmhuggningar eller luckhuggningar med plantering, men ofta är idén med hyggesfri skogsskötsel att man ska kunna förlita sig på naturlig föryngring.

Precis som gjorts för skärmskogsbruk och till viss del blädning, behöver olika åtgärder utvärderas utifrån hur de påverkar föryngringen och inväxningen. Ett sådant exempel är föryngring i luckor, där effekten av luckans storlek och form behöver undersökas mer. Enligt Skogsstyrelsens definition för hyggesfritt får luckorna vara maximalt 0,25 ha. Denna gräns togs fram genom en sammanvägning av vad som framkommit i arbeten med fokusgrupper och hur man gör i andra länder, men även vad som skulle vara möjligt i praktisk skogsskötsel. Hur stor en lucka behöver vara för att få en lyckad föryngring eller vad som är bäst för ekonomi, produktion eller andra värden i skogen behöver studeras mer. Utifrån det vi vet om hur olika trädslag fungerar, kan man utgå från att ljuskrävande trädslag, som tall och björk, behöver större luckor än mer skuggtåliga trädslag, som gran. Färre och systematiskt utlagda

stora luckor borde också vara mer ekonomiskt och praktiskt genomförbart än små slumpmässigt utspridda.

När det kommer till selektiva avverkningar är det avvägningen mellan stående volym, tillväxt, föryngring och inväxning som behöver studeras för att kunna svara på hur stor tillväxt man kan få samtidigt som man har en hållbar föryngring. Eftersom många av frågorna kring föryngring kan besvaras relativt snabbt, är detta något som nya försök bör fokusera på. Men det är då viktigt att planera för långsiktiga försök som kan användas för att studera även de långsiktiga effekterna på produktion och skogens struktur.

En annan viktig aspekt handlar om hur variationen i skogen kan öka och hur en enskiktad monokultur kan omföras till en mer varierad, skiktad och blandad skog. Mycket av försöken kring blädning och skötsel av redan skiktad skog är viktig för att den visar potentialen i skiktade skogar. Men ur dagens perspektiv, där det finns relativt lite sådan flerskiktad skog, behövs mer kunskap kring hur skiktade skogar kan skapas och hur lång tid det tar för dessa strukturer bildas.

Det finns få försök där man med aktiva åtgärder försöker omföra en enskiktad skog till flerskiktad. Som visats i försöksserien *Omföring till flerskiktad skog* finns många svårigheter med att aktivt göra den här omföringen. Här behövs fler försök och studier i olika stadier av omloppstiden, för att se hur det påverkar möjligheten till omföring, både ur ett föryngrings- och tillväxtperspektiv, men också ur ett skadeperspektiv, då en omställning är associerat med stora risker, framför allt vindskador i homogena granskogar.

Hur riskerna för olika skador påverkas av de olika hyggesfria skötselmetoderna behöver studeras mer. Det som studerades i det sammanställda datamaterialet i detta arbete var framför allt generella skador som vindskador eller om trädet dött av någon annan, okänd orsak. Mer specifika skadegörare och skador registreras inte i den vanliga mätrutinen.

Något som ofta diskuteras är rottröta och att det potentiellt kan vara ett stort problem vid selektiva avverkningar, där det återkommande avverkas några utspridda träd. Svampen får då regelbunden tillgång till färska stubbar, varifrån den kan spridas vidare till kvarvarande bestånd (Piri & Valkonen 2013; Hannerz m.fl. 2017).

Allt eftersom mängden försök blir större och mätserierna blir längre kommer det i framtiden gå att studera effekterna av olika skador vid olika skötselmetoder.

Använd det som redan finns

Som visats i denna rapport, finns ett hundratal försök med olika hyggesfria behandlingar och det tillkommer ständigt fler. Problemet är att det kommer ta decennier innan mer långsiktiga resultat kan dras från många av dessa försök. Kunskap om det moderna trakthyggesbruket har utvecklats under drygt 70 år och metoder har förbättrats och effektiviserats. Samma långsiktiga perspektiv behövs också kring de hyggesfria skötselmetoderna. Det är samtidigt viktigt att förstå att hyggesfritt skogsbruk bara är ett samlingsnamn för en stor mängd metoder och skötselåtgärder som alla är sitt specifika forskningsområde.

I väntan på nya resultat behöver man därför använda det som redan finns tillgängligt. Det har till exempel visat sig under arbetet med denna rapport att det finns mycket material och mätningar från försök som inte digitaliserats eller på annat sätt gjorts lättillgängligt. Det beskrivs till exempel ofta i försöksplaner att föryngringen inventerats, men data eller resultat från dessa inventeringar finns sällan tillgängliga. I väntan på nya långsiktiga resultat kan därför ett sätt vara att använda det material som tidigare samlats in, men som inte gjorts direkt tillgängligt.

Även demonstrationsytor och andra enskilda bestånd som mätts in kan användas som komplement tillsammans med andra lokaler, för att ge en mer helhetsbild, trots att de enskilda ytorna i sig inte kan användas till vetenskapliga studier.

En annan möjlig väg är att använda resultat från andra länder, framför allt Norden och Baltikum, där skogarna och förhållandena är jämförbara med Sverige. Ett exempel på detta är Future Forests rapport om hyggesfritt skogsbruk (Hannerz m.fl. 2017) där svenska och finska forskare tog ett samlat grepp kring olika aspekter av hyggesfritt skogsbruk genom att använda kunskap och erfarenhet från båda länderna.

Vid sammanställningar av kunskap och jämförelser mellan olika länder är det viktigt att begrepp och termer reds ut ordentligt så att det är jämförbara behandlingar som beskrivs. Inom Sverige förekommer redan en viss begreppsförvirring kring olika skötselåtgärder och metoder, vilket kan utgöra problem vid samarbete mellan andra länder där det inte heller alltid finns en samsyn kring vad som menas med hyggesfritt skogsbruk.

Vilken metod ska man använda?

Trots att det saknas omfattande långsiktiga studier och jämförelser mellan olika metoder och hur de förhåller sig till varandra ur ett ekonomiskt och ekolo-

giskt perspektiv, kan tidigare forskning och erfarenhet ge en vägledning till när olika metoder kan vara användbara.

Det första man ska utgå från är de specifika beståndsegenskaperna. Har man ett skiktat granbestånd finns möjlighet att använda sig av selektiva avverkningsmetoder, som blädning eller måldiameterhuggning. Har man ett enskiktat bestånd är det snarare de gruppvisa avverkningsmetoderna man bör använda sig av, som luckhuggning eller skärmställning.

Hur olika metoder fungerar på olika ståndorter vet vi lite om eftersom långsiktiga försök som kan jämföras i olika delar av landet och på olika ståndorter inte finns för många av behandlingarna som diskuteras i denna rapport.

Eftersom naturlig föryngring är grundläggande för de flesta hyggesfria metoder, kan erfarenheter av skötsel med naturlig föryngring hjälpa till. Naturlig föryngring med tall fungerar på de flesta torra och friska marker av blåbärstyp eller sämre. På bördiga marker kan konkurrensen från markvegetation göra det svårförngrat, eftersom plantorna behöver mycket ljus för att etablera sig (Karlsson m.fl. 2017). Naturlig föryngring av gran är lämplig på friska till fuktiga marker. Om det finns naturlig föryngring i luckor eller glesare partier av ett bestånd kan det tyda på att ståndorten är lämplig för naturlig föryngring med gran (Karlsson m.fl. 2017).

För bok är naturlig föryngring med skärm redan vanligt förekommande, då det ger ett stort plantuppslag och skydd åt plantorna. För bokbestånd är därför naturlig föryngring med skärm eller gradvis utglesning rekommenderat (Lof m.fl. 2015).

En annan viktig aspekt är också vad för typ av skog man vill ha efter de olika åtgärderna. Vid en selektiv avverkning kommer beståndet i stort sett vara sig likt efter varje avverkning, men på lång sikt kan trädslagsammansättningen ändras till mer konkurrens- och skuggtåliga arter, t.ex. gran. Använder man sig istället av någon typ av luckhuggning kommer ett gruppvis skiktat bestånd att skapas eller bibehållas. Systematiken i beståndsstrukturen beror då på hur luckorna läggs ut, med schackrutemetoden som det mest extrema där beståndet systematiskt delas upp i hälften luckor och hälften ytor med skog. Skärmhuggningen är den metod som skapar den typ av enskiktade bestånd som är vanligast inom trakthyggesbruket, då skärmen ger en tvåskiktad skog under föryngringsfasen tills den avvecklas för att ge plats åt den nya trädgenerationen, då beståndet återigen blir enskiktat.

Jämfört med Skogsstyrelsens definition av hyggesfritt skogsbruk har de olika försöken och de skötselmetoder som använts följt de flesta av Skogsstyrelsens uppsatta kriterier. Behandlingar och skötselme-

toder som framför allt kan behöva justeras är skärmställningar. Skärmens initiala täthet har i de fall som studerats närmare inte varit för lågt utan uppfyllt §5-kurvans krav. Skärmen får också glesas ut till halva volymen som anges av §5-kurvan vid godkänd föryngring. Det som däremot kan behöva justeras är tiden mellan skärmhuggning tills skärmen avvecklas, som behöver förlängas då föryngringen under en skärm ska ha nått en medelhöjd på 2,5 m innan skärmen kan avvecklas, vilket avviker kraftigt från det som är normalt för fröträdställningar inom trakthyggesbruket.

Referenser

- Ackemo, J. (2018). Naturlig trädföryngring och epifytiska hänglavar 10 år efter en avverkning i schackruteform. Avancerad nivå, A2E. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi
- Ahlström, M. (2011). Bielite: en utvärdering av alternativa skötselmetoder i fjällnära granskog – struktur, inväxning och volymtillväxt. Avancerad nivå, A1E. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens ekologi och skötsel
- Appelqvist, C., Sollander, E., Norman, J., Forsberg, O. & Lundmark, T. (2021). Hyggesfritt skogsbruk - Skogsstyrelsens definition. Rapport 2-2021. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Bergquist, J., Fries, C. & Svensson, L. (2017). Skogsstyrelsens återväxtuppföljning. Resultat från 1999–2016. Rapport 6–2017. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Borgstrand, E. (2014). Plantors och trädets tillväxt efter schackrutehuggning och i konventionellt trakthyggesbruk. Avancerad nivå, A2E. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens ekologi och skötsel
- Drössler, L., Ekö, P.M. & Balster, R. (2015) Short-term development of a multilayered forest stand after target diameter harvest in southern Sweden. *Canadian Journal of Forest Research*. 45(9): 1198-1205. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2014-0471>
- Drössler, L., Fahlvik, N. & Ekö, P.M. (2012). Stand structure and future development of a managed multi-layered forest in southern Sweden: Eriksköp - A case study. Rapport nr 46. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Sydsvensk skogsvetenskap.
- Drössler, L., Fahlvik, N., Wysocka, N.K., Hjelm, K. & Kuehne C. (2017). Natural Regeneration in a Multi-Layered Pinus sylvestris-Picea abies Forest after Target Diameter Harvest and Soil Scarification. *Forests*. 8(2):35. <https://doi.org/10.3390/f8020035>
- Edlund, S. (2017). Alternativa skötselmetoder i Rånddalen - Ett projekt i Härjedalen. Rapport 2–2017. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Edlund, S. (2022). Alternativa skötselmetoder i Rånddalen - Ett projekt i Härjedalen: Fas 2 - Återväxtåtgärder. Jönköping: Skogsstyrelsen.

- Edman, E. (2019). Bladyta och virkesproduktion i fullskiktad granskog skött med blädningsbruk. Avancerad nivå, A2E. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens ekologi och skötsel
- Elfving, B. (2012). Hyggesfritt skogsbruk – hur funkar det? Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel.
- Fernemar, E. (2018). Inverkan av förnygringsintensitet på tidig etablering efter schackrutehuggning. Avancerad nivå, A2E. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi
- Hagner, S. (1965). Om fröproduktion, fröträdsval och plantuppslag i försök med naturlig förnygring. *Studia Forestalia Suecica* 27:113
- Hannerz, M., Nordin, A. & Saksa, T. (red.) (2017). Hyggesfritt skogsbruk. Erfarenheter från Sverige och Finland. *Future Forests Rapportserie 2017:1*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Holmgren, A. (1959). Skogarna och deras vård i övre Norrland intill år 1930. Stockholm: Domänstyrelsen, 375–412.
- Karlsson, C., Sikström, U., Örlander, G., Hannerz, M., Hånell, B. & Fries, C. (2017). Naturlig förnygring av tall och gran. Skogsskötselserien, kapitel 4. Andra upplagan. Tillgänglig på: www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.
- Keskitalo, ECH., Bergh, J., Felton, A., Björkman, C., Berlin, M., Axelsson, P., Ring, E., Ågren, A., Roberge, J.-M., Klapwijk, M.J. & Boberg, J. (2016). Adaptation to Climate Change in Swedish Forestry. *Forests* 28 (9). <https://doi.org/10.3390/f7020028>
- Lula, M. (2022). Regeneration methods and long-term production for Scots pine on medium fertile and fertile sites. Diss. Alnarp; Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Sydsvensk skogsvetenskap.
- Lundqvist, L. (2004). Stand development in uneven-aged sub-alpine *Picea abies* stands after partial harvest estimated from repeated surveys. *Forestry* 77, 119-129.
- Lundqvist, L., Chrimes, D., Elfving, B., Mörling, T. & Valinger, E. (2007). Stand development after different thinnings in two uneven-aged *Picea abies* forests in Sweden. *Forest Ecology and Management* 238, 141-146.
- Lundqvist, L. (2017). Tamm review: selection system reduces long-term volume growth in Fennoscandic uneven-aged Norway spruce forests. *Forest ecology and management*, 391, 362-375.
- Lundqvist, L., Cedergren, J. & Eliasson, L. (2014). Blädningsbruk. Skogsskötselserien, kapitel 11. Andra upplagan. Tillgänglig på: www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.
- Löf, M., Møller-Madsen, E & Rytter, L. (2015). Skötsel av ädellövkog. Skogsskötselserien, kapitel 10. Andra upplagan. Tillgänglig på: www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.
- Béland, M., Agestam, E., Ekö, P. M., Gemmel, P. & Nilsson, U. (2000). Scarification and Seedfall affects Natural Regeneration of Scots Pine Under Two Shelterwood Densities and a Clear-cut in Southern Sweden, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 15(2): 247-255. DOI: 10.1080/028275800750015064
- Magnusson, B., Nilsson, L. och Wikström, H. (2019). Triple Lakes – Projekt för bättre vatten. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Modig, E. (2010). Skador på kvarvarande bestånd vid mekaniserad blädning. Avancerad nivå, A1E. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens ekologi och skötsel.
- Nilson, K. (2001). Regeneration dynamics in uneven-aged spruce forests with special emphasis on single-tree selection. Diss. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Silvestria 209.
- Nilsson, L., Magnusson, B. och Wikström, H. (2022). Välkommen till Skidån – Demonstrationsområde för skogsbruk vid vatten. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Nygren, M., Rissanen, K., Eerikäinen, K., Saksa, T. & Valkonen, S. (2017). Norway spruce cone crops in uneven-aged stands in southern Finland: A case study. *Forest Ecology and Management* 390: 68–72.
- Persson, P. 1975. Stormskador på skog. Rapport nr 36. Stockholm: Skogshögskolan, Institutionen för skogsproduktion.
- Pilo, B. (2012). Produktion och beståndsstruktur i fullskiktad skog skött med blädningsbruk. Avancerad nivå, A1E. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens produkter
- Piri, T. & Valkonen, S. (2013). Incidence and spread of Heterobasidion root rot in uneven-aged Norway spruce stands. *Canadian Journal of Forest Research* 43, 872-877.
- Pukkala, T., Laiho, O. & Lähde, E. (2016). Continuous cover management reduces wind damage. *Forest ecology and management*, 372, 229-241.
- Shorohova, E., Fedorchuk, V., Kuznetsova, M. & Shvedova, O. (2008). Wind-induced successional changes in pristine boreal *Picea abies* forest stands: evidence from long-term permanent plot records. *Forestry: An International Journal of Forest Research* 81:335.
- Skogsstyrelsen (2018). Swedish Forest Agency, Statistics Database. Retrieved from: <https://www.skogsstyrelsen.se/en/statistics/statistical-database/>
- Sterkenburg, E. (2016). Drivers of soil fungal communities in boreal forests. Diss. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Skoglig mykologi och växtpatologi.
- Valinger, E. & Pettersson, N. (1996). Wind and snow damage in a thinning and fertilization experiment in *Picea abies* in southern Sweden. *Forestry* 69: 25-33.

Försöksnummer	Försöksnamn	Försöksserie	Anläggningsår	Markägare	Län	Lon	Lat	Kategori	Försöksägare	Behandling	Trädslag	Beskrivning
10399	BK1 Frodeparken	ESS 09 Kalkning av bokföryngring	1992	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Halland	12.8455	56.8614	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		bok	Bokskog föryngring
10400	BK2 Blåviksliarna-8192	ESS 09 Kalkning av bokföryngring	1992	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Halland	13.1251	56.7111	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		bok	Bokskog föryngring
10401	BK3 Rävabackarna-8192	ESS 09 Kalkning av bokföryngring	1992	Enskild markägare	Halland	13.1203	56.7127	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		bok	Bokskog föryngring
10402	BK4 Hultabygget	ESS 09 Kalkning av bokföryngring	1992	Enskild markägare	Skåne	13.2348	56.4867	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		bok	Bokskog föryngring
10403	BK5 Svenstorp V	ESS 09 Kalkning av bokföryngring	1992	Enskild markägare	Skåne	13.5917	56.0038	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		bok	Bokskog föryngring
10404	BK6 Svenstorp Ö	ESS 09 Kalkning av bokföryngring	1992	Enskild markägare	Skåne	13.5845	56.004	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		bok	Bokskog föryngring
10405	BK7 Knutstorp	ESS 09 Kalkning av bokföryngring	1992	Enskild markägare	Skåne	13.1211	55.9959	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		bok	Bokskog föryngring
10406	BK8 Trolleholm	ESS 09 Kalkning av bokföryngring	1992	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Skåne	13.2597	55.9201	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		bok	Bokskog föryngring
10407	BK9 Skarhult	ESS 23 HÖGESTAD CHRISTINEHOF FIDEIKOMMISS AKTIEBOLAG	1992	HÖGESTAD CHRISTINEHOF FIDEIKOMMISS AKTIEBOLAG	Skåne	13.3932	55.8368	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		bok	Bokskog föryngring
10408	BK10 Floen	ESS 09 Kalkning av bokföryngring	1992	HÖGESTAD CHRISTINEHOF FIDEIKOMMISS AKTIEBOLAG	Skåne	13.7957	55.6035	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		bok	Bokskog föryngring
10409	BK11 Baldringe äng	ESS 09 Kalkning av bokföryngring	1992	Enskild markägare	Skåne	13.8082	55.5275	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		bok	Bokskog föryngring
10410	BK12 Ryssberget	ESS 09 Kalkning av bokföryngring	1994	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Halland	14.5646	56.1402	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		bok	Bokskog föryngring
10411	Älp1 Tönnersjöheden	ESS 23 Ädellövsplantering	2001	SKOGSSTYRELSEN	Halland	13.1104	56.6955	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		gran/ask/ekj	Olika trädslags föryngring under skärm
10412	Älp2 Åkulla	ESS 23 Ädellövsplantering	2001	STIFTELSEN SKÅNSKA LANDSKAP	Skåne	12.5707	57.1389	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		gran/ask/ekj	Olika trädslags föryngring under skärm
10413	Älp3 Fulltofta	ESS 23 Ädellövsplantering	2001	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Skåne	13.6502	55.9001	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		gran/ask/ekj	Olika trädslags föryngring under skärm
10414	Älp4 Skarhult	ESS 23 Ädellövsplantering	2001	STIFTELSEN SKÅNSKA LANDSKAP	Skåne	13.401	55.83	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		gran/ask/ekj	Olika trädslags föryngring under skärm
10427	Halåsen Kanthuggning	-	2008	SKOGSSTYRELSEN	Jämtland	14.7227	63.2916	Vetenskapligt	SLU - ESF - Vindelns försöl Övrig		gran	Kanthuggning och dess effekter på marksvamp, beståndsföryngring och skiktning
10433	MB99 Skogaby	25 Kombinationsmetoden, SUFOR-Skärmförsök	1999	REGION HALLAND	Halland	13.2173	56.543	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		tall/gran	Jämförande mellan plantering och naturlig föryngring
10468	Sillesås - individinriktad ekskogsskötsel	-	1951	Enskild markägare	Skåne	15.8926	56.2566	Vetenskapligt	SLU - Inst. för Sydsvensk sk Övrigt		ek	Kontinuitetskogsskötsel med frihuggning av naturligt föryngrad ek. Utförs av privatpersoner
10484	Mb2000 Asa	25 Kombinationsmetoden, SUFOR-Skärmförsök	2000	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Kronoberg	14.7653	57.1717	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		gran	Skärmskog av gran
10507	Stavre	Kontinuitetskogsskötsel	2010	SVENSKA CELLULOSA AKTIEBOLAGET SCA	Jämtland	15.3941	62.8346	Vetenskapligt	SLU - ESF - Vindelns försöl Blädning		gran	Undersöka skadenivå vid blädning
10508	Manavägen	Kontinuitetskogsskötsel	2010	SVENSKA CELLULOSA AKTIEBOLAGET SCA	Jämtland	15.6435	62.8936	Vetenskapligt	SLU - ESF - Vindelns försöl Blädning		gran	Undersöka skadenivå vid blädning
10511	Ätnarova	Kontinuitetskogsskötsel	2009	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Norrbottn	20.4611	66.9856	Vetenskapligt	SLU - ESF - Vindelns försöl Måldiam/Fröträdd		tall	Naturvårdsnyttan med måldiameterrhuggning och fröträdsställning i tallskog
10575	Ess-Komb19 Skekarsbo	25 Kombinationsmetoden, SUFOR-Skärmförsök	1996	Gysinge Skogsfastigheter AB	Uppsala	16.89 6	60.21	Vetenskapligt	SLU - ESF - Siljansfors förs Skärm		tall	Skärm med och utan markberedning
10576	Ess-Komb20:1 Rankhyttan	25 Kombinationsmetoden, SUFOR-Skärmförsök	1995	Enskild markägare	Dalarna	15.75 6	60.47	Vetenskapligt	SLU - ESF - Siljansfors förs Skärm		tall/gran	Skärm med och utan markberedning
10577	Ess-Komb3 Åsunda	25 Kombinationsmetoden, SUFOR-Skärmförsök	1997	Holmen Skog Syd AB	Södermanland	16.82 5	59.22	Vetenskapligt	SLU - ESF - Siljansfors förs Skärm		tall/björk	Skärm med och utan markberedning
10578	Ess-Komb17 Golfbanan	25 Kombinationsmetoden, SUFOR-Skärmförsök	1996	KARLSTADS GOLFKLUBB	Värmland	13.5254	59.4301	Vetenskapligt	SLU - ESF - Siljansfors förs Skärm		tall/björk	Skärm med och utan markberedning
10579	Ess-Komb4 Kvarndammen	25 Kombinationsmetoden, SUFOR-Skärmförsök	1996	Holmen Skog Syd AB	Södermanland	16.82 5	59.22	Vetenskapligt	SLU - ESF - Siljansfors förs Skärm		tall	Skärm med och utan markberedning
10580	Ess-Komb18:1 Villboda	25 Kombinationsmetoden, SUFOR-Skärmförsök	1997	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Örebro	15.46 5	59.6	Vetenskapligt	SLU - ESF - Siljansfors förs Skärm		tall	Skärm med och utan markberedning
10729	Torringsmon schackrutehuggning	-	2012	SCA Skogsfastigheter Aktiebolag	Jämtland	15.7398	62.7041	Vetenskapligt	SLU - ESF - Vindelns försöl Luckhuggning		tall	Luckhuggning i schackrutemönster
12504	Slv-Ebbegårde	SLV 02 Föryngringsmetoder	1989	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Kalmar	16.1873	56.893	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		gran	Jämförelse sädd, plantering och självföryngring
12510	Nattavaaravägen	Saknas	2007	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Norrbottn	20.7483	67.043	Vetenskapligt	Sveaskog, Norrbotten Luckhuggning		tall/gran/bj	Luckhuggning i schackrutemönster för att studera effekterna på föryngring och hänglav
12606	K-skogsbruk Bruasängen	Kontinuitetskogsskötsel	2019	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Kronoberg	14.7659	57.144	Vetenskapligt	SLU - ESF - Asa försökspar Luck/Måldiam/Skärm		tall/gran	Effekter av luckhuggning, måldiameterrhuggning och överhållen skärm på produktion och föryngring
13636	Slv-Tågabo	SLV 02 Föryngringsmetoder	1989	Kopparfors Fastigheter AB	Halland	13.1973	27 56.86	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Skärm		gran	Jämförelse sädd, plantering och självföryngring
13704	S1750 Joranliden	-	1983	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Västerbotten	17.4934	64.919	Vetenskapligt	SLU - ESF - Vindelns försöl Övrig		tall	Jämförelse sädd och självföryngring
13713	VS 7 Svartberget	Blädningsförsök	1924	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Västerbotten	19.7996	64.235	Vetenskapligt	SLU - ESF - Vindelns försöl Blädning		gran	Blädning med jämförelse mot orörd kontroll och kalaverkning. Låggallrades på 70-talet
13760	7205 Kulbäcksliden	-	2005	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Västerbotten	19.5919	64.18	Vetenskapligt	SLU - ESF - Vindelns försöl Luckhuggning		tall	Luckhuggning i schackrutemönster
13764	Pilotförsök Storjuktan hyggesfritt	Hyggesfritt norra Sverige	2019	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Västerbotten	17.0289	65.43	Vetenskapligt	SLU - ESF - Vindelns försöl Blädning/Luck		tall/gran/bj	Jämförelse av blädning och luckhuggning mot traditionellt trakthyggesbruk
13793	Fågelfors - Kronobo	Kontinuitetskogsskötsel	2020	Södra Skogsägarna ekonomisk förening	Kalmar	15.7951	57.2055	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Luck/Måldiam/Skärm		tall/gran/bj	Effekter av luckhuggning, måldiameterrhuggning och överhållen skärm på produktion och föryngring
13794	Fågelfors - skjutbanan	Kontinuitetskogsskötsel	2020	Södra Skogsägarna ekonomisk förening	Kalmar	15.8184	57.2116	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Luck/Måldiam/Skärm		tall/gran/bj	Effekter av luckhuggning, måldiameterrhuggning och överhållen skärm på produktion och föryngring
13795	Fågelfors - badplatsen	Kontinuitetskogsskötsel	2020	Södra Skogsägarna ekonomisk förening	Kalmar	15.8512	57.2127	Vetenskapligt	SLU - ESF - Tönnersjöhedede Luck/Måldiam/Skärm		tall/gran/bj	Effekter av luckhuggning, måldiameterrhuggning och överhållen skärm på produktion och föryngring
13801	Ätnarova hyggesfritt	Hyggesfritt norra Sverige	2020	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Norrbottn	20.3693	67.0582	Vetenskapligt	SLU - ESF - Vindelns försöl Blädning/Luck		tall/gran/bj	Jämföra blädning och luckhuggning mot traditionellt trakthyggesbruk
25343	Åheden hyggesfritt	Hyggesfritt norra Sverige	2021	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Västerbotten	19.7772	64.2272	Vetenskapligt	SLU - ESF - Vindelns försöl Blädning/Luck		tall	Jämföra blädning och luckhuggning mot traditionellt trakthyggesbruk
25344	Finskt timmerställningsförsök Metla	-	2010	Sveaskog Förvaltnings Aktiebolag	Norrbottn	20.3854	67.0518	Vetenskapligt	SLU - ESF - Vindelns försöl Skärm		tall	Timmerställning

