

NATURLIG FÖRYNGRING AV TALL OCH GRAN



Skogsskötselserien är en sammanställning för publicering via Internet av kunskap om skogsskötsel utan ställningstaganden eller värderingar. Texterna har skrivits av forskare och har bearbetats redaktionellt både sakligt och språkligt. De är upphovsrättsligt skyddade och får inte användas för kommersiellt bruk utan medgivande.

I Skogsskötselserien ingår:

1. Skogsskötselns grunder och samband
2. Produktion av frö och plantor
3. Plantering av barrträd
4. *Naturlig förnyring av tall och gran*
5. Sådd
6. Röjning
7. Gallring
8. Stamkvistning
9. Skötsel av björk, al och asp
10. Skötsel av ädellövskog
11. Blädningsbruk
12. Skador på skog
13. Skogsbruk – mark och vatten
14. Naturhänsyn
15. Skogsskötsel för friluftsliv och rekreation
16. Produktionshöjande åtgärder
17. Skogsbränsle
18. Skogsskötselns ekonomi
19. Skogsträdsförädling
20. Slutavverkning

Skogsskötselserien har tagits fram med finansiering av Skogsstyrelsen, Skogsindustrierna, Sveriges lantbruksuniversitet och LRF Skogsägarna. Bidrag har även lämnats av Energimyndigheten för behandling av frågor som rör skogsbränsle och av Stiftelsen Skogssällskapet.

Omarbetningar (revisioner) för att ta fram andraupplagor har till stor del även bekostats av Erik Johan Ljungbergs Utbildningsfond och Stiftelsen Skogssällskapet.

Från januari 2017 utgörs Skogsskötselseriens partnerskap av Skogsstyrelsen, Linnéuniversitetet och SLU.

Skogsskötselserien – Naturlig förnyring av tall och gran

Första upplaga, april 2009

Andra omarbetade upplagan, oktober 2017

Författare:

Christer Karlsson, SkogDr, försöksparkschef, Siljansfors försökspark, SLU, Mora.
 Ulf Sikström, SkogDr, forskare, Skogforsk, Uppsala
 Göran Örlander, SkogDr, professor i skogsskötsel, Strateg Hållbart Skogsbruk, Södra
 Mats Hannerz, SkogDr, Silvinformation AB
 Björn Hånell, SkogDr, professor i skogsskötsel, SLU, Umeå
 Clas Fries, SkogDr, docent i skogsskötsel, skogsskötselspecialist, Skogsstyrelsen

© Christer Karlsson, Ulf Sikström, Göran Örlander, Mats Hannerz, Björn Hånell, Clas Fries och Skogsstyrelsen

Redaktör: Clas Fries, Skogsstyrelsen

Typografisk formgivning: Michael Ernst, Textassistans AB

Grafisk profil: Louise Elm, Skogsstyrelsen

Foto omslag: Mats Hannerz

Utgivning: Skogsstyrelsen, www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien

Innehåll

| | |
|--|----|
| Naturlig föryngring av tall och gran | 7 |
| Förord..... | 7 |
| Naturlig föryngring – begrepp och definitioner | 11 |
| Fröträd och skärträd | 11 |
| Fröträdsställning och skärmställning | 11 |
| Timmerställning | 12 |
| Nyföryngring och beståndsföryngring | 12 |
| Markbehandling | 12 |
| Hyggesrensning..... | 13 |
| Avverkningsbegrepp | 13 |
| Naturlig föryngring i kombination med skogsodling..... | 14 |
| Naturlig föryngring utan fröträd | 15 |
| Naturlig föryngring jämförd med sådd och plantering | 16 |
| Fröets ursprung (proveniens) | 16 |
| Plantornas areella fördelning | 17 |
| Gronings- och uppväxtmiljö | 17 |
| Tillväxt hos plantor och träd | 18 |
| Planterade plantor får ett försprång..... | 18 |
| Naturlig föryngring kan ge högre stamantal än plantering | 18 |
| Röjning ger en urvalseffekt på volymproduktionen | 18 |
| Skärträdens och fröträdens volymtillväxt | 19 |
| Omloppstiden förlängs vid naturlig föryngring | 19 |
| Virkesegenskaper | 20 |
| Trängseleffekt ger smalare grenar och högre densitet | 20 |
| Överskärning kan ge liknande effekter som trängsel..... | 20 |
| Röjning ger urvalseffekter på virkesegenskaperna | 21 |
| Mindre risk för rotdeformation vid naturlig föryngring..... | 21 |
| Föryngringsresultat | 22 |
| Jämförelser mellan tall och gran | 24 |
| Fröproduktion | 24 |
| Dödlighet och skador | 24 |
| Virkesegenskaper och värdeutveckling | 24 |
| Möjlighet till markberedning | 24 |
| Vindfällning | 25 |
| Föryngringstid..... | 25 |
| Internationellt perspektiv | 26 |
| Naturlig föryngring av tall | 26 |
| Tallarter som föryngras med fröträd | 26 |
| Generella råd vid föryngring med fröträd | 27 |
| Naturlig föryngring utan fröträd | 27 |
| Naturlig föryngring av gran | 27 |
| Arter av Picea och Abies som föryngras med naturliga metoder | 27 |
| Granens geografiska utbredning | 28 |
| Fröproduktion, frögroning och plantetablering..... | 30 |
| Reproduktionscykel och fröproduktion för tall..... | 30 |
| Reproduktionscykel och fröproduktion för gran..... | 33 |
| Faktorer som påverkar fröproduktionen | 35 |
| Temperaturen är viktig..... | 35 |
| Näring och ljus | 36 |

| | |
|--|----|
| Skador kan öka blomningen..... | 37 |
| Trädens ålder och diameter | 37 |
| Arvets betydelse | 38 |
| Frökvalitet | 38 |
| Grobarhetsprocent och groningsenergi | 39 |
| Anatomisk potential (AP) | 39 |
| Frövikt..... | 41 |
| Temperaturens betydelse för frömognaden..... | 41 |
| Frön och frövingar hos gran och tall | 44 |
| Groddplantans utseende och utveckling | 45 |
| Tallplantan | 45 |
| Granplantan | 47 |
| Mark och markbehandling | 48 |
| Markberedning för naturlig föryngring..... | 48 |
| Fördelar och nackdelar | 48 |
| Betydelsen för plantbestånd och planttillväxt..... | 49 |
| Markberedning är en färskvara | 50 |
| Rätt tidpunkt för markberedning..... | 51 |
| Mekanisk markberedning..... | 52 |
| Friska marker | 53 |
| Torra marker | 54 |
| Fuktiga marker | 57 |
| Marker med finkorniga jordar..... | 57 |
| Marker med sand och grövre jordar | 58 |
| Alternativa markberedningsmetoder..... | 58 |
| Bränning..... | 58 |
| Övriga metoder | 59 |
| Kväveläckage | 60 |
| Föryngringsresultat vid skärmställning utan markberedning | 61 |
| Bottensiktets och fältskiktets betydelse för frögroning och planttillväxt | 61 |
| Skärmeffekter..... | 63 |
| Lufttemperatur | 63 |
| Marktemperatur..... | 66 |
| Grundvattnets nivå och humusens fuktighet..... | 66 |
| Kvävet's tillgänglighet och utlakning | 67 |
| Kväveutlakning efter avverkning..... | 67 |
| Vind..... | 68 |
| Ljus | 68 |
| Markvegetation | 69 |
| Mykorrhiza..... | 71 |
| Snytbagge..... | 72 |
| Varför blir snytbaggeskadorna mindre under skärm än på kalhygge?..... | 72 |
| Andra skadegörare | 73 |
| Landskapsbilden | 74 |
| Fröträdens/skärmträdens reaktion vid friställning | 75 |
| Barr-, skott-, kott- och fröproduktion | 76 |
| Stammens volymtillväxt | 77 |
| Stamformsförändringar | 78 |
| Rotttillväxt | 78 |

| | |
|--|-----|
| Plantors reaktion vid friställning..... | 79 |
| Direkta avverkningsskador | 79 |
| Gran..... | 79 |
| Tall | 80 |
| Indirekta avverkningsskador | 80 |
| Torkskador | 81 |
| Skador av snytbagge och tallvivel | 81 |
| Plantornas tillväxt efter friställning | 82 |
| Skador på träd, frön och plantor..... | 84 |
| Skador och avgångar på skärmträd | 84 |
| Vindfällning | 84 |
| Snöbrott..... | 88 |
| Svampskador..... | 89 |
| Insektsskador..... | 89 |
| Skador och konsumtion av frön | 91 |
| Skador och konsumtion av frön före fröspridning | 91 |
| Skador på groddplantor..... | 92 |
| Skador av djur | 92 |
| Svampskador..... | 93 |
| Klimatiska skador | 93 |
| Skador på etablerade plantor..... | 94 |
| Insektsskador..... | 94 |
| Svampskador..... | 96 |
| Skador av klövvilt, gnagare och fåglar | 98 |
| Klimatiska skador | 100 |
| Arbetsgång vid naturlig förnygring av tall..... | 101 |
| Lämpliga bestånd och ståndorter | 101 |
| Klimat | 101 |
| Markegenskaper och markvegetation | 101 |
| Bestånd..... | 101 |
| Planera för natur- och kulturmiljö..... | 101 |
| Förberedande avverkning..... | 102 |
| Skyddszon runt fröträdsbeståndet | 102 |
| Beståndsförnygrade plantor kan nyttjas | 103 |
| Underväxtröjning (hyggesrensning) | 104 |
| Förnygringsavverkning | 104 |
| Avgränsning, dokumentation och avverkningsanmälan | 104 |
| Val av fröträd | 104 |
| Markberedning | 107 |
| Markbered rätt år..... | 107 |
| Markbered rätt tid på året..... | 107 |
| Kontroll av antalet kottar inför markberedning | 108 |
| Återväxtinventering | 109 |
| Nollyteinventering | 109 |
| Skogsvårdslagens krav och Skogsstyrelsens inventeringsmetod..... | 110 |
| Hjälpåtgärder..... | 111 |
| Avverkning av fröträd..... | 112 |
| Spara några naturvårdsträd..... | 112 |
| Plantbeståndets höjd vid fröträdsavverkning | 112 |
| Arbetsgång vid naturlig förnygring av gran under högskärm..... | 114 |

| | |
|---|-----|
| En komplex metod som kräver god kunskap | 114 |
| Beståndet glesas ut stegvis | 114 |
| Lämpliga bestånd och ståndorter | 116 |
| Klimat | 116 |
| Beståndsförnygring viktig | 116 |
| Markegenskaper och markvegetation | 116 |
| Första kontrollen av beståndsförnygring och bestånd | 117 |
| Planera för natur- och kulturmiljö..... | 117 |
| Förberedande avverkning..... | 118 |
| Skyddszon runt skärmen | 118 |
| Andra kontrollen av beståndsförnygring och bestånd..... | 119 |
| Underväxtröjning | 119 |
| Förnygringsavverkning (Skärmhuggning)..... | 119 |
| Avgränsning, dokumentation och avverkningsanmälan | 119 |
| Tidpunkt för förnygringsavverkning..... | 120 |
| Skärmens täthet..... | 120 |
| Val av skärnträd | 120 |
| Markberedning | 121 |
| Skyddsdikning eller dikesrensning | 122 |
| Kontroll av skärnträd och återväxt..... | 122 |
| Hjälplantering | 122 |
| Utglesning av skärmen..... | 122 |
| Avverkning av skärnträd (Skärmavveckling) | 123 |
| Tidpunkt | 123 |
| Fällning | 123 |
| Avverkningsmetod | 125 |
| Återväxtinventering | 125 |
| Kombinationsmetoder | 126 |
| Drettingemetoden eller Kombinationsmetoden | 126 |
| Ett landsomfattande experiment..... | 126 |
| En uppföljning av praktiken..... | 128 |
| Några praktiska råd vid användning av Drettingemetoden (Kombinationsmetoden) | 128 |
| Viktigt att tallen och granen får liknande höjdtveckling..... | 129 |
| Antalet planterade granplantor kan minskas | 129 |
| Ekonomisk kalkyl | 130 |
| Nuvärdeskalkylen | 130 |
| Jämförelse mellan naturlig förnygring, plantering och sådd av tall..... | 130 |
| Vad visar denna kalkyl? | 131 |
| Jämförelse mellan naturlig förnygring och plantering av gran | 132 |
| Vad visar denna kalkyl? | 133 |
| Litteratur | 134 |

NATURLIG FÖRYNGRING AV TALL OCH GRAN

Förord

Den årliga förnygringsarealen i Sverige har under de senaste 40 åren varit ca 200 000 hektar. Av denna areal har årligen 30 000–60 000 hektar förnygrats med naturlig förnygring.^{1,2,3,4} Det motsvarar 15–30 % av den årliga förnygringsarealen. Merparten av naturlig förnygring utförs som fröträdsförnygring i tallskogar. Det betyder att fröträdsmetoden har använts i 30–60 % av alla tallförnygringar de senaste 40 åren. För gran är andelen naturlig förnygring cirka 1 %.⁵ Dessa siffror speglar att förnygringssättet är enklare att använda, och mer beprövat, för tall än för gran.

I Riksskogstaxeringens inventeringar åren 2011–2015 bedömdes 42 % av arealen plantskog (skog upp till 1,3 meters höjd) i Sverige som självförnyrad.⁶ Denna andel är betydligt högre än de 20 % som Skogsstyrelsen i sin återväxtuppföljning klassificerat som naturligt förnygrad för samma period.⁷ Orsaken till skillnaden är sannolikt att en betydande andel av planterade bestånd vid ca 5–10 års ålder innehåller en stor andel självförnygrade huvudplantor.

Studier rörande naturlig förnygring har utförts lika länge som skogsbruk har bedrivits. Resultat har redovisats och skötselråd har föreslagits i stort sett hela den tid vi har haft litteratur om svensk skogsskötsel. Kunskapen har dock inte alltid varit lätt att ta till sig. Detta beror främst på att ämnet är omfattande, studierna fragmentariska och skötselhandledningarna kortfattade. Dessutom har åsikterna många gånger varit fler än de vetenskapligt belagda resultaten.

Vi vill här ge en lättförståelig beskrivning av hur naturlig förnygring av tall och gran bör utföras utifrån dagens kunskap. I första delen vill vi ge läsaren en grundläggande förståelse för fröbiologi, markberedning, skärm-effekter och skador, med mera. Dessutom vill vi ge djupare insikt i konstaterade orsakssamband. I den andra delen beskriver vi hur man praktiskt går

¹ Bergquist, J., Fries, C. & Svensson, L. 2017. Skogsstyrelsens återväxtinventering. Resultat från 1999–2016. Skogsstyrelsen. *Rapport 6–2017*.

² Kempe, G., Nilsson, P. & Toet, H. 2004. *Skogsdata 2004. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Förnygringar*. SLU, inst. f. skoglig resurshushållning.

³ Nilsson, P., Cory, N., Fridman, J. & Kempe, G. 2012. *Skogsdata 2012. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Skogsodling, skogsvård och avverkning*. SLU, inst. f. skoglig resurshushållning.

⁴ Nilsson, P., Cory, N. & Wikberg, P.-E. 2016. *Skogsdata 2016. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Skogen då, nu och i framtiden*. SLU, inst. f. skoglig resurshushållning.

⁵ Bergquist, J., Fries, C. & Svensson, L. 2017. Skogsstyrelsens återväxtinventering. Resultat från 1999–2016. Skogsstyrelsen. *Rapport 6–2017*.

⁶ Nilsson, P., Cory, N. & Wikberg, P.-E. 2016. *Skogsdata 2016. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Skogen då, nu och i framtiden*. SLU, inst. f. skoglig resurshushållning.

⁷ Bergquist, J., Fries, C. & Svensson, L. 2017. Skogsstyrelsens återväxtinventering. Resultat från 1999–2016. Skogsstyrelsen. *Rapport 6–2017*.

till väga. Skötselrekommendationerna grundar vi oftast på forskningsresultat, men även på vissa bedömningar när dokumenterad kunskap saknas. Första versionen av denna del i Skogsskötselserien publicerades 2009. En del mindre uppdateringar och ändringar har gjorts i denna version 2.

Texterna har till stora delar utgått från tre tidigare publicerade skrifter om naturlig föryngring, men har naturligtvis kompletterats med en stor mängd nya resultat från sentida forskning:

- Hannerz, M. & Gemmel, P. 1994. Granföryngring under skärm – en litteraturstudie med kommentarer. Skogforsk. *Re-dogörelse 4–1994*.
- Glöde, D. & Sikström, U. 2001. Föryngring av gran under högskärm. *Handledning från Skogforsk*.
- Karlsson, C. & Örlander, G. 2004. Naturlig föryngring av tall. Skogsstyrelsen. *Rapport 4–2004*.

Allmänt. Bestånd kan föryngras naturligt med frön från fröträd eller skärmträd som lämnas kvar efter en avverkning. Det kan också ske genom att ta tillvara plantor som kommit upp innan beståndet avverkas. Ibland behövs kompletterande plantering i luckor. Markberedning och hyggesrensning gynnar många gånger den naturliga föryngringen.

Jämförelse med sådd och plantering. Naturlig föryngring kan vara ett ekonomiskt sätt att få täta föryngringar som ger bra förutsättningar för kvalitetsproduktion av sågtimmer. Men man kan dock inte dra fördel av att använda förädlad skogsodlingsmaterial. Ett plus är den extra tillväxten hos frö- eller skärmträden.

Skillnader mellan tall och gran. Tall lämpar sig bättre för naturlig föryngring än gran. Den har en jämnare fröproduktion, vindfälls i mindre omfattning, risken för skador är mindre och fröträden får en större ekonomisk tillväxt. Markberedning är lättare att utföra under fröträdställningar av tall. Naturlig föryngring av gran kan ta betydligt längre tid.

Internationellt perspektiv. Naturlig föryngring av vår vanliga tall används över hela dess utbredningsområde. Contorta- och banksianatall kan föryngras naturligt även utan fröträd i Kanada. I Nordamerika och Asien kan flera Abies- och Picea-arter föryngras naturligt i det kommersiella skogsbruket.

Frön och groddplantor. Från knopp till fröspridning tar det tre år (fyra kalenderår) hos tall och 1,5–2 år (2–3 kalenderår) hos gran. Fröproduktionen gynnas av hög temperatur och god tillgång på ljus och näring. Stora träd ger i allmänhet mer frö än mindre.

Mark och markbehandling. På friska marktyper är markberedning under fröträd mycket effektivt för att ge bra betingelser för frögroning och planttillväxt. Markberedningens verkan är störst de första 3–4 åren, varför den bör göras just före ett förväntat bra fröår. Torra och fuktiga marktyper kan ofta föryngras utan markberedning.

Skärmeffekter. Högskärmnar minskar risken för skador av frost och insekter på plantorna, håller ner konkurrerande vegetation, kan dämpa stigande grundvattennivå och minskar kväveutlakningen efter avverkning. De gynnar också den biologiska mångfalden och landskapsbilden. Skärmar måste avvecklas i tid för att inte hämma föryngringen.

Trädens reaktion vid friställning. De friställda frö- eller skärmträden reagerar på den plötsligt minskade konkurrensen genom att öka sin diameter-, rot- och krontillväxt. Fröproduktionen hos fröträd av tall ökar kraftigt efter friställning, medan motsvarande ökning hos gran inte har kunnat påvisas.

Plantornas reaktion vid friställning. När en fröträdsställning eller en skärm avvecklas kan plantor skadas både direkt vid avverkning och indirekt efter avverkning. Överlevnad och skador hos plantor beror på deras höjd och hur tät skärm som lämnas vid föryngringsavverkning och tas ned vid skärmapveckling. Plantor högre än 50 cm har goda möjligheter att överleva, medan mindre plantor ofta dör av torka och snytbaggeangrepp.

Skador. Den mest uppenbara risken vid naturlig föryngring är vindfällning pga den plötsliga exponeringen för vindar. Därför bör blivande frö- eller skärmträd ”härdas” genom gradvis frihuggning redan i gallringarna. Detta minskar också risken för snöbrott. Granbarkborrar kan angripa torkstressade granar. Fallsjuka, knäckesjuka och frost kan orsaka omfattande skador på groddplantor och små plantor.

Naturlig föryngring – begrepp och definitioner

Bestånd kan föryngras naturligt med frön från fröträd eller skärmträd som lämnas kvar efter en avverkning. Det kan också ske genom att ta tillvara plantor som kommit upp innan beståndet avverkas. Ibland behövs kompletterande plantering i luckor. Markberedning och hyggesrensning gynnar många gånger den naturliga föryngringen.

Ett skogsbestånd kan anläggas genom naturlig föryngring, sådd eller plantering. Sådd och plantering förs samman under begreppet *skogsodling*, även benämnt *skogskultur*.

Naturlig föryngring innebär att ett bestånd föryngras genom fröfallet från de vuxna träden. Begreppet innefattar också föryngring genom skottskjutning från rötter och stubbar, som kan nyttjas praktiskt vid odling av vissa lövträd. Naturlig föryngring kallas även *självföryngring*, *självsådd* eller *skärmföryngring*.

Naturlig föryngring av såväl tall som gran är en aktiv föryngringsmetod som för att lyckas kräver både goda naturliga förutsättningar och aktiva åtgärder av skogsskötaren.

Begreppet naturlig föryngring används både för metoden att anlägga ett nytt skogsbestånd, och för att beskriva det plantbestånd som blir resultatet av metoden. Om någon till exempel säger: ”Det var en vacker naturlig föryngring”, avser denne säkerligen plantbeståndet och inte metoden.

Fröträd och skärmträd

Naturlig föryngring innebär vanligen att man vid föryngringsavverkningen lämnar kvar ett antal *fröträd* eller *skärmträd* jämnt eller gruppvis fördelade över föryngringsytan.

Fröträdsställning och skärmställning

Ett skogsbestånd där man lämnat kvar fröträd eller skärmträd kallas *fröträdsställning* respektive *skärmställning* (eller *skärm*). Dessa begrepp är kända i såväl andra nordiska länder, som i Nordamerika och Mellan- och Europa.^{8,9}

Här använder vi begreppet skärmställning i betydelsen *högskärm*, det vill säga en skärm av fullvuxna träd som lämnats kvar vid föryngringsavverkning. Inom skogsskötseln förekommer även begreppet *lågskärm*. Då avses en skärm av yngre träd, vanligen lövträd, som lämnats kvar eller släppts upp som skydd för plantor. I Sverige används lågskärm främst som skydd för plantor av gran och bok, ofta på frostlänt mark.

Fröträdsställning eller skärmställning? Det finns många olika uppfattningar om hur fröträdsställning respektive skärmställning ska definieras. Hos skogsskötaren är avgränsningen mellan de två begreppen flytande och

⁸ Smith, D.M., Larson, B.C., Kelty, M.J. & Ashton, P.M.S. 1996. *The Practice of Silviculture*. John Wiley & Sons, New York.

⁹ Matthews, J.D. 1994. *Silvicultural System*. Oxford University Press.

beror på syftet med skärmen, stamantal per hektar samt trädslag. I Sverige är skärmställning främst förknippad med gran, medan fröträdsställning oftast avser tall. I en skärmställning lämnas fler stammar per hektar än i en fröträdsställning.

Stig Hagner anger att skärmställningens syfte i första hand är att

”dels genom tillväxt verksamt utnyttja markens produktionsförmåga, dels genom besåning ge upphov till förnygring. I vissa fall bidrar skärmen också verksamt till att skydda de uppspirande plantorna, så att uppkomst av frodig hyggesvegetation hindras, eller genom att skador på grund av klimatiska extremförhållanden, till exempel frost, motverkas. Skärmen intar därigenom på flera sätt en mellanställning mellan timmerställningen, som enbart utnyttjas för virkesproduktion, och fröträdsställningen, vars huvudsakliga uppgift är att beså marken.”¹⁰

Timmerställning

Med *timmerställning* avses ett välgallrat medelålders eller äldre bestånd där praktiskt taget samtliga träd beräknas ge sågtimmer eller specialsортiment. Förnygringsarbetet har ännu inte inletts. Timmerställningar är ideala utgångsbestånd för fröträdsställningar eller skärmställningar.

Nyförnygring och beståndsförnygring

De åtgärder som vidtas vid naturlig förnygring av tall syftar i de flesta fall till att gynna nyetablering av plantor. Sådana plantor kallas *nyförnygrade* plantor. I ett välgallrat eller naturligt glest skogsbestånd kan *beståndsförnygrade* plantor ha etablerats innan skogsskötaren aktivt inleder förnygringsarbetet. Namnet syftar på att plantorna har uppkommit inne i ett slutet skogsbestånd.

Det går att nyttja beståndsförnygrade plantor, under förutsättning att de växer i större sammanhängande grupper och att variationen i höjd är måttlig. Beståndsförnygrade plantor kan vara allt ifrån små tynande tallplantor på magra tallhedar till växtliga granplantor som växer som underskikt i bördiga granskogar. Beståndsförnygrade plantor är oftast nödvändiga eller rent av avgörande för att lyckas med naturlig förnygring av gran.

Markbehandling

För att förbättra frögroning och planttillväxt, utför man i regel någon form av markbehandling. Vanligast är olika former av mekanisk markberedning vid förnygring av tall på friska marker. Under 1950-talet var bränning under fröträd av tall vanligt vid tallförnygring i norra Sverige.

Markberedning är ofta nödvändig för att lyckas med naturlig förnygring.¹¹

¹⁰ Hagner, S. 1962. Naturlig förnygring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4.

¹¹ Se ”Mark och markbehandling”, s. 49.

Hyggesrensning

Hyggesrensning utförs för att minimera konkurrens från små träd och buskar mot nyetablerade plantor. Åtgärden utförs ofta före föryngringsavverkning för att även underlätta avverkning och markberedning.

Under senare års strävan mot skogsbruksåtgärder med ökad miljöhänsyn har det tidvis rått en viss osäkerhet om användningen av hyggesrensning. Från föryngringssynpunkt anser vi att hyggesrensning ofta är en lämplig åtgärd, speciellt vid föryngring av tall.¹²

Avverkningsbegrepp

Förberedande avverkning är en åtgärd i syfte att förbereda föryngringen av ett bestånd, bland annat genom friställning av blivande skärmträd och fröträd. Äldre benämningar är *förhuggning* eller *beredningshuggning*.

Föryngringsavverkning kallas det när man avverkar ett bestånd med syftet att inleda föryngring. Vid naturlig föryngring lämnar man fröträd eller skärmträd.

Föryngringsperioden inleds efter föryngringsavverkningen.

Avverkning av fröträd/skärmträd (*skärmavveckling*) avslutar föryngringsperioden. En tät skärm kan avvecklas i två eller flera steg varav den första avverkningen kallas *skärmutglesning*.

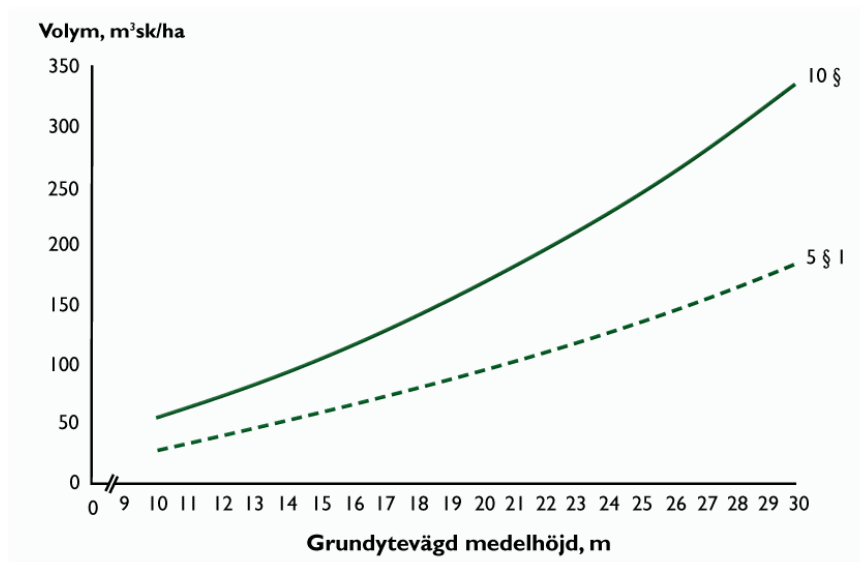
Skogsvårdslagen särskiljer avverkningar vars ändamål är att *gynna återväxt av ny skog* från avverkningar vars syfte är att *främja skogens utveckling*. Avverkningar som syftar till att skapa skärmställningar och fröträdsställningar tillhör den första kategorin och ska anmälas till Skogsstyrelsen senast sex veckor före avverkningen om:

- avverkningen omfattar minst 0,5 hektar
- avverkningen sänker virkesförrådet under gränsen för föryngringsplikt angiven i skogsvårdslagens § 5 (figur NF1).

En tät skärm har ofta högre virkesförråd än vad som anges i § 5 (föryngringsplikt inträder), men lägre än vad som anges i § 10 (lägsta virkesförråd efter gallring ”som främjar skogens utveckling”). En anmälan om föryngringsavverkningen ska enligt skogsvårdslagen göras i fall då kvarvarande bestånd kommer att underskrida volymen enligt § 10.

En förutsättning för att få utföra föryngringsavverkning är att skogsbeståndet har uppnått lägsta tillåtna ålder enligt § 10 i skogsvårdslagen.

¹² Se ”Underväxtröjning (hyggesrensning)”, s. 104, och ”Underväxtröjning”, s. 119.



Figur NFI Virkesförrådsdiagram enligt Skogsstyrelsens föreskrifter och allmänna råd. Efter gallring får förrådet inte underskrida den övre gränsen (§ 10). Vid den undre gränsen inträder förnyringsplikt (§ 5:1)¹³. Skärmställningar hamnar ofta mitt emellan dessa två gränser.

Naturlig förnyring i kombination med skogsodling

I läroböcker och förnyringsinstruktioner förutsätts ofta att man använder antingen skogsodling eller naturlig förnyring. Dessutom förutsätts ofta att man strävar efter trädslagsrena bestånd. Det finns dock metoder som kombinerar såväl skogsodling och naturlig förnyring som olika trädslag.

En sådan metod är plantering av gran under fröträd av tall, ibland kallad *Drettingemetoden* eller *kombinationsmetoden*.^{14,15} Idén är att på goda och mellangoda boniteter (SI > T22) skapa blandbestånd av tall och gran. Förutom insåning av tallplantor kan en tät fröträdsställning (skärm) skydda granplantor mot frost, snytbaggeskador och vegetationskonkurrens.

Även sådd under fröträd förekommer.

Naturlig förnyring i skogskulturer. Sådder och planteringar innehåller många gånger en betydande andel naturligt förnygrade plantor av olika trädslag.¹⁶ Vid röjningen har man möjlighet att bestämma beståndets framtida trädslagsfördelning samt fördelningen mellan naturligt förnygrade och planterade plantor.

¹³ Skogsstyrelsen. 2017. *Skogsvårdslagstiftningen. Gällande regler 1 april 2017*. Tillgänglig på: <http://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/lag-och-tillsyn/skogsvardslagen/skogsvardslagstiftning-2017.pdf>

¹⁴ Freij, J. 1990. Drettingemetoden – kombinerad plantering och naturlig förnyring under skärm. Skogsarbeten. *Resultat* 6.

¹⁵ Nilsson, U., Örlander, G. & Karlsson, M. 2006. Establishing mixed forests in Sweden by combining planting and natural regeneration – Effects of shelterwoods and scarification. *Forest Ecology and Management* 237: 301–311.

¹⁶ Ackzell, L., Elfving, B. & Lindgren, D. 1994. Occurrence of naturally regenerated and planted main crop plants in plantations in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management* 65: 105–113.

Naturkultur. Under 1990-talet lanserades en kombinationsmetod kallad naturkultur.¹⁷ Metoden går ut på att använda ett bländningsliknande skogsbruk med kompletterande plantering utan markberedning.

En del försök har etablerats med denna metod, men det dröjer många år innan långsiktiga resultat kan erhållas.

Metoden förefaller olämplig för tall, eftersom tall är ett så kallade primärträdsdrag. Med det menas ett trädsdrag som snabbt etablerar sig efter brand, kalhuggning eller andra markstörningar, men som har betydligt svårare att etablera sig som underskikt i en skog dominerad av större träd. Även om unga tallar överlever i den bländningsliknande skogen, blir ungdomstillväxten kraftigt reducerad och deras totala växttid lång.

Det är möjligt att naturkultur passar bättre för gran, men även där saknas kunskap.

Naturlig förnygring utan fröträd

Det finns några metoder för naturlig förnygring där fröträd inte används. De tillämpas mycket sällan i Sverige, men är betydligt vanligare i andra länder, till exempel Finland^{18,19,20,21} och Norge.²² Dessa metoder beskrivs endast kort här.²³

Kantförnygring. Ibland används kantförnygring utan fröträd. Denna utförs vanligen som långsmala hyggen och är främst tillämplig för gran.²⁴ För att det ska fungera måste minst en av kanterna bestå av mogen skog som kan sprida frön.

Luckhuggning. Även olika former av luckhuggning kan förekomma. Teorin är att tillskapa små luckor i det mogna beståndet och glesa ut (skärmhugga) kring luckorna. Allt eftersom plantor etableras, utvidgas luckorna tills hela beståndet är förnygrat.

¹⁷ Hagner, M. 2005. *Naturkultur*. Mats Hagners Bokförlag, Umeå.

¹⁸ Downey, M. 2015. *Post-harvest natural regeneration dynamics across forest gaps in Central Finland*. M.Sc. Thesis. University of Helsinki, Department of Forest Sciences. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/158975>.

¹⁹ Hökkä, H., Repola, J., Moilanen, M. & Saarinen M. 2011. Seedling survival and establishment in small canopy openings in drained spruce mires in Northern Finland. *Silva Fennica* 45(4): 633–645.

²⁰ Hökkä, H., Repola, J., Moilanen, M. & Saarinen, M. 2012. Seedling establishment on small cutting areas with or without site preparation in a drained spruce mire – a case study in Northern Finland. *Silva Fennica* 46(5): 695–705.

²¹ Hökkä, H. & Mäkelä, H. 2014. Post-harvest height growth of Norway spruce seedlings in northern Finland peatland forest canopy gaps and comparison to partial and complete canopy removals and plantations. *Silva Fennica* 48(5): 1–16.

²² Holt-Hanssen, K. 2002. Effects of seedbed substrates on regeneration of *Picea abies* from seeds. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 511–521.

²³ Se även *Skogsskötselserien* nr 1, Skogsskötselns grunder och samband. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

²⁴ Hallsby, G. 2007. *Nya Tidens Skog: skogsskötsel för ökad tillväxt*. LRF Skogsägarna.

Naturlig förnyring jämförd med sådd och plantering

Naturlig förnyring kan vara ett ekonomiskt sätt att få täta förnyringar som ger bra förutsättningar för kvalitetsproduktion av sågtimmer. Men man kan då inte dra fördel av plantagefröets förädlade genetiska egenskaper. Ett plus är den extra tillväxten hos frö- eller skärmträden.

Valet av förnyringmetod är ett strategiskt beslut som bör fattas i god tid före anläggning av ett nytt bestånd, men senast i samband med den sista gallringen i det befintliga beståndet. Då har man möjlighet att anpassa skötselåtgärderna för att minska risken för till exempel vindfällning, vilket är speciellt viktigt vid naturlig förnyring. Vid valet av förnyringmetod är det många faktorer att ta hänsyn till, bland annat målsättning, marktyp och klimat.

Ett skäl för att nyttja naturlig förnyring är att skogsskötaren vill uppnå vissa syften, till exempel ett mycket högt plantantal, vilket kan bli dyrt med enbart skogsodling.

Det finns även några principiellt viktiga skillnader mellan naturlig förnyring och skogsodling som kan styra metodvalet. Det gäller fröets ursprung (*proveniens*), plantornas areella fördelning och plantornas uppväxtmiljö vid beståndsanläggningen. I beslutet ska även vägas in vilken volymproduktion och vilka virkesegenskaper som kan uppnås, samt skaderisker och ekonomi.

Fröets ursprung (*proveniens*)

Frön som används vid skogsodling (sådd eller plantering) kommer oftast från en annan ort, medan frön vid naturlig förnyring kommer från fröträd inom beståndet eller träd i angränsande bestånd.

De frön som används vid skogsodling kan komma från fröplantager där man producerar frön från speciellt utvalda träd. Rätt förflyttning av fröet från dess ursprungsort till skogsodlingsplatsen ger möjlighet till högre överlevnad och tillväxt. Det finns dock inte alltid tillgång till frö för alla klimatlägen från plantager. Genom att använda *plantagefrö* från första generationens fröplantager (anlagda åren 1947–1977) vid sådd och plantering kan man räkna med att öka volymtillväxten med ca 10 % under en omloppstid jämfört med lokalt frö.^{25,26} Det beror bland annat på att plantagefrö i förhållande till lokalt beståndsfrö

- har högre överlevnad
- kommer från speciellt utvalda moderträd med högre volymtillväxt än medelträdet

²⁵ Rosvall, O., Jansson, G., Andersson, B., Ericsson, T., Karlsson, B., Sonesson, J. & Stener, L.-G. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Skogforsk. *Redogörelse* 1–2001.

²⁶ Wennström, U. 2001. Direct seeding of *Pinus sylvestris* (L.) in the boreal forest using orchard or stand seed. SLU. *Silvestria* 204. Doktorsavhandling.

- har högre vikt, vilket också påverkar beståndsetablering och volymtillväxt positivt.

Frö från de plantager som börjat anläggas i början av 2000-talet (tredje generationens fröplantager) förväntas ge 25 % mer volymtillväxt än beståndsfrö.²⁷

För vissa skogsägare kan det finnas ett känslomässigt värde att veta att den nya trädgenerationen har lokal proveniens.

Plantornas areella fördelning

Vid plantering sätts planter i ett regelbundet mönster och med visst avstånd – förband – som bestäms av skogsskötaren, medan naturligt uppkomna planter etableras från frön som sprids slumpmässigt över arealen. Frövitalitet och ståndortsfaktorer tillsammans med markberedningen²⁸ avgör då till stor del vilka frön som gror och utvecklas till livskraftiga planter.

Sådd intar i detta avseende en mellanställning, eftersom man i praktiken sår frön i ett någorlunda regelbundet mönster som bestäms av den markberedningsmetod som används.

Gronings- och uppväxtmiljö

Miljön för frögroning och planttillväxt blir i flera avseenden gynnsammare under en högskärm än på ett kalhygge.²⁹ Strålningsbalans^{30,31} och temperaturklimat skiljer, vilket minskar risken för uppfrysning och för frostsador på plantorna. Andra skärmeffekter är att hyggesvegetationen hämmas, det blir mindre skador på plantorna av snytbagge och mindre drastisk förändring av många abiotiska faktorer som grundvattennivå, vindhastighet och beskuggning. Att skärmträden konkurrerar med och håller tillbaka plantornas tillväxt kan vara både en fördel och en nackdel beroende på vad man vill uppnå.

²⁷ Rosvall, O., Jansson, G., Andersson, B., Ericsson, T., Karlsson, B., Sonesson, J. & Stener, L.-G. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Skogforsk. *Redogörelse 1–2001*.

²⁸ Se *Skogsskötselserien* nr 1, ”Skogsskötselns grunder och samband”. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

²⁹ Mer om effekterna av en högskärm finns i avsnittet ”Skärmeffekter”, s. 63.

³⁰ Med strålningsbalans avses här energiutbytet mellan markytan och luften. Vid klart väder nattetid under sommaren avkyls marken pga att energi strålar ut från markytan. Det omvända förhållandet råder dagtid.

³¹ Lundmark, J.-E. 1986. *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk del 1 – Grunder*. Skogsstyrelsen.

Tillväxt hos plantor och träd

Planterade plantor får ett försprång

Planterade plantor på kalmark får som regel ett försprång i diameter- och höjdtillväxt motsvarande 2–10 år framför naturligt föryngrade plantor.^{32,33} Detta beror på att:

- kalmarkstiden kan förkortas vid plantering, dels för att plantorna är minst ett år (en vegetationsperiod) gamla vid planteringsstillfället, dels för att fröfallet i den naturliga föryngringen ofta är otillräckligt under föryngringsperiodens första tre år³⁴
- planterade plantor växer snabbare de första åren, dels för att de är större, dels för att de inte utsätts för konkurrens från moderträden (om de inte är planterade under skärm)
- användning av plantagefrö ger högre tillväxt

Ett planterat bestånd kan av dessa skäl ge upp till 20 % högre volymtillväxt än ett naturligt föryngrat bestånd med samma stamantal under en omloppstid på 100 år.³⁵ Vid längre skärmperioder kan tillväxtförlusterna bli än större.

Naturlig föryngring kan ge högre stamantal än plantering

Skogsbestånd som uppkommit genom sådd eller naturlig föryngring får ett större stamantal per hektar än planterade bestånd när föryngringsarbetet lyckas bra. Ett större stamantal resulterar i en högre volymtillväxt (figur NF2). Hur stor denna ökade tillväxt blir, beror på hur beståndet röjs och gallras, men kan bli upp till 10 % under en omloppstid.³⁶ Därmed kan en lyckad naturlig föryngring som gett ett tätt bestånd helt eller delvis kompensera det försprång i volymtillväxt som planterade bestånd får i etableringsfasen.

Att med enbart plantering skapa tätare bestånd än ca 3 000 stammar per hektar blir vanligen för dyrt i förhållande till den effekt man uppnår i form av ökad volymtillväxt och förbättrad virkeskvalitet.

Röjning ger en urvalseffekt på volymproduktionen

Ett tallbestånd som röjts från 8 000 stammar per hektar till 2 500 stammar per hektar har vid första gallring tappat ca 10 % i volymproduktion jämfört med ett oröjt bestånd med 8 000 stammar per hektar. Ett tallbestånd som planterats med 2 500 stammar per hektar har däremot tappat nästan 20 % i

³² Elfving, B. 1992. Återväxtens etablering och utveckling till röjningstidpunkten. SLU, inst. för skogsskötsel. *Arbetsrapporter* 67.

³³ Ackzell, L. 1993. A comparison of planting, sowing and natural regeneration for *Pinus sylvestris* (L.) in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management* 61: 229–245.

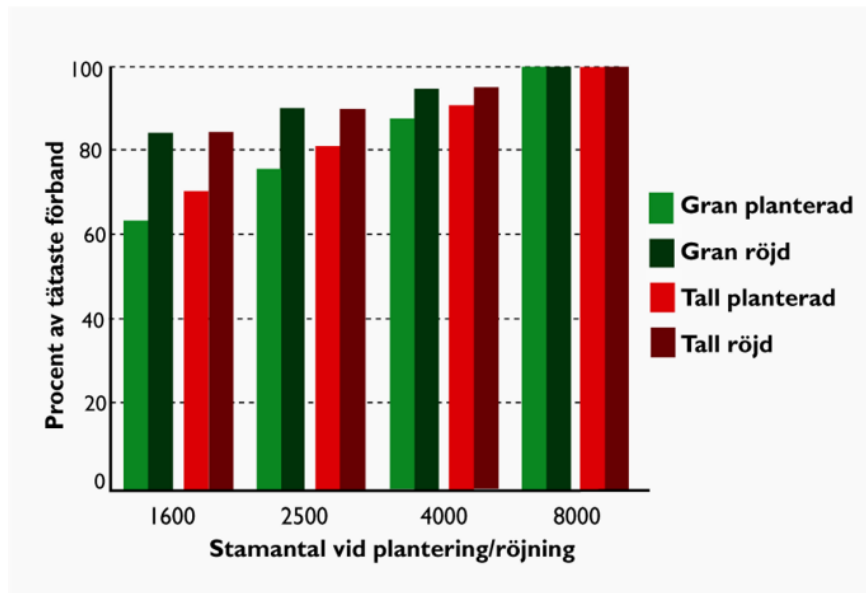
³⁴ Se vidare ”Skärmeffekter”, s. 63.

³⁵ Ekö, P.M. & Agestam, E. 1994. A comparison of naturally regenerated and planted Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on fertile sites in southern Sweden. *Forest & Landscape research* 1: 111–126.

³⁶ Pettersson, N. 1992. The effect on stand development of different spacing after planting and precommercial thinning in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* 34.

produktion jämfört med ett bestånd som planterats med 8 000 stammar per hektar. För planterad gran är förlusten nästan 25 % (figur NF2). Dessa resultat kommer från försöksytor med liten plantavgång, så orsaken är troligen i första hand urvalseffekter som beror på att man vid röjningstillfället lämnat individer med högre tillväxt. En högre tillväxt kan bero på:

- genetiska skillnader mellan träd
- skillnader i växtplats



Figur NF2 Relativ volymproduktion i förhållande till tätaste förband vid första gallring för tall och gran som planterats eller röjts till olika stamantal.³⁷

Skärmträdens och fröträdens volymtillväxt

Skärmträd och fröträd producerar virke under föryngringsperioden, som vanligen sträcker sig över 5–15 år, vilket inte sker på ett planterat eller sått kalhygge. Beroende på skärmträdens/fröträdens totala volym per hektar och föryngringsperiodens längd kan denna produktion motsvara 2–8 % av den totala produktionen under en omloppstid.³⁸

Omloppstiden förlängs vid naturlig föryngring

Omloppstiden blir oftast längre för naturligt föryngrade bestånd, vilket beror på längre etableringstid, långsammare tillväxt och stamrikare bestånd. Därmed kommer intäkter från avverkningar senare och detta minskar förräntningen av det investerade kapitalet (beståndet).³⁹

³⁷ Pettersson, N. 1992. The effect on stand development of different spacing after planting and precommercial thinning in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. SLU, inst. för skogsproduktion. Rapport 34.

³⁸ Se vidare "Fröträdens/skärmträdens reaktion vid friställning", s. 75.

³⁹ Se vidare "Ekonomisk kalkyl", s. 130.

Virkesegenskaper

Naturligt förnygrade eller sådda tallbestånd med hög stamtäthet är oftast en förutsättning för att tallen ska få god timmerkvalitet, om inte stamkvistning utförs. Denna kvalitet bestäms till stor del av rotstockens rakhet och kvistar-nas grovlek samt av skador, ofta orsakade av viltbetning.

Trängseleffekt ger smalare grenar och högre densitet

Planterad tall på bördig mark får oftast grova grenar när de planteras i förband på ca 2 meter (figur NF3). Självförnygrade och sådda tallar kan däremot genom högre stamantal få betydligt klenare grenar.⁴⁰ För gran är sambandet mellan stamtäthet i ungskogsfasen och kvistgrovlekt något svagare än för tall.

I ett norskt försök röjdes ett planterat granbestånd vid 5 meters höjd till stamantal på 820, 1 100, 1 600 och 2 070 stammar per hektar. Vid 17 meters höjd skiljde det ca 4 mm mellan de grövsta grenarna på rotstocken (5 m) i det tätaste och glesaste förbandet.⁴¹ Motsvarande skillnad i en svensk studie av tallbestånd var ca 6 mm.⁴²

En studie av sambandet mellan årsringsbredd och kvistgrovlek visar ett svagare samband för gran än för tall.⁴³

Trängseleffekten i ungskogen ger även smalare årsringar, vilket inom normala variationer ger virke med högre densitet.^{44,45}

Överskärning kan ge liknande effekter som trängsel

Långvarig överskärning av plantor ger liknande effekter som trängsel, dvs lägre tillväxt, klenare kvistar, större andel raka stammar och färre sprötkvistar. För tall kan lång överskärningstid eventuellt användas på höga boniteter. På låga boniteter är det däremot inte lämpligt eftersom konkurrensen från moderträden hämmar plantornas tillväxt avsevärt.

I en studie från Skåne blev grenarnas medeldiameter 16–18 mm under högskärm mot 25–30 mm för planterade bestånd med motsvarande stamantal. Ståndortsindex var T27 och skärmen lämnades i 25 år tills det nya beståndet nått 6 meters höjd.⁴⁶

Överskärning innebär att något fler kvistvarv bildas per löpmeter stamvirke, medan antalet grenar per grenvarv blir mindre, jämfört med plantor som vuxit upp utan överskärning. Dessa två effekter kan antas ta ut

⁴⁰ Ruha, T. & Varmola, M. 1997. Precommercial thinning in naturally regenerated Scots pine stands in northern Finland. *Silva Fennica* 31(4): 401–415.

⁴¹ Braastad, H. & Tveite, B. 2000. Ungskogpleie i granbestand. Effekten på tilvekst, diameterfordeling, kronehøyde og kvisttykkelse. *Rapport fra skogforskningen* 11.

⁴² Fahlvik, N., Ekö, P.M. & Pettersson, N. 2005. Influence of precommercial thinning grade. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 243–251.

⁴³ Moberg, L. 2006. Predicting knot properties of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* from generic tree descriptors. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 48–61.

⁴⁴ Ericson, B., Johnson, T. & Persson, A. 1973. Ved och sulfatmassa från tall i orörda bestånd. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och Uppsatser* 25.

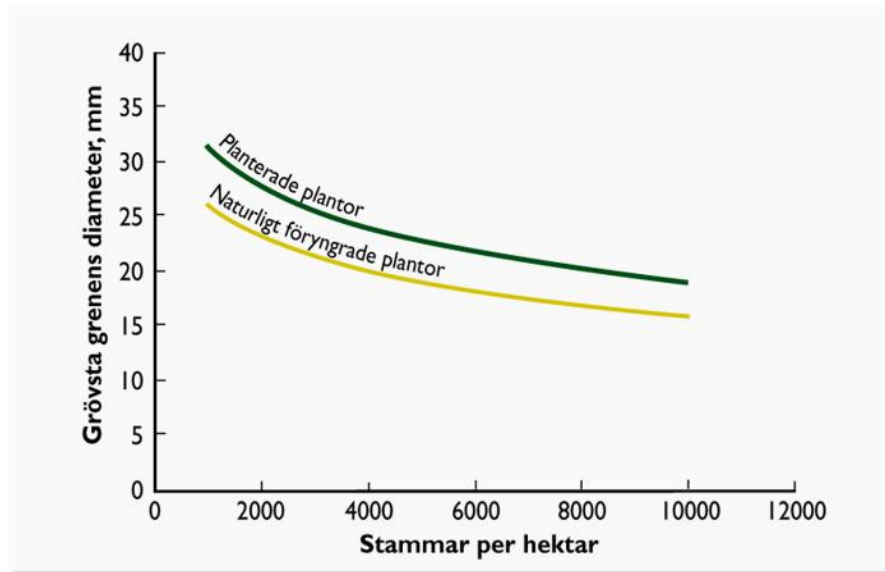
⁴⁵ Nylinder, P. & Häggglund, E. 1954. Ståndorts- och trädegenskapers inverkan på utbyte och kvalitet vid framställning av sulfatmassa av gran. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 44:11.

⁴⁶ Ekö, P.M. & Agestam, E. 1994. A comparison of naturally regenerated and planted Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on fertile sites in southern Sweden. *Forest & Landscape research* 1: 111–126.

varandra så att planterade och naturligt förnygrade träd har ungefär samma grenantal per meter stam.⁴⁷

Röjning ger urvalseffekter på virkesegenskaperna

En viktig fördel med ett högt stamantal är att man vid röjningstillfället har fler raka och oskadade stammar att välja mellan. I en studie i Halland jämfördes två planterade tallbestånd med två naturligt förnygrade bestånd som röjts. För de naturligt förnygrade stammarna var andelen raka stammar 86 % medan motsvarande andel endast var 25 % för de planterade stammarna.⁴⁸



Figur NF3 Diameter (mm) för grövsta gren på rotstockens första 4 meter för planterade (grön linje) och naturligt förnygrade (gul linje) tallbestånd med olika stamantal.^{49,50}

Mindre risk för rotdeformation vid naturlig förnyring

En nackdel vid plantering av tall är att plantrötterna kan deformeras. Rotdeformation, som hos tall ofta medför att träden får sämre stabilitet och krökta stammar, drabbar normalt enbart planterade plantor. Deformering av en tallplantas rötter har två grundläggande orsaker:

⁴⁷ Ekö, P.M. & Agestam, E. 1994. A comparison of naturally regenerated and planted Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on fertile sites in southern Sweden. *Forest & Landscape research* 1: 111–126.

⁴⁸ Agestam, E., Ekö, P.M. & Johansson, U. 1998. Timber quality and volume growth in naturally regenerated and planted Scots pine stands in S.W. Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 204.

⁴⁹ Persson, A. 1977. Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och Uppsatser* 45.

⁵⁰ Fahlvik, N., Ekö, P.M. & Pettersson, N. 2005. Influence of precommercial thinning grade on branch diameter and crown ratio in *Pinus sylvestris* in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 243–251.

1. Näringstillgången under plantans första år styr rötternas utformning. En naturligt föryngrad eller frösådd planta har färre långrötter och rothår men fler kortrötter och mer mykorrhiza än plantor odlade i plantskola. När plantorna blir äldre differentieras en del av långrötterna till dominerande stödjande sidorötter. Ett fullvuxet träd behöver 6–7 stödjande rötter för optimal förankring i marken. Plantor som odlats i plantskola får många men kläna stödjande sidorötter, istället för få och kraftiga, och därigenom sämre stabilitet än de naturligt föryngrade plantorna.^{51,52}
2. Rötterna kan deformeras mekaniskt på grund av plantodlingssystem och planteringsmetod. På barrotsplantor är orsaken oftast att rötterna kläms ihop eller viks vid planteringen. Problemen med täckrotsplantor beror oftast på plantbehållarna. Jämfört med äldre täckrotssystem har problemet med rotdeformation minskat tack vare bättre odlingssystem. Trots detta hade ännu i slutet av 1990-talet cirka 20 % av plantorna rotdeformationer.^{53,54} Deformerade rötter ger hos tall ofta krökar i stammarnas nedre del.

Deformerade rötter är ett mindre problem hos gran än hos tall. Gran kan på ett bättre sätt än tall kompensera ett från början stort rotsystem genom att nya adventivrötter växer ut.⁵⁵

Föryngringsresultat

Skogsstyrelsens återväxtuppföljning, (tidigare kallat Polytax R5/7),⁵⁶ visar att naturlig föryngring jämfört med planterig resulterat i något lägre godkänd arealandel enligt skogsvårdslagen.⁵⁷ Många bestånd är luckiga och ojämna. Planterade bestånd har i medeltal resulterat i högre andel godkända föryngringar vid tidpunkten för inventeringen (figur NF4). Enligt Skogsstyrelsen beror detta på att skogsskötaren varit alltför passiv. Vanliga fel vid naturlig föryngring är till exempel att:

- man inte har markberett

⁵¹ Rebane, A. 2001. Root function and morphology of *Pinus sylvestris* seedlings and its application in forest renewal. SLU, inst. för skogshushållning. *Rapport 17*. Licentiatavhandling.

⁵² Lindström, A. & Rune, G. 1999. Root deformation in plantations of container-grown Scots pine trees: effects on root growth, tree stability and stem straightness. *Plant and soil* 217: 29–37.

⁵³ Lindström, A. 1998. Root deformation and its implications for containerized seedling establishment and future quality development. Skogforsk. *Redogörelse 7–1998*, s. 51–60.

⁵⁴ Lindström, A. & Rune, G. 1999. Root deformation in plantations of container-grown Scots pine trees: effects on root growth, tree stability and stem straightness. *Plant and soil* 217: 29–37.

⁵⁵ Lindström, A. 1998. Root deformation and its implications for containerized seedling establishment and future quality development. Skogforsk. *Redogörelse 7–1998*, s. 51–60.

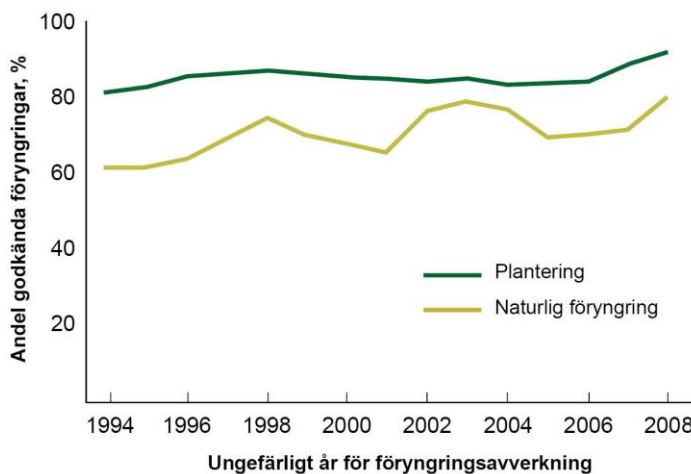
⁵⁶ Skogsstyrelsen utför återväxtinventeringar för att kontrollera föryngringarna i Sverige. I södra Sverige görs inventeringen fem tillväxtperioder efter avverkning och i norra Sverige (Norrland, Dalarnas län och Torsby kommun) samt på Gotland efter sju tillväxtperioder.

⁵⁷ Bergquist, J., Fries, C. & Svensson, L. 2017. Skogsstyrelsens återväxtuppföljning. Resultat från 1999–2016. Skogsstyrelsen. *Rapport 6–2017*.

- man har lämnat för få fröträd/skärträd
- man har gjort ett felaktigt ståndortsval (till exempel höjdläge eller för bördiga marker)
- fröträd har vindfällts på grund av att beståndet varit för dåligt gallrat före föryngringsavverkningen.

För avverkningar utförda under perioden 1994–2008 ökade dock arealandelen godkända naturliga föryngringar med ca 20 procentenheter till 80 % (figur NF4). För bestånd som anlades omkring åren 2008 var andelen godkänd areal i Götaland och Svealand lika hög för naturlig föryngring som för plantering, medan plantering hade bättre resultat i norra Sverige.⁵⁸ Ett problem med Skogsstyrelsens återväxtuppföljning är att många av de naturligt föryngrade plantorna vid inventeringstillfället är små, och det är svårt att inventera plantor kortare än 10 cm. Inventeringen tar inte hänsyn till att de naturligt föryngrade bestånden i genomsnitt ligger minst 5 år efter de planterade bestånden i höjdtveckling. Dessutom är den naturliga föryngringen i många fall ännu inte avslutad vid inventeringstillfället.

Om jämförelsen gjordes vid samma planthöjd skulle de naturligt föryngrade bestånden sannolikt visa högre stamantal. Sammantaget finns det således problem med att tolka resultaten, speciellt jämförelser mellan planterade och naturligt föryngrade bestånd.



Figur NF4 Andel godkända föryngringar för plantering och naturlig föryngring med frö- eller skärträd, enligt Skogsstyrelsens återväxtinventeringar ca sex år efter föryngringsstart. Årtalen avser ungefärligt år för föryngringsavverkning.^{59,60}

⁵⁸ Bergquist, J., Fries, C. & Svensson, L. 2017. Skogsstyrelsens återväxtuppföljning. Resultat från 1999–2016. Skogsstyrelsen. Rapport 6–2017.

⁵⁹ Bergquist, J., Fries, C. & Svensson, L. 2017. Skogsstyrelsens återväxtuppföljning. Resultat från 1999–2016. Skogsstyrelsen. Rapport 6–2017.

⁶⁰ I norra Sverige och på Gotland är föryngringstiden längre än i söder och om en naturlig föryngring är godkänd eller inte enligt skogsvårdslagen bedöms först efter 10 år, det vill säga efter att återväxtinventeringen utförts. Det betyder att arealandelen godkända föryngringar torde vara några procentenheter större för metoden naturlig föryngring.

Jämförelser mellan tall och gran

Tall lämpar sig bättre för naturlig förnyring än gran. Den har en jämnare fröproduktion, vindfälls i mindre omfattning och fröträden får en större ekonomisk tillväxt. Markberedning är lättare att utföra i fröträdsställningar med tall. Naturlig förnyring av gran kan ta betydligt längre tid.

Naturlig förnyring av gran är relativt ovanlig som aktiv förnyringsslagmetod i Sverige. Enligt Skogsstyrelsens återväxtinventering åren 2013–2016 användes metoden endast på ca 1 % av förnyingsarealen, medan motsvarande andel var 9 % för naturlig förnyring av tall.⁶¹

För att förstå varför naturlig förnyring av tall är så vanlig jämfört med naturlig förnyring av gran bör man känna till vissa viktiga skillnader mellan trädslagen.

Fröproduktion

Tall har i jämförelse med gran en betydligt jämnare fröproduktion, och producerar frö de flesta år, medan gran kan sakna frö flera år i rad och sedan producera mycket stora mängder med några års mellanrum.⁶² Efter friställning stimuleras tall till ökad fröproduktion⁶³. För gran är inte någon liknande reaktion påvisad.⁶⁴

Dödlighet och skador

Många granar mår sämre efter friställning och dödligheten ökar. Detta ökar i sin tur risken för angrepp av granbarkborrar,⁶⁵ som sedan kan sprida sig till angränsande granbestånd.

Virkesegenskaper och värdeutveckling

Naturligt förnygrade tallbestånd med hög stamtäthet är ofta en förutsättning för att tallen ska få hög virkeskvalitet, till exempel kläna grenar och rak stam. För granen är sambandet mellan stamtäthet i plantstadiet och virkesegenskaper betydligt svagare. Historisk sett har dessutom sambandet mellan virkesegenskaper och pris varit starkare för tall än för gran. Därmed kan man säga att motivet för att anlägga stamrika bestånd är mindre för gran än för tall.

Möjlighet till markberedning

Möjligheten att markbereda under en skärm av gran är betydligt sämre än under en fröträdsställning av tall, eftersom stora delar av granens grunda och vida rotsystem kan skadas vid traditionell maskinell markberedning.

⁶¹ Bergquist, J., Fries, C. & Svensson, L. 2017. Skogsstyrelsens återväxtuppföljning. Resultat från 1999–2016. Skogsstyrelsen. *Rapport 6–2017*.

⁶² Hagner, S. 1965. Cone crop fluctuations in Scots pine and Norway spruce. *Studia Forestalia Suecica* 33.

⁶³ Karlsson, C. 2000. Seed production of *Pinus sylvestris* after release cutting. *Canadian Journal of Forest Research* 30: 982–989.

⁶⁴ Heikinheimo, O. 1937. Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume, *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24:4.

⁶⁵ Eidmann, H.H. & Klingström, A. 1990. *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag.

Detta kan leda till sämre stabilitet och att rotröta sprids bland skärmträden. Granskärmar är ofta stamrikare än fröträdsställningar av tall, vilket ger sämre och ojämna markberedning.

Vindfällning

Granen drabbas mer av vindfällning än tall. Detta anses dels bero på att gran ofta växer på instabilare mark än tall, till exempel marker med högt grundvatten, dels på att granen ofta blir högre, beroende på att den växer på bördigare mark än tall.⁶⁶ Granens krona är även betydligt större än tallens och utgör därmed ett större vindfång.

En allmän åsikt är att granen har ett grundare och därmed instabilare rot-system än tall. Vi har dock inte hittat några studier som jämfört rötternas motstånd mot vridmoment vid i övrigt lika förhållanden.

Föryngringstid

En fröträdsställning av tall har normalt en föryngringstid – från föryngringsvverkning till fröträdsavveckling – på ca 10 år. Motsvarande tid för en granskärm är vanligen 15–20 år.⁶⁷ Orsakerna är bland annat att:

- väntetiden på ett rikt fröår är längre för gran
- en större andel av granskärmarna är svåra eller olämpliga att markbereda
- granplantor under täta skärmar växer långsammare än tallplantor under fröträdsställningar
- granplantorna måste vara större för att överleva skärmavvecklingen
- täta granskärmar avvecklas ofta i två eller flera steg.

⁶⁶ Persson, P. 1975. Stormskador på skog. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och Uppsatser* 36.

⁶⁷ Holgén, P. & Hånell, B. 2000. Performance of planted and naturally regenerated seedlings in *Picea abies*-dominated shelterwood stands and clearcuts in Sweden. *Forest Ecology and Management* 127: 129–138.

Internationellt perspektiv

Naturlig förnyring av vår vanliga tall används över hela dess utbredningsområde. Contorta- och banksianatall kan förnygras naturligt även utan fröträd i Kanada. I Nordamerika och Asien kan flera *Abies*- och *Picea*-arter förnygras naturligt i det kommersiella skogsbruket.

Naturlig förnyring av tall

Tallararter som förnygras med fröträd

Naturlig förnyring av tall (*Pinus sylvestris*) är vanlig inom hela dess utbredningsområde, som sträcker sig från Skottland i väster till Sibirien i öster. Söderut finns tallen ned till Spanien (figur NF5).



Figur NF5 Tallens (*Pinus sylvestris*) naturlig utbredning, inklusive isolerade populationer (grönt), samt områden där trädslaget är introducerat och naturaliserat (beige).⁶⁸

Övriga tallarter. I Nordamerika används naturlig förnyring med fröträd eller skärmträd vid förnyring av bland annat följande tallarter:

- Nordöstra USA och sydöstra Kanada:
 - White pine (*Pinus strobus*)
 - Red pine (*Pinus resinosa*)
- Östra och sydöstra USA:
 - Loblolly pine (*Pinus taeda*)
 - Shortleaf pine (*Pinus echinata*)
 - Slash pine (*Pinus elliottii*)
 - Longleaf pine (*Pinus palustris*)
- Västra USA och sydvästra Kanada:
 - Ponderosa pine (*Pinus ponderosa*)

⁶⁸ Källa: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinus_sylvestris_range.svg

I norra delarna av Indien och Pakistan föryngras Chir pine (*Pinus roxburghi*) med fröträäd.⁶⁹

Generella råd vid föryngring med fröträäd

Några generella skötselråd som ofta rekommenderas⁷⁰ oavsett tallart är att:

- välja välgallrade bestånd för naturlig föryngring eller gallra 5–10 år före föryngringsavverkningen för att fröträden ska bli stabila mot vindfällning
- välja fröträden bland de grövsta träden med välutvecklad och symmetrisk krona och av god kvalitet
- bränna eller markbereda under fröträden för att underlätta frögroningen

Ibland rekommenderas gödsling av fröträden några år innan föryngringsavverkningen för att stimulera fröträden till ökad blomning och kottsättning.⁷¹

Naturlig föryngring utan fröträäd

Gemensamt för de flesta tallarter där man använder fröträäd är att kottarna sprider sitt frö inom ett år efter frömognaden. Merparten frö är vitalt endast ett år. Det finns dock några tallarter som är möjliga att självföryngra utan att lämna kvar fröträäd. Det gäller till exempel de två mest utbredda tallarterna i Kanada: Contortatall (*Pinus contorta*) och Banksianatall (*Pinus banksiana*). Gemensamt för dessa båda är att de har ”serotinösa” kottar. Det betyder att de klänger ”sent”, och ofta inte förrän de utsatts för hög temperatur. Detta kan ske sedan kottarna hamnat på marken. Fröna i de oklängda kottarna kan behålla sin grobarhet i flera år hos dessa två arter.⁷²

Naturlig föryngring av gran

Arter av *Picea* och *Abies* som föryngras med naturliga metoder

Naturlig föryngring tillämpas för många betydelsefulla granarter på norra halvklotet. Det gäller bland annat många arter av släktena *Picea* och *Abies* (tabell NF1).

Tabell NF1. Exempel på granarter av släktena *Picea* och *Abies* som ofta föryngras naturligt.

| Släktet <i>Picea</i> | Svenskt namn | Ursprung |
|--------------------------|---------------|--------------|
| <i>Picea abies</i> | Gran | Europa/Asien |
| <i>Picea breweriana</i> | Slöjgran | Nordamerika |
| <i>Picea engelmannii</i> | Engelmanngran | Nordamerika |

⁶⁹ Matthews, J.D. 1994. *Silvicultural Systems*. Oxford University Press.

⁷⁰ Matthews, J.D. 1994. *Silvicultural Systems*. Oxford University Press.

⁷¹ Karlsson, C. 2006. Fertilization and release cutting increase seed production and stem diameter growth in Scots pine (*Pinus sylvestris*) seed trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 317–326.

⁷² Smith, D.M. m.fl. 1996. *The Practice of Silviculture*. John Wiley & Sons, New York.

| | | |
|-----------------------------|------------------------|-------------|
| <i>Picea glauca</i> | Vitgran | Nordamerika |
| <i>Picea mariana</i> | Svartgran | Nordamerika |
| <i>Picea pungens</i> | Blågran | Nordamerika |
| <i>Picea rubens</i> | Nordamerikansk rödgran | Nordamerika |
| <i>Picea sitchensis</i> | Sitkagran | Nordamerika |
| Släktet <i>Abies</i> | | |
| <i>Abies alba</i> | Vanlig ädelgran | Europa |
| <i>Abies amabilis</i> | Purpur-ädelgran | Nordamerika |
| <i>Abies balsamea</i> | Balsam-ädelgran | Nordamerika |
| <i>Abies grandis</i> | Storgran | Nordamerika |
| <i>Abies lasiocarpa</i> | Berggran | Nordamerika |
| <i>Abies magnifica</i> | Röd ädelgran | Nordamerika |
| <i>Abies nordmanniana</i> | Nordmannsgran | Europa |

Bland det dussintal *Picea*-arter som finns i Nordamerika och Europa är åtta stycken viktiga skogsträd som med fördel kan förnyas med metoder som bygger på naturlig förnyring. Av dessa är det bara vår egen gran (*Picea abies* (L.) Karst.) som hör hemma i Europa. Härutöver finns över 30 granarter med ursprung och utbredning i Asien, de flesta i Kina och Japan.⁷³ Flertalet av dessa saknar vedertagen artbestämning.

Även hos *Abies*-arterna (de så kallade ädelgranarna), som upptar ca 20 arter, kan sju stycken karakteriseras som kommersiellt viktiga skogsträd lämpade för naturlig förnyring. De flesta av dessa är nordamerikanska.

Granens geografiska utbredning

Den naturliga utbredningen av vår gran (*Picea abies*), dvs dess geografiska förekomst efter den senaste istiden men före människans påverkan på växtligheten, kan grovt anges till tre stora områden (figur NF6):

1. de låga och höga bergskedjorna i centrala och sydöstra Europa inklusive Alperna, samt Karpaterna⁷⁴
2. nordöstra Europa fram till Ural-bergen
3. Sibirien och österut.

Granens nuvarande utbredning är åtskilligt större än dess naturliga spridningsområde. Andelen gran har ökat påtagligt i europeiska skogar till följd av den återbeskogning och beskogning som skett i syfte att ersätta lågproducerande och misskötta bestånd med välväxande timmerskog.⁷⁵

I norra och södra Europa begränsas granens utbredning av klimatiska faktorer, men i stora områden i kontinentens västra och centrala delar kan granen lätt etableras utanför sin naturliga gräns.

⁷³ Boratynska, K. 2007. Geographic distribution. I: Tjoelker, M.G., Boratynski, A. & Bugala, W. (redaktörer): *Biology and Ecology of Norway spruce*. Forestry Sciences 78: 23–36.

⁷⁴ Rubner, K. 1932. Das ursprüngliche Areal der Fichte in Europa. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt* 49: 396–407.

⁷⁵ von Teuffel, K., Heinrich, B. & Baumgarten, M. 2004. Present distribution of secondary Norway spruce in Europe. I: Spiecker, H., Hansen, J., Klimo, E., Skovsgaard, J.P., Sterba, H. & von Teuffel, K. (redaktörer): *Norway spruce conversion – options and consequences*. European Forest Institute Research Report 18, s. 63–96. Brill, Leiden – Boston.



Figur NF6 Granens (*Picea abies*) naturlig utbredning, inklusive isolerade populationer (grönt), samt områden där trädslaget är introducerat och naturaliserat (beige).⁷⁶

De största områdena med gran i Europa (exklusive Ryssland) återfinns i Sverige och Tyskland, därefter Österrike, Tjeckien, Polen och Frankrike.⁷⁷ Även arealen rena granskogar (> 90 % gran) är störst i Sverige, Tyskland, Österrike och Tjeckien och de nuvarande anlagda, rena granbestånden utbreder sig åtskilligt över gränserna för naturlig förekomst. Av ungefär 7–8 miljoner hektar rena granbestånd i Europa återfinns 6–7 miljoner hektar utanför det naturliga spridningsområdet. Omkring 4–5 miljoner hektar av dessa växer på platser som naturligt domineras av lövträd, därav 31 % i Tyskland, 20 % i Tjeckien, 16 % i Österrike och 9 % i Sverige.

Möjligheterna till kalhuggning på större områden än två hektar har kraftigt beskrivits i flera länder som till exempel Österrike, Polen, och Tjeckien. I Tyskland begränsas kalhyggen till 0,5–3 ha beroende på delstat och i Schweiz är kalhuggning praktiskt taget otillåten. Det innebär att plantering utförs i allt mindre utsträckning och att naturlig förnygring (som ofta resulterar i blandskog) tillämpas allt mera. Exempelvis förnyas 70–90 % av granskogarna i Österrike, Tyskland och Schweiz via naturlig förnygring.

⁷⁶ Källa: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Picea_abies_range.svg

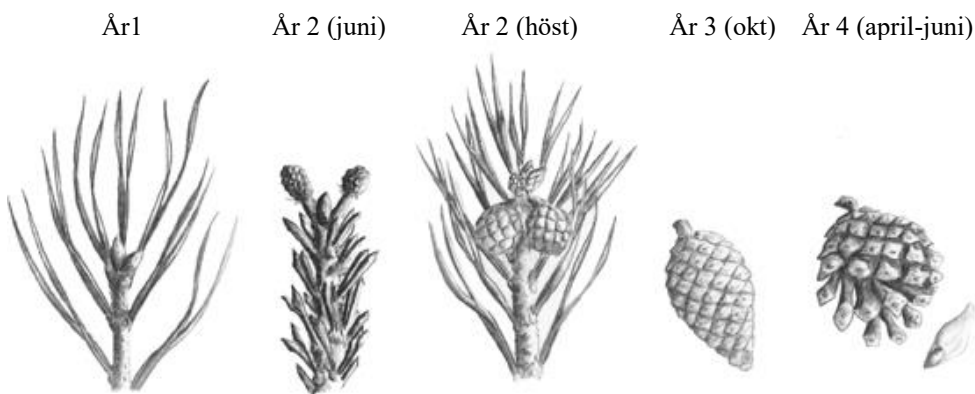
⁷⁷ von Teuffel, K., Heinrich, B. & Baumgarten, M. 2004. Present distribution of secondary Norway spruce in Europe. I: Spiecker, H., Hansen, J., Klimo, E., Skovsgaard, J.P., Sterba, H. & von Teuffel, K. (redaktörer): *Norway spruce conversion – options and consequences*. European Forest Institute Research Report 18, s. 63–96. Brill, Leiden – Boston.

Fröproduktion, frögroning och plantetablering

Från knopp till fröspridning tar det tre år (fyra kalenderår) hos tall och 1,5–2 år (2–3 kalenderår) hos gran. Fröproduktionen gynnas av hög temperatur och god tillgång på ljus och näring. Stora träd ger i allmänhet mer frö än mindre.

Reproduktionscykel och fröproduktion för tall

Tallen är sambyggare, dvs han- och honblommor utvecklas på samma träd. Typiskt för tallbestånd är att kottar produceras varje år. Utvecklingen av tallfrö tar tre somrar och fröspridning sker år 4 (figur NF7).⁷⁸



Figur NF7 Tallens reproduktionscykel. Tallens honblommor (kottar) växer ut ur en eller flera *sidoknoppar* på *års-skotten*. Teckning Jerry Boberg.

År 1: Initiering av blomknoppar. Anlag till hanblommor och honblommor initieras året före blomningen. Initieringen av blomknoppar innebär att en knopp programmeras till blomning. Om inte denna initiering sker, bildas istället ett ”vanligt” vegetativt skott av knoppen.⁷⁹

År 2: Blomning och pollinering. Blomning sker i maj–juni år 2 och pollen sprids med vinden från hanblommor till honblommor.

Tallpollen förekommer i allmänhet i tillräcklig mängd varje år för att pollinera de honblommor som finns. Trots detta kan pollineringen av honblommorna bli dålig på grund av fuktigt väder och svaga vindar. Dålig pollenspridning ger en stor andel tomma frön dels på grund av ökad självpollinering, dvs inavel, dels på grund av otillräcklig pollinering. Nederbörd under den tid pollenspridning sker medför sämre fröbildning än om pollenspridningen sker under uppehållsväder. Dels hindras spridningen av pollenet, dels förlorar pollenet snabbt sin vitalitet, eller gror och förstörs innan det nått in till pollenkammaren om fuktigheten är för hög.⁸⁰

⁷⁸ Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 53:4.

⁷⁹ Wilhelmsson, L., Eriksson, U. & Danell, Ö. 1993. Produktion av förädlad frö. Skogforsk. *Redogörelse* 3–1993, s. 17–23.

⁸⁰ Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 53:4.



Figur NF8 Honblommor (röda) och hanblommor (gula) hos tall.
Foto Christer Karlsson.

Honblommorna sitter antingen ensamma eller flera tillsammans *vid sidan av årsskottens spetsknopp* (figur NF8). De ersätter där en framtida sidogren (långskott). Vid blomningstillfället är blommorna röda och ca 5 mm i diameter. Honblommorna utvecklas främst i de vitalare grenarna i kronans övre del. Mängden honblommor är på grund av detta svår att uppskatta på stående träd.⁸¹ När pollenet har fastnat i en honblomma börjar en pollenslang växa för att befrukta fröanlaget. Pollenslangen växer dock inte klart under pollineringsåret. Den pollinerade men obefruktade honblomman ser ut som en ärtstor minikotte och brukar kallas *ärkotte* eller *1-årskotte*, till skillnad från den befruktade, fullt utvuxna kotten, som kallas *2-årskotte* (figur NF9).



Figur NF9 Tallens 1-årskottar och 2-årskottar. Foto Christer Karlsson.

⁸¹ Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 53:4.

Hanblommorna utvecklas sammanträngda i stort antal i årsskottens nedre del (figur NF8). Varje hanblomma ersätter ett kortskott (där barren normalt är fästade). Hanblommorna är först rödgula och senare gula. De utvecklas främst på de mindre vitala grenarna i kronans undre del. Två till tre veckor efter pollenspridningen ramlar hanblommorna av och efterlämnar en kal zon som syns flera år.

År 3: Befruktning, kottillväxt och frömognad. Efter pollineringen går det ett helt år innan befruktningen sker på försommaren år 3. För de flesta andra träddarter sker pollinering och befruktning samma år.

Kottarnas längdtillväxt är avslutad i början av augusti, torrvikten konstant fr o m mitten av augusti och klängningsförmågan fullt utbildad i mitten av november.⁸² Kottlängden bestäms till stor del av genetiska egenskaper hos moderträdet.

Fröets anatomiska mognad är klar i mitten av september medan den fysiologiska mognaden (fröets grobarhet) når sitt maximum under oktober–november. Om kottarna sitter kvar på träden efter denna tidpunkt, kan grobarheten försämrats på grund av låg temperatur. Den anatomiska mognaden är klar när fröets embryo är helt utvecklat, vilket kan fastställas med röntgenfotografering. Den fysiologiska frömognaden är osynlig för ögat, men kontrolleras lätt genom grobarhetstest⁸³. Den anatomiska frömognaden avstannar om kottarna plockas eller lossnar från träden. Däremot kan en fysiologisk eftermognad ske under upp till 9 veckor efter plockning, under förutsättning att kottarna plockas efter det att fröna nått full anatomisk mognad, samt att fröna sitter kvar i kottarna.

Frömängden per kotte inom ett träd ökar med kottstorleken. Mellan olika träd finns dock inte detta samband. Normalt innehåller en tallkotte 10–20 matade frön och ca 5 tomma frön.⁸⁴

*Frövikten*⁸⁵ hos matat frö är beroende av såväl ärftliga egenskaper som miljöfaktorer, till exempel näring och temperatur.^{86,87}

År 4: Fröspridning. Nästan alla tallfrön sprids i april–juni på bar mark.

De flesta tallfrön hamnar inom en trädlängds avstånd från moderträdet, och stannar i de flesta fall på den plats som det landar.⁸⁸ Det är därför viktigt att träden väljs så att de står någorlunda jämnt fördelade över förnyingsytan.

I studier från två lokaler i Mellansverige (Garpenberg och Knivsta) kulminerade tallens fröfall i sex fall i maj och i ett fall i juni, under åren 1993–1999. I de sex fall där fröfallet kulminerade i maj föll huvuddelen av fröet

⁸² Kardell, L. 1973. *Tallfröstudier i Norrland 1: Studier över tallens (Pinus sylvestris L.) frö- och kottmognad i södra Västerbottens inland*. Allmänna Förlaget, Lund.

⁸³ Se s. 39.

⁸⁴ Wilhelmsson, L., Eriksson, U. & Danell, Ö. 1993. Produktion av förädlat frö. Skogforsk. *Redogörelse 3–1993*, s. 17–23.

⁸⁵ Se s. 41.

⁸⁶ Eklundh-Ehrenberg, C. & Simak, M. 1956. Flowering and pollination in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 46:12.

⁸⁷ Johnsson, H., Kiellander, C.L. & Stefansson, E. 1953. Kottutveckling och fröbeskaffenhet hos ympträd av tall. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 51: 358–389.

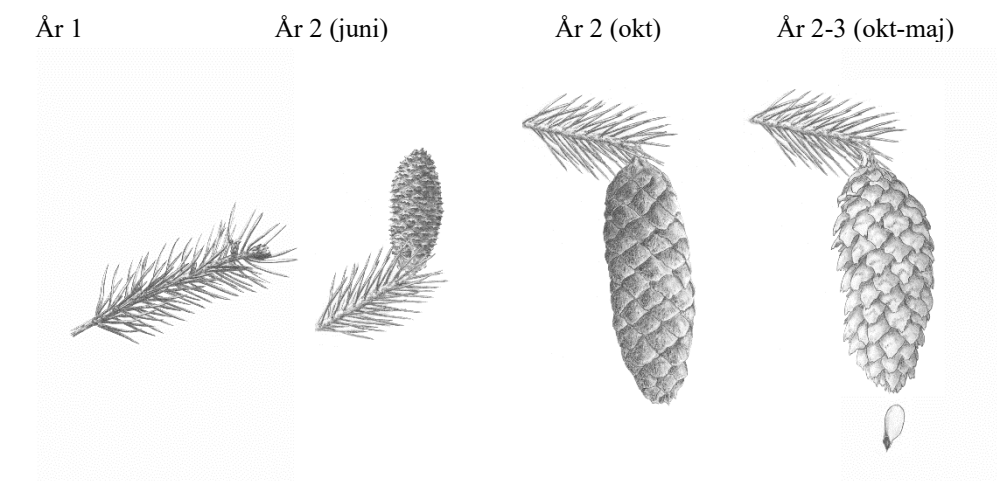
⁸⁸ Lehto, J. 1956. Studies on the Natural Reproduction of Scots Pine on the Upland Soils of Southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 66:2.

under den period då temperatursumman ($> 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) uppnått 50–100 dygnsgrader.⁸⁹ En studie för tall i mellersta och södra Finland under åren 1927–1936 visade att i medeltal 10 % av fröna spreds i april, 60 % i maj, 27 % i juni och 3 % i juli.⁹⁰ I Hedmark i Norge har det största fröfallet uppmätts under maj–juni.⁹¹ Samtliga studier visar alltså att fröfallet är som intensivast under maj.

De flesta av de tallfrön som är grobara gror, dör eller försvinner redan den första sommaren efter fröspridningen. Endast i undantagsfall gror en liten andel den andra sommaren.⁹² I mycket kärva klimatlägen kan dock en större andel frön gro året efter fröspridning.

Reproduktionscykel och fröproduktion för gran

Granen är liksom tallen sambyggare, dvs han- och honblommor utvecklas på samma träd. Typiskt för granbestånd är att de kan sakna kottproduktion flera år i rad och vissa år ha oerhört rikligt med kottar. För gran är två kottår i rad en sällsynthet. Utvecklingen av granfrö tar två somrar och fröspridning sker hösten år 2 eller våren år 3 (figur NF10).



Figur NF10 Granens reproduktionscykel. Granens honblomma växer fram ur toppknoppen på fjolårsskottet. Teckning Jerry Boberg.

År 1: Initiering av blomknoppar. Anlag till hanblommor och honblommor initieras året före blomningen. Initieringen av blomknoppar innebär att en knopp programmeras till blomning redan sommaren före blomningen. Om inte denna initiering sker, bildas istället ett ”vanligt” vegetativt skott av knoppen.⁹³

⁸⁹ Hannerz, M., Almqvist, C. & Hörnfeldt, R. 2002. Timing of seed dispersal in *Pinus sylvestris* stands in central Sweden. *Silva Fennica* 36:4: 757–765.

⁹⁰ Heikinheimo, O. 1937. Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24:4.

⁹¹ Skoklefeldt, S. 1995. Spot scarification in a mountainous Scots pine forest in Norway. The Finnish Forest Research Institute. *Research Papers* 567: 85–90.

⁹² Granström, A. 1986. *Seed banks in forest soils and their role in vegetation succession after disturbance*. SLU, inst. för skoglig ståndortslära. Doktorsavhandling.

⁹³ Wilhelmsson, L., Eriksson, U. & Danell, Ö. 1993. Produktion av förädlat frö. Skogforsk. *Redogörelse* 3–1993, s. 17–23.

År 2: Blomning, pollinering, befruktning, kottillväxt och frömognad.

Blomning sker i maj–juni år 2 och pollen sprids med vinden från hanblommor till honblommor (figur NF11). Därefter sker befruktning, och kottar och frön växer och mognar under sommaren och hösten.

Honblommorna bildas i spetsknoppen av *fjolårsskotten* och ersätter där ett toppskott, vilket innebär att samma grenspets inte kan producera kottar två år i rad (jämför med tallkottens placering).⁹⁴

Hanblommorna bildas i *fjolårsskottens bas*. Pollenmängden är troligen sällan eller aldrig begränsande för granens fröproduktion.⁹⁵

En grankotte innehåller normalt 80–100 matade frön och 35–50 tomma frön.⁹⁶



Figur NF11 Blommande gran. Honblommorna är rödlila och upprättstående under pollineringen. De mindre, gula blommorna är hanblommor som sprider pollen. Omedelbart efter att honblommorna pollinerats böjer de sig och blir hängande kottar som sedan mognar under sommaren och hösten. Foto Christer Karlsson.

Finska studier visar att *kottproduktionen* ökar med trädens diameter och kan variera mycket mellan enskilda träd.^{97,98} Det kan därför vara viktigt att identifiera de träd som är goda kottproducenter.

⁹⁴ Eriksson, G., Jonsson, A. & Lindgren, D. 1973. Flowering in a clone trial of *Picea abies*. *Studia Forestalia Suecica* 110, 39 s.

⁹⁵ Eriksson, G., Jonsson, A. & Lindgren, D. 1973. Flowering in a clone trial of *Picea abies*. *Studia Forestalia Suecica* 110, 39 s.

⁹⁶ Wilhelmsson, L., Eriksson, U. & Danell, Ö. 1993. Produktion av förädlad frö. Skogforsk. *Redogörelse* 3–1993, s. 17–23.

⁹⁷ 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.

⁹⁸ Nygren, M., Rissanen, K., Eerikäinen, K., Saksa, T. & Valkonen, S. 2017. Fröproduktion i flerskiktade granskogar. I: Hannerz, M., Nordin, A. & Saksa, T. (red.), Hyggesfritt skogsbruk. En kunskaps-sammanställning från Sverige och Finland. *Future Forests Rapportserie*

År 2 och 3: Fröspridning. Om hösten under frömnadsåret är varm kan i södra Sverige granens frö börja spridas redan i oktober. Vanligen sprids dock granfrö under februari–april. Det betyder att granfrö till stor del hamnar på snö, speciellt i norra Skandinavien. Ett frö som hamnar på skarsnö kan sannolikt spridas långa sträckor med vinden medan ett frö som hamnar i vegetation sannolikt blir kvar.⁹⁹

Trädens rumsliga fördelning har betydelse för hur jämnt fröet sprids över förnyringsarealen. En effektiv fröspridning sker endast inom 30–40 meter från ett fröträd och få frön hamnar längre bort än 70–100 meter från moderträdet.¹⁰⁰

Faktorer som påverkar fröproduktionen

Av yttre faktorer är det framför allt temperatur, näring och ljus som påverkar frömängden. Av dessa tre faktorer är temperaturen viktigast för oss i Sverige, och den blir viktigare ju längre norrut vi kommer. Stamskador kan påverka frömängden både positivt och negativt. Fröproduktionen påverkas även starkt av trädens arv, ålder och storlek.

Den maximala fröproduktionen i ett tallbestånd ligger på ca 4 miljoner frön per hektar, medan granen kan producera upp till 30 miljoner frön per hektar.¹⁰¹

Temperaturen är viktig

Temperaturen har en avgörande betydelse för fröproduktionen. Detta kan exemplifieras av en svensk försöksserie för tall under åren 1953–1962 där fröproduktionen i genomsnitt var ca 5 500 frön per träd och år i södra Sverige och ca 2 500 i norra Sverige (avser breddgrad 60–64 °N upp till 300 m ö h). I bestånd som var belägna över 300 m ö h sjönk fröproduktionen kraftigt med ökande höjd och var endast 500 frön per träd och år på höjder över 500 meter över havet.¹⁰²

Tall. Kott- och fröproduktionen hos tall kan under goda fröår vara lika stor i kyliga som i varma klimatlägen. Däremot förekommer goda fröår mera sällan i kyliga klimatlägen än i varma. Skillnaden i genomsnittlig fröproduktion kan även till viss del förklaras av att boniteten, och därmed näringstillgången, oftast är lägre i ett kyligare klimat.¹⁰³

2017:1, s. 25–28. Kan läsas på nätet: http://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/ff-for/pdf/ff-rapport_hyggesfritt_skogsbruk_en_kunskapssammanstallning-2017-04-02.pdf

⁹⁹ Hesselman, H. 1938. Fortsatta studier över tallens och granens fröspridning samt kalhygets besåning. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 31.

¹⁰⁰ Lehto, J. 1956. Studies on the Natural Reproduction of Scots Pine on the Upland Soils of Southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 66:2.

¹⁰¹ Koski, V. & Tallqvist, R. 1978. Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees. *Folia Forestalia* 364.

¹⁰² Hagner, S. 1965. Om fröproduktion, fröträdsväl och plantuppslag i försök med naturlig förnyring. *Studia Forestalia Suecica* 27.

¹⁰³ Hagner, S. 1965. Om fröproduktion, fröträdsväl och plantuppslag i försök med naturlig förnyring. *Studia Forestalia Suecica* 27.

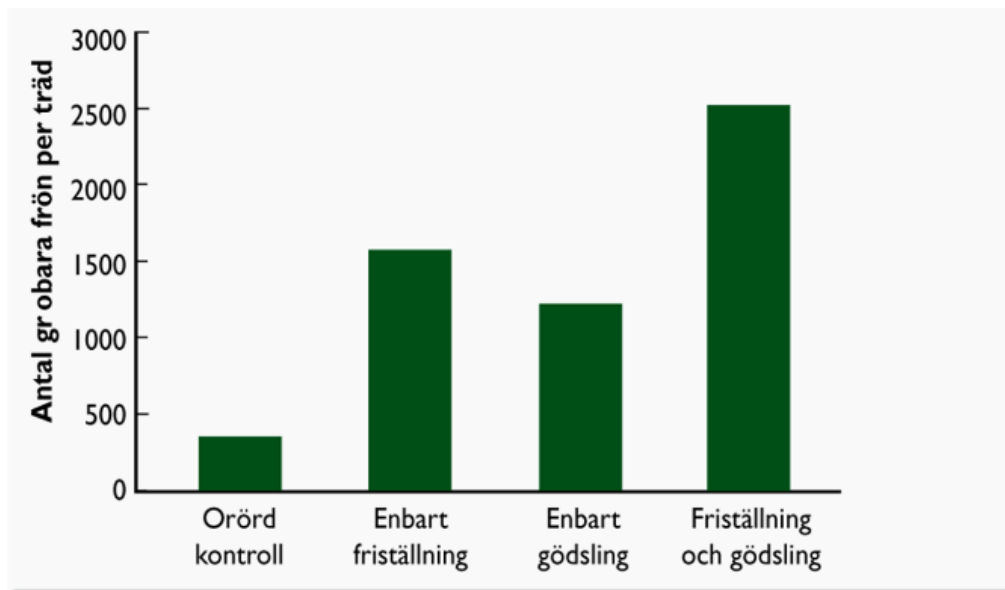
Hos tall har man inte kunnat finna någon enskild period under sommaren där värmen betyder mest för blomningsinitieringen. Det tyder på att vädret under hela växtsäsongen året före blomning har betydelse.¹⁰⁴

Tallen kan blomma rikligt flera år i följd.

Gran. Hög temperatur från mitten av juni till början av juli ger riklig blomning året därpå. Granen blommar dock sällan rikligt två år i rad.¹⁰⁵

Näring och ljus

Tall. God näringstillgång av kväve (N), fosfor (P) och kalium (K), samt god tillgång till ljus stimulerar till riklig blomningsinitiering för tall. I ett försök i Gästrikland jämfördes fröproduktionen hos fröträd efter gödsling (ökad näringstillgång) och friställning (ökning av både ljus- och näringstillgång) (figur NF12). Hos de tallar i sluten skog som enbart gödslades ökade fröproduktionen fyrfaldigt efter fem år. Ökningen skedde till största delen i den ljusexponerade toppen av kronan. Träd som både friställdes och gödslades ökade fröproduktionen sexfaldigt. Friställda träd ökade frö mängden i hela den gröna kronan eftersom ljuset inte längre var begränsande i den nedre delen av kronan.



Figur NF12 Antal grobara frön per träd, fem år efter behandling.¹⁰⁶

¹⁰⁴ Leikola, M., Raulo, J. & Pukkala, T. 1982. Prediction of the variations of the seed crop of Scots pine and Norway spruce. *Folia Forestalia* 537: 1–60.

¹⁰⁵ Lindgren, K., Ekberg, I. & Eriksson, G. 1977. External factors influencing female flowering in *Picea abies*. *Studia Forestalia Suecica* 142.

¹⁰⁶ Karlsson, C. 2006. Fertilization and release cutting increase seed production and stem diameter growth in Scots pine (*Pinus sylvestris*) seed trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 317–326.

Fröproduktionen ökar med ökande ståndortsindex, och är i genomsnitt ca dubbelt så stor vid ståndortsindex T26 som vid ståndortsindex T20.¹⁰⁷ För ståndortsindex T15 är det maximala fröfallet ca 160 frön per m² medan motsvarande värde för ståndortsindex T28 är ca 400 frön per m².¹⁰⁸

Gran. Näringens och ljusets betydelse för granens fröproduktion är inte lika väl utforskade. Det är dock visat att kottproduktionen är lägre i ett tätt bestånd än i ett glesare.¹⁰⁹

Skador kan öka blomningen

Strangulering är en metod för att på ett artificiellt sätt öka blomningen. Det innebär att man hindrar nedåtgående näringstransport exempelvis genom att med ett starkt band snöra åt stammen under kronan. När trädets diameter växer, stryps den nedåtgående transporten av kolhydrater i vävnaden under barken. Trädkronan får ökad näringstillgång medan roten istället svälter. Metoden ger i regel en kortsiktigt ökad blomning, men på lång sikt anses strangulering ge en lägre fröproduktion, eftersom trädet skadas.¹¹⁰ Därför kan metoden inte rekommenderas generellt.

Trädens ålder och diameter

Friväxande tallar och granar börjar i regel producera frön när de uppnått en ålder av 10–20 år. För motsvarande träd i slutna bestånd börjar blomningen först när den dubbla åldern har uppnåtts.¹¹¹

Kottproduktionen ökar starkt med ökande diameter hos fröträd av såväl tall som gran^{112,113}. I en studie av tallens kottproduktion i Mellansverige producerade frötallar med 35 cm diameter fem gånger så många kottar som tallar med 25 cm diameter (figur NF13).

¹⁰⁷ Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 53:4.

¹⁰⁸ Koski, V. & Tallqvist, R. 1978. Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees. *Folia Forestalia* 364.

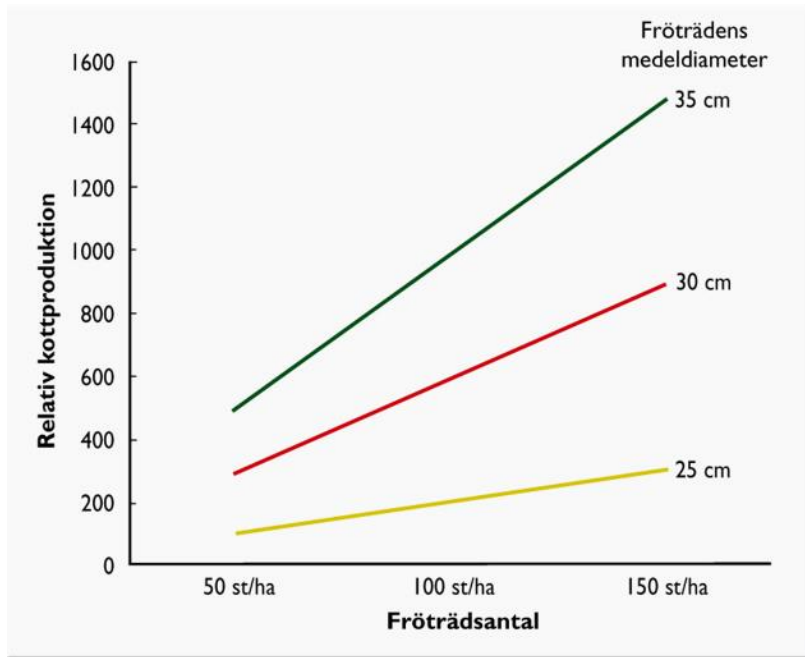
¹⁰⁹ Nygren, M., Rissanen, K., Eerikäinen, K., Saksa, T. & Valkonen, S. 2017. Norway spruce cone crops in uneven-aged stands in southern Finland: A case study. *Forest Ecology and Management* 390: 68–72.

¹¹⁰ Remröd, J. 1977. *Blomning, skötsel och fröproduktion i tallplantager*. Institutet för Skogsförbättring. Stencil.

¹¹¹ Børset, O. 1965. *Skogskjøtsel I, Skogøkologi*. Landbruksforlaget, Oslo.

¹¹² Hagner, S. 1965. Om fröproduktion, fröträdsval och plantuppslag i försök med naturlig förnygring. *Studia Forestalia Suecica* 27.

¹¹³ 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.



Figur NF13 Relativ fröproduktion vid olika stamantal och medeldiameter hos fröträden.¹¹⁴ Talet 100 motsvarar fröproduktionen för 50 fröträd med medeldiameter 25 cm.

Arvets betydelse

En studie av tallens kottproduktion visade att man genom att välja de träd som för tillfället producerar flest kottar kan uppnå 20–30 % rikligare kottproduktion än om man enbart väljer de grövsta träden.¹¹⁵

Frökvalitet

Ökad frökvalitet ger på grund av säkrare och snabbare groning fler och större plantor.¹¹⁶ Några mått på frökvalitet är:

- grobarhetsprocent
- groningsenergi
- anatomisk potential
- frövik

Dessa mått är starkt korrelerade med varandra. Om man till exempel har uppmätt en hög grobarhetsprocent är i regel även frövik och groningsenergi höga. Grobarhetsprocent, groningsenergi och anatomisk potential påverkas i stort sett enbart av temperaturen, medan frövikten påverkas av både temperatur och näringstillgång.

¹¹⁴ Karlsson, C. 2000. Seed production of *Pinus sylvestris* after release cutting. *Canadian Journal of Forest Research* 30: 982–989.

¹¹⁵ Hagner, S. 1965. Om fröproduktion, fröträdsval och plantuppslag i försök med naturlig förnyring. *Studia Forestalia Suecica* 27.

¹¹⁶ Wennström, U. 2001. Direct seeding of *Pinus sylvestris* (L.) in the boreal forest using orchard or stand seed. SLU. *Silvestria* 204. Doktorsavhandling.

Grobarhetsprocent och groningsenergi

I en kotte finns både matade frön och tomma frön. Matade frön innehåller frövita och embryo.

Grobarhetstest (groningstest) kan utföras på frön från kottar som plockats i oktober eller senare. Före oktober är det inte säkert att fröna är mogna. Ett grobarhetstest syftar till att avgöra hur stor andel av de matade fröna som kan gro. Måttet på denna förmåga är *grobarhetsprocent*.

Groningsenergin är ett mått på hur snabbt fröet gror och avspeglar fröets vitalitet.

Grobarhetstest

I ett grobarhetstest sår man ett slumpmässigt urval av 400 matade frön. Den andel av dessa frön som har grott efter 14 eller 21 dagar kallas grobarhetsprocent. Det praktiska utförandet av groningstester kan skilja sig åt något mellan olika laboratorier. Här ges ett exempel:

Under groningstestet hålls temperaturen på +30 °C under 8 timmars dag, då belysningen hålls konstant vid 1 000 lux, och +20 °C under 16 timmars natt. Den 7:e och 14:e dagen räknas hur många frön som har grott. Enligt internationella regler ska det slutliga resultatet fastställas den 21:a dagen. Skillnaden i resultat vid 14 och 21 dagars groningstid är dock oftast liten.

Grobarhetsprocenten efter 7 dagar i jämförelse med efter 14 eller 21 dagar betecknas *groningsenergi*. När grobarheten överstiger 90 % är ofta även groningsenergin över 90 %.¹¹⁷

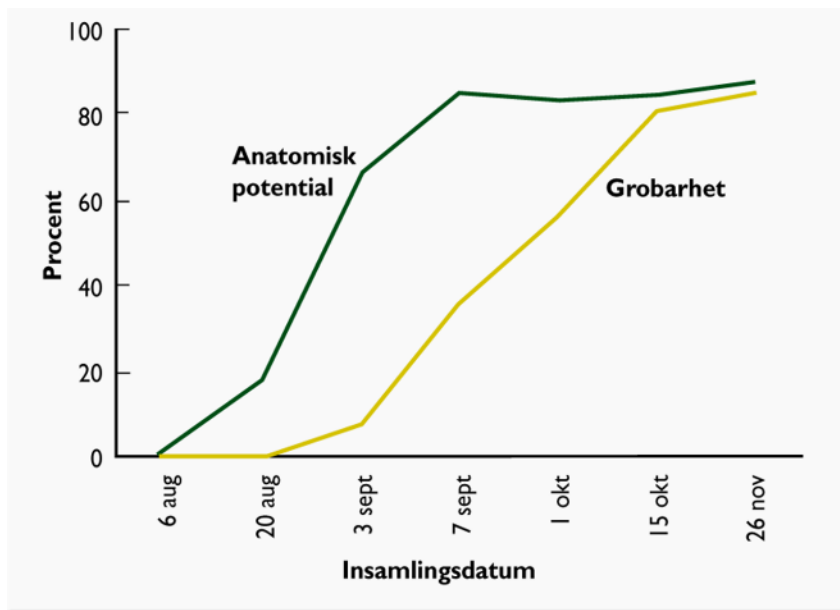
Anatomisk potential (AP)

En god skattning av grobarhet kan göras genom att matade frön röntgenfotograferas. Det kan ske från mitten av september, dvs ca en månad innan fröna är fysiologiskt mogna (figur NF14). De frön som fotograferats klassificeras enligt figur NF15 efter embryots utvecklingsgrad.

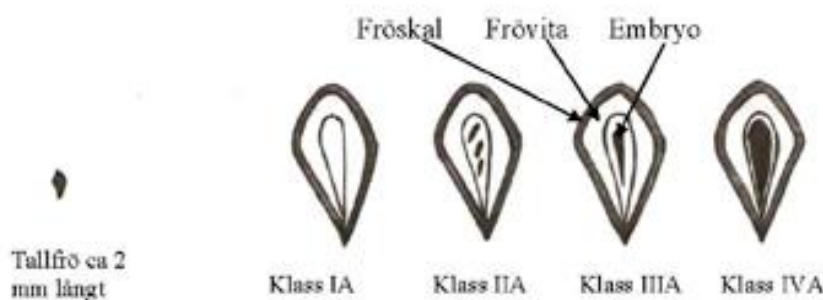
Varje embryoklass har en viss sannolikhet att gro i ett groningstest. Tallfröets sannolikheter framgår av figur NF15. För gran är motsvarande sannolikheter: klass I – 0 %, klass II – 36 %, klass III – 82 % och klass IV – 97 %. Fröpartiets genomsnittliga sannolikhet att gro kallas *anatomisk potential (AP)*.¹¹⁸

¹¹⁷ Lestander, T. 1984. Analyser av kott och frö från barrträd. *Information Skogsträdsförädling* 6.

¹¹⁸ Lestander, T. 1987. Konsten att göra kott- och fröanalyser. Institutet för skogsförbättring. *Intern rapport* 174.



Figur NF14 Utveckling av grobarhetsprocent och anatomisk potential för tallfrön insamlade i Lycksele år 1990.¹¹⁹



Figur NF15 Fyra olika utvecklingsstadier (embryoklasser) för ett tallfrö som det ser ut i en röntgenbild. Sannolikheten för tallfrö att gro för de olika klasserna är: klass I – 0 %, klass II – 50 %, klass III – 88 % och klass IV – 99 %.¹²⁰ Tallfrö i naturlig storlek till vänster. Teckning Jerry Boberg.

Orsaken till att man väljer att uppskatta den anatomiska potentialen istället för att utföra ett grobarhetstest är följande:

- Man får ett mått på grobarheten minst en månad tidigare på hösten. AP är fullt utvecklad ca en månad innan den fysiologiska mognaden är klar, och testet kan genomföras på ett par dagar, istället för minst 14 dagar för ett grobarhetstest.
- Testet är billigare än ett grobarhetstest.

¹¹⁹ Diagram konstruerat efter data ur: Sahlén, K. 1992. *Anatomical and physiological ripening of Pinus sylvestris L. seeds in northern Fennoscandia*. SLU, inst. för skogsskötsel. Doktorsavhandling.

¹²⁰ Simak, M. 1982. Analys av tall- och granfröets tekniska kvalitet och tillämpning av detta. SLU, inst. för skogsskötsel. *Arbetsrapport 3*.

Frövikt

Frövikten uttrycks i gram per 1 000 frön, och benämns *tusenkovikt*.

Denna vikt bör överstiga 3 gram för att ge upphov till livskraftiga plantor.

Frövikten avser normalt enbart matat frö, och påverkas bland annat av sommartemperaturen under frömognadsåret och av fröträdets näringsstatus. Frövikten påverkas i stort sett alltid positivt av kvävegödsling och troligen även av kalium- och fosforgödsling.¹²¹ Frövikten förändras inte sedan den anatomiska mognaden är klar, dvs normalt i mitten av september.

Det finns ett starkt samband mellan frövikt och första årets längdtillväxt hos groddplantan. Ökad frövikt ger större längdtillväxt.¹²²

Temperaturens betydelse för frömognaden

Grobarheten påverkas i stort sett enbart av temperaturen.¹²³

Tall. För tall krävs en temperatursumma (tröskelvärde $> 5\text{ °C}$) på ca 1 000 dygnsgrader för att grobarheten ska bli 90 %, ¹²⁴ vilket vi anser är en nedre gräns för att uppnå acceptabel plantbildning i fält. Översatt i medeltemperatur för perioden juni–augusti motsvarar detta ca 13 °C i Dalarna och 14 °C i Västerbotten (figur NF16). I södra Sverige och längs Norrlandskusten är temperatursumman de flesta år tillräckligt hög för god frömognad (figur NF17 och NF18). Däremot blir det mer problematiskt på högre höjd över havet. I Mellansverige har fröet vanligtvis hög grobarhet upp till ca 300 meter över havet (figur NF19), medan frö i Norrbotten endast i kustnära områden har god grobarhet.

Gran. För gran krävs en temperatursumma ($> 5\text{ °C}$) på ca 900 dygnsgrader för att grobarheten ska bli 90 %.¹²⁵ Översatt i medeltemperatur för perioden juni–augusti motsvarar detta ca 12 °C i Dalarna och 13 °C i Västerbotten (figur NF16).

Temperatursumman.¹²⁶ Användning av naturlig föryngring i områden där temperatursumman normalt understiger 800 dygnsgrader är chansartad och bör därför undvikas. Det motsvarar ungefär 300 meter över havet på breddgrad 64 och 450 meter över havet på breddgrad 62. Inom intervallet 800–

¹²¹ Karlsson, C. 2006. Fertilization and release cutting increase seed production and stem diameter growth in Scots pine (*Pinus sylvestris*) seed trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 317–326.

¹²² Wennström, U. 2001. Direct seeding of *Pinus sylvestris* (L.) in the boreal forest using orchard or stand seed. SLU. *Silvestria* 204. Doktorsavhandling.

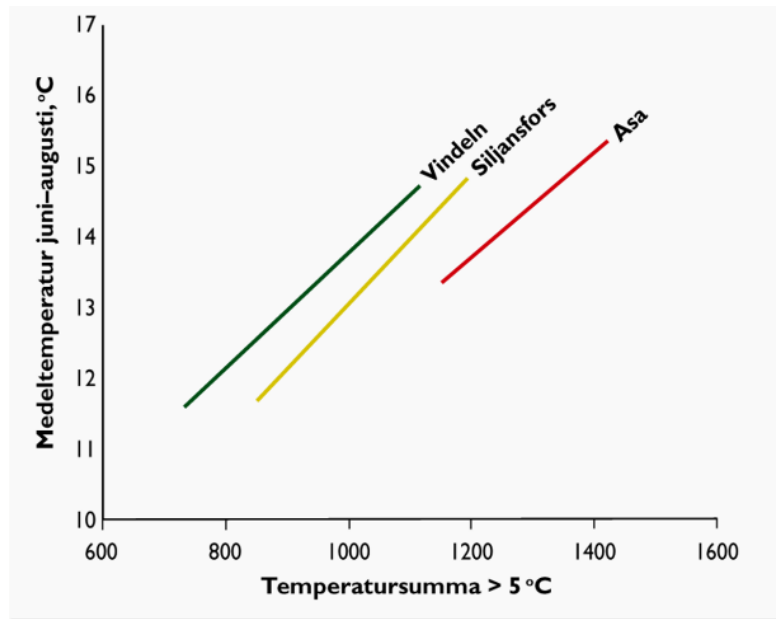
¹²³ Almqvist, C., Bergsten, U., Bondesson, L. & Eriksson, U. 1988. Predicting germination capacity of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seeds using temperature data from weather stations. *Canadian Journal of Forest Research* 28: 1530–1535.

¹²⁴ Almqvist, C., Bergsten, U., Bondesson, L. & Eriksson, U. 1988. Predicting germination capacity of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seeds using temperature data from weather stations. *Canadian Journal of Forest Research* 28: 1530–1535.

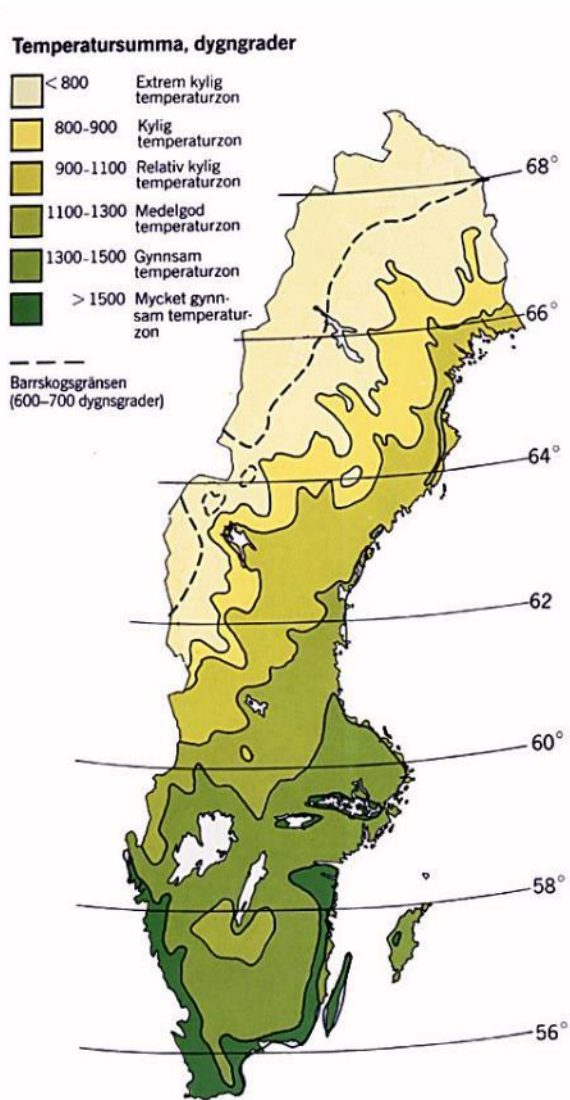
¹²⁵ Almqvist, C., Bergsten, U., Bondesson, L. & Eriksson, U. 1988. Predicting germination capacity of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seeds using temperature data from weather stations. *Canadian Journal of Forest Research* 28: 1530–1535.

¹²⁶ Enligt metod ”Standard”. Se: www.skogskunskap.se/rakna-med-verktyg/mata-skogen/temperatursumma/.

1 000 dygnsgrader för tall, respektive 800–900 för gran, bör man inför beslut om markberedning under fröträd förvissa sig om att frömängden är tillräcklig och att fröna har tillräckligt hög grobarhet (> 90 %). Annars bör man invänta bättre fröår.

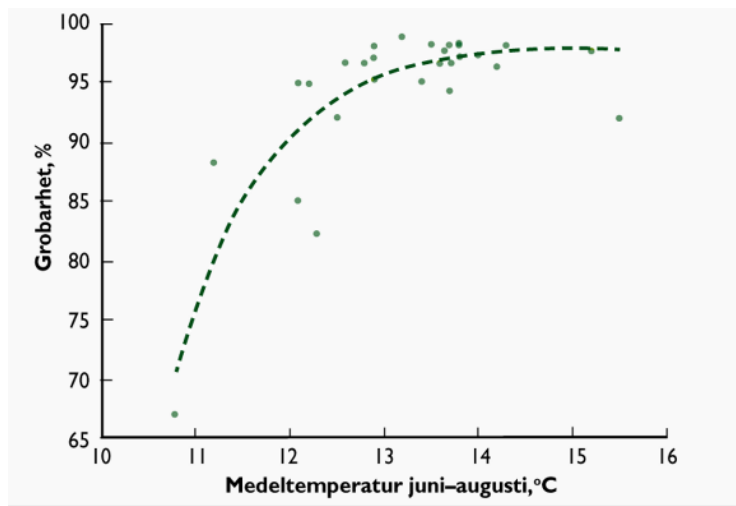


Figur NF16 Sambandet mellan temperatursumma (tröskelvärde > 5 °C) och medeltemperatur under juni–augusti i Västerbotten, Dalarna och Småland. (Referensmätningar vid SLU:s försöksparter i Vindeln, Siljansfors och Asa åren 1990–2000.)



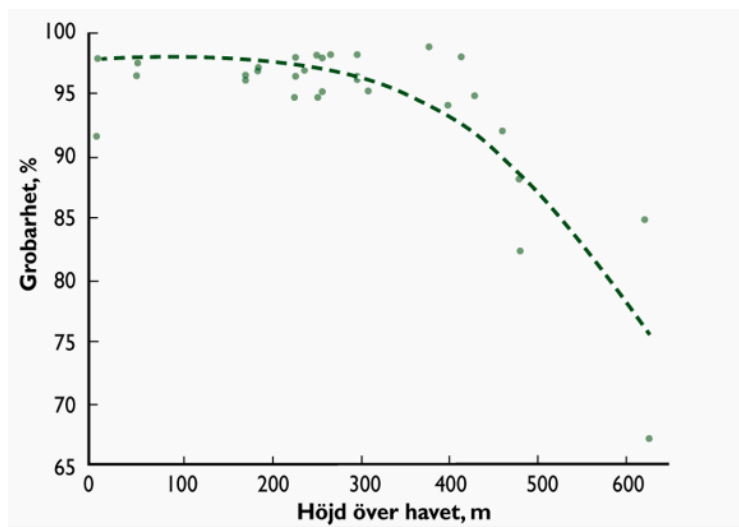
Figur NF17 Karta över Sverige med temperatursumma (tröskelvärde > 5°C).¹²⁷

¹²⁷ Lundmark, J.-E. 1986. *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk del 1 – Grunder*. Skogsstyrelsen.



Figur NF18 Grobarhet hos tallfrö vid olika medeltemperatur under månaderna juni till augusti. Varje punkt motsvarar en lokal. Data från Mellansverige åren 1999 och 2000.¹²⁸

Sommarfrost. Förutom temperatursumman har även sommarfroster betydelse för fröets grobarhet. I juli kan skador uppstå redan vid -1 °C, i augusti vid ca -3 °C och i september vid ca -4 °C.¹²⁹



Figur NF19 Grobarhet hos tallfrö i Mellansverige åren 1999 och 2000 vid olika höjd över havet.¹³⁰ Varje punkt motsvarar en lokal.

Frön och frövingar hos gran och tall

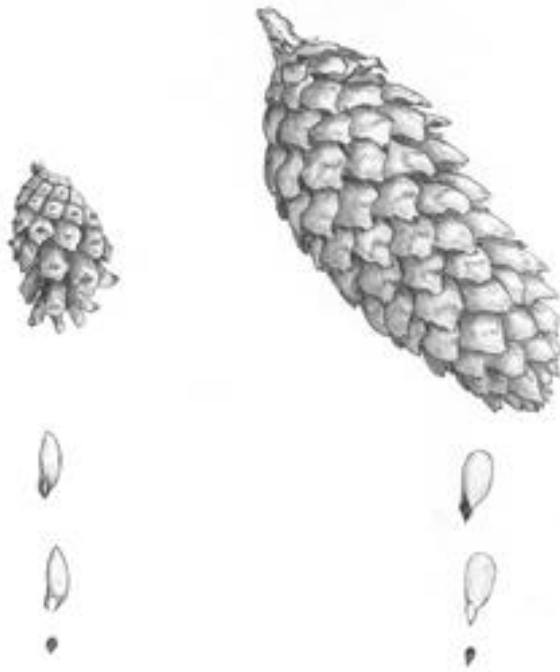
Tallfrön kan vara svåra att skilja från granfrön. Lättast gör man detta om fröet sitter kvar på frövingen. Genom att försiktigt lossa fröet från frövingen

¹²⁸ Karlsson, C. 2001. Ny metod talar om när det är dags att markbereda. *Skogseko* 1–2001, s. 16–17.

¹²⁹ Simak, M. 1972. Låga temperaturers inverkan på embryoutvecklingen hos tallfrö (*Pinus silvestris* L.). Skogshögskolan, inst. för skogsförnyring. *Rapporter och Uppsatser* 36.

¹³⁰ Karlsson, C. 2001. Ny metod talar om när det är dags att markbereda. *Skogseko* 1–2001, s. 16–17.

ser man att tallens frövinge håller fröet i ett tånggrepp. Hos gran omsluter frövingen fröet på ena sidan. När fröet lossnar kvarstår en grop i granfröets vinge (figur NF20). Därav kommer minnesregeln tall – tång, gran – grop.



Figur NF20 Skillnaden mellan tallens och granens frövinge. Teckning Jerry Boberg.

Groddplantans utseende och utveckling

Tallplantan

Groddplantor av tall har tre olika sorters barr:

- hjärtblad
- primärbarr (enkelbarr)
- sekundärbarr (dubbelbarr).

När fröet gror visar sig först hjärtbladen, vars antal är 5–7 stycken. De är vanligen 18–22 mm långa och otandade.

En välmående tallplanta utvecklas under de tre första somrarna enligt följande:¹³¹

- Första året växer det ut ett 2–5 cm långt toppskott med *otandade* hjärtblad och primärbarr som är *tandade* i kanten (figur NF21). Primärbarran sitter ett och ett och kallas även enkelbarr. Endast i sällsynta fall utvecklas sekundärbarr (dubbelbarr) under den första sommaren. Detta kan ske under mycket

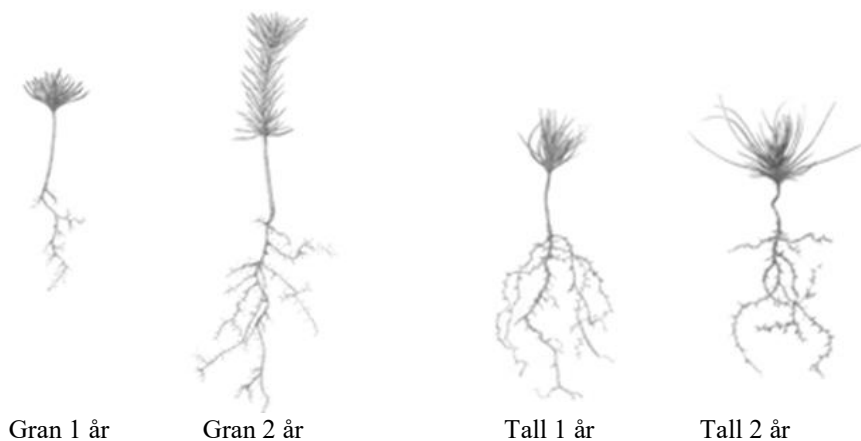
¹³¹ Thompson, S. 1981. Shoot morphology and shoot growth potential in 1-year-old Scots pine seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 11: 789–795.

varma somrar i södra Sverige. Under sådana förhållanden kan även sidogrenar utbildas (figur NF22).

- Under den andra sommaren bildas dubbelbarr i bladveckan på primärbarren. En tvåårig tallplanta har ofta både primärbarr och dubbelbarr. Välutvecklade dubbelbarr är mer än dubbelt så långa som primärbarren. I södra Sverige kan de första sidogrenarna bildas.
- Det tredje året bildas i huvudsak dubbelbarr, men primärbarr kan fortfarande förekomma. I norra Sverige bildas i regel de första sidogrenarna denna säsong.



Figur NF21 Groddplanta av tall efter ett par veckor. Hjärtbladen sitter i en krans längst ner. Ovanför dem kommer primärbarren. Foto Ulfstand Wennström.



Figur NF22 Plantor av tall och gran efter en och två växtsäsonger. Barren på en groddplanta (ettårig) består enbart av hjärtblad och primärbarr (enkelbarr) på både tall och gran. En tvåårig tallplanta har oftast både enkelbarr och dubbelbarr. Teckning Jerry Boberg.

Granplantan

Groddplantor av gran har 6–10 *tandade* hjärtblad och deras längd är 12–15 mm. Under första sommaren utvecklas omkring 20–25 primärbarr, som lik-som hjärtbladen är fint tandade. De vanliga barren utvecklas under det andra året och de första sidogrenarna kommer vanligen år 3.^{132,133}

¹³² Haller, E. & Julius, H. 1908. *Skogshushållning*. Albert Bonniers förlag, Stockholm.

¹³³ Wahlgren, A. 1922. *Skogsskötsel*. P.A. Norstedt & Söners förlag, Stockholm.

Mark och markbehandling

Markberedning under fröträd är mycket effektivt för att ge bra betingelser för frögroning och planttillväxt. Markberedningens verkan är störst de första 3–4 åren, varför den bör göras just före ett förväntat bra fröår. På friska marktyper är harvning en bra metod, men på torra marktyper finns det alternativa metoder.

Markens mottaglighet för föryngring, dvs de förutsättningar den ger för frögroning och plantetablering, är mycket betydelsefull vid naturlig föryngring. Några betydelsefulla markegenskaper är:

- de organiska marklagrens (förna- och humuslager) tjocklek
- markens fuktighet
- jordartens textur¹³⁴
- markvegetationens sammansättning och riklighet – gäller både förekomst av lavar och mossor i bottenskiktet och förekomst av ris, gräs och örter i fältskiktet.

Markberedning för naturlig föryngring

För att skapa markförhållanden som gynnar frögroning, plantetablering och planttillväxt är markberedning den mest kraftfulla skötselåtgärden som vi kan ta till. Syftet är att på kort tid skapa ett stamrikt och jämnt fördelat plantbestånd med liten höjdspridning.

På vissa marktyper kan föryngring etableras utan markbehandling, men på många marktyper är markberedning helt nödvändig för att lyckas med naturlig föryngring.

Fördelar och nackdelar

En markberedning som blottlägger mineraljord ger en rad fördelar för frön och plantor jämfört med orörd mark:¹³⁵

- marktemperaturen höjs
- tillgången på kapillärt vatten i marken tillgodoses bättre
- konkurrensen från övrig vegetation minskar vid groning och plantetablering
- skador orsakade av sniglar, sorkar och snytbaggas, med mera, minskar.

Dessutom ökar mängden tillgängligt kväve i den del av humusen som bearbetas vid markberedningen. Däremot är kvävetillgången lägre i ren mineraljord än i humusblandad mineraljord.

¹³⁴ Textur = fördelningen av olika kornstorlekar i en jordart (mineraljord).

¹³⁵ Örlander, G. & Gemmel, P. 1989. Markberedning, *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidsskrift* 3.

Nackdelar som kan uppstå är uppfrysningsproblem och för hög fuktighet i låga partier av frilagd mineraljord, speciellt på finkorniga jordar.¹³⁶

En viktig fråga är avvägningen mellan att å ena sidan skapa en god miljö för groning och å andra sidan skapa en god miljö för plantans tillväxt efter groningen. Dessa miljöer skiljer sig från varandra.

Erfarenheter från såddstudier visar att:¹³⁷

- Den bästa såddmiljön skapas efter mikropreparering i tunn humus eller i en blandning av humus och mineraljord. Detta kan ge hög plantbildning, överlevnad och tillväxt.
- Oftast är plantbildningen hög efter sådd i rostjord, men överlevnaden blir låg troligen pga uppfrysning och pipkrake.
- I ren humus är plantbildningen som regel låg, men de plantor som överlever får en högre tillväxt än de i ren mineraljord.

Mekanisk markberedning har använts under hela 1900-talet och är för närvarande helt dominerande i Sverige. Från 1960-talet och framåt har omfattningen varit betydande och olika typer av mekanisk markberedning har utvecklats. Bränning, grisbökning och ångbehandling är några alternativa metoder.

Betydelsen för plantbestånd och planttillväxt

Markberedning skapar bättre förutsättningar att få ett plantbestånd med mindre luckighet och höjdspridning än vid naturlig förnygring utan markberedning.

I färska markberedningsfläckar på frisk mark ligger plantbildningsprocenten¹³⁸ vanligen mellan 10 och 30 %, medan motsvarande andel i osårat marktäcke ofta är mindre än 1 %.¹³⁹

Den minskade höjdspridningen beror på att plantorna som regel etableras inom några få år, medan plantetableringen är mer osäker och den tar betydligt längre tid utan markberedning. Ett tätt och jämnt plantbestånd ger goda förutsättningar för att skapa ett framtida bestånd där trängselverkan fram till slutröjningen skapar träd med kläna grenar, dvs god virkeskvalitet. Detta är speciellt önskvärt för tall.

Förutom att markberedning har gynnsam effekt på antalet plantor, ökar även plantornas tillväxt pga att markberedningen förbättrar växtmiljön, till exempel genom ökad marktemperatur och tillgång på näring.¹⁴⁰

¹³⁶ Örlander, G. & Gemmel, P. 1989. Markberedning, *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidsskrift* 3.

¹³⁷ Wennström, U. 2002. Skogssådd med inblandning av plantagefrö ger bättre återväxt. *Skogforsk. Resultat* 20–2002.

¹³⁸ Med plantbildningsprocent (groningsprocent) avses den andel av de totalt nerfallna grobara fröna som bildar groddplantor.

¹³⁹ Karlsson, C. & Örlander, G. 2000. Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed tree stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 256–266.

¹⁴⁰ Lundmark, J.-E. 1988. *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk del 2 – Tillämpning*. Skogsstyrelsen.

Markberedning är en färskvara

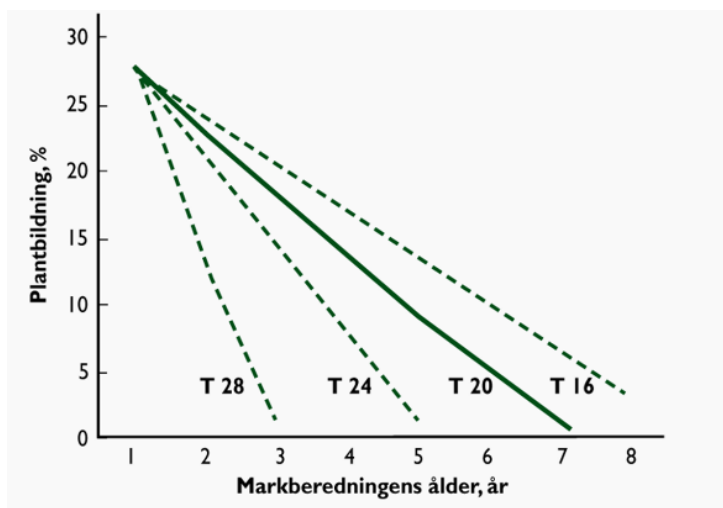
Markberedningsfläckarnas förnygringsmottaglighet avtar snabbt med ökande ålder (figur NF23). Vid ståndortsindex T20 har markberedningen effekt under ca sju vegetationssäsonger, men efter 3–4 år är effekten halverad. Vid högre ståndortsindex kan man räkna med att markberednings-effekten avtar ännu snabbare, framför allt på grund av ökad förekomst av gräs.

Under regnväder sker en mikroerosion i färsk markberedningsfläckar som gör att fröet täcks med lite mineraljord, vilket gör att fröet får lättare att gro.

Förnygringsmottagligheten efter markberedning avtar dock ganska snart. Redan efter en vegetationssäsong börjar mineraljorden bli hård i ytan (stelna) och det blir svårare för fröet att gro.¹⁴¹ Dessutom börjar vegetation som mossor, lavar, gräs och örter att etablera sig på ytan och konkurrera. Även föna från omgivningen som faller ned i groningsbädden utgör hinder för fröets groning. Vegetationens invandring i en fläck är bland annat beroende av:

- skärmens täthet
- tid efter markberedning
- fläckens storlek
- avstånd till skärmträd

I en studie i södra Norrland inventerades vegetationen i markberedningsfläckar några år efter markberedningen. Resultaten visade att vegetationen i frilagd mineraljord under täta skärmar, 300–400 stammar per hektar, var endast en tredjedel jämfört med under fröträdsställningar med 50 stammar per hektar¹⁴².



Figur NF23 Andelen tallfrön som bildat groddplantor vid olika ståndortsindex (SI) och antal år efter markberedning. För SI = T20 finns experimentella data på frisk mark medan de streckade linjerna är hypotetiska.¹⁴³

¹⁴¹ Bjor, K. 1971. Forstmeteorologiske, jordbunnsklimate og spireøkologiske undersøkelser. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 108, Bind 28: 429–526.

¹⁴² Hagner, S. 1962. Naturlig förnyring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4.

¹⁴³ Karlsson, C. & Örlander, G. 2000. Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed tree stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 256–266

Rätt tidpunkt för markberedning

Det är viktigt att markberedningen utförs nära inpå ett rikt fröfall. Tall stimuleras till ökad blomning efter friställning, men den ökande kottmängden kommer först tredje till femte året efter förnygringsavverkningen.¹⁴⁴ Som schablon rekommenderar vi därför:

- På näringsfattiga tallmarker ($SI \leq T22$) – markbered tredje hösten efter förnygringsavverkningen
- På näringsrikare tallmarker, med risk för stor gräskonkurrens – markbered om möjligt redan första hösten efter förnygringsavverkningen. Detta förutsätter dock att man har inventerat kottantalet och funnit det vara tillräckligt högt¹⁴⁵

I granskärmar måste man alltid ha koll på mängden kottar innan man markbereder, eftersom det kan gå flera år utan att kottar produceras.

I ett tallförsök i Dalarna etablerades dubbelt så många plantor där man markberett tredje hösten efter förnygringsavverkning, jämfört med där man markberett hösten närmast efter förnygringsavverkningen (figur NF24). Norska experiment har visat att man på tallmarker med låg bonitet kan öka plantantalet genom att vänta med markberedningen upp till fem år efter förnygringsavverkningen.^{146,147}

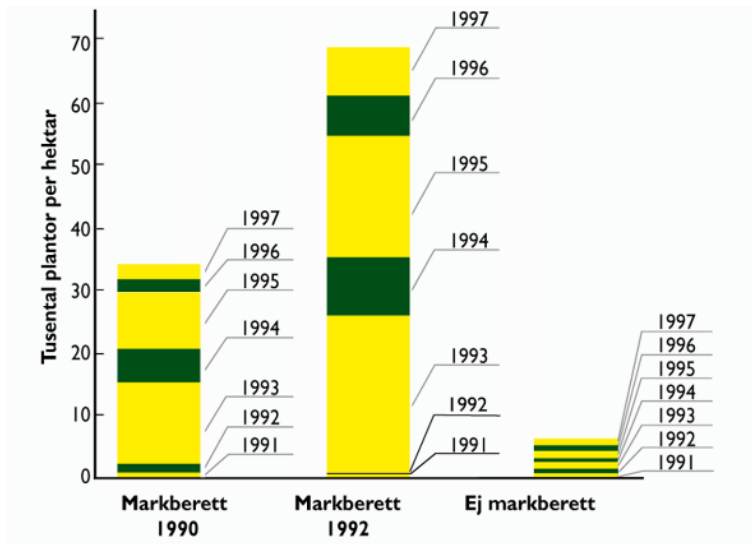
Eftersom tall sprider sina frön under april–juni och gran under tiden oktober–maj, är det lämpligt att markbereda hösten före fröfallet, för att mineraljorden ska vara så lucker och ”färsk” som möjligt när fröet faller. I södra Sverige kan markberedning under fröträd av tall eventuellt utföras tidigt på våren, före mitten av april.

¹⁴⁴ Se ”Fröträdens/skärträdens reaktion vid friställning”, s. 75.

¹⁴⁵ Se ”Kontroll av antalet kottar inför markberedning”, s. 108 i kapitlet ”Arbetsgång vid naturlig förnyring av tall”

¹⁴⁶ Skoklefeld, S. 1985. *Natural regeneration of Norway spruce (Picea abies) and Scots pine (Pinus sylvestris) in Norway*. IUFRO WP S 1 05-08 Natural stand regeneration, 11 Sept. 1985.

¹⁴⁷ Skoklefeld, S. 1995. Spot scarification in a mountainous Scots pine forest in Norway. The Finnish Forest Research Institute. *Research Papers* 567: 85–90.



Figur NF24 Effekten av markberedning första hösten (1990) respektive tredje hösten (1992) på plantbildningen av tall efter förnygringsavverkning samt effekten av att inte markbereda. Diagrammet visar antalet årligen nyförnygrade plantor under sju år efter förnygringsavverkning när fröträd av tall lämnades. Årtalen anger plantornas gröningsår. Experiment från Dalarna.¹⁴⁸

Mekanisk markberedning

Behovet av och förutsättningarna för mekanisk markberedning på olika skogsmarker beror mycket på markens fuktighet (figur NF25). På mark som inte har markberetts etableras naturligt förnygrade barrplantor normalt lättare på fuktig än på torr och frisk mark. Det är ett skäl till att behovet av markberedning är som störst på framför allt på frisk mark.



Figur NF25 Markfuktighetsklasser i skogsmark definieras av avståndet från markytan ned till grundvattenytans normala nivå. På torr mark ligger grundvattenytan mer än två meter under marknivån, på frisk mark 1–2 meter under och på fuktig mark inom en meter från ytan. Markfuktigheten bedöms bland annat med hjälp av topografin.¹⁴⁹ Teckning Jerry Boberg.

¹⁴⁸ Karlsson, C. & Örlander, G. 2000. Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed tree stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 256–266.

¹⁴⁹ Hägglund, B. & Lundmark, J.-E. 1981. *Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem. Del 1. Definitioner och anvisningar*. Skogsstyrelsen.

Friska marker

Frisk mark är den vanligaste markfuktighetsklassen och återfinns både på plan mark och i sluttningar. Grundvattenytan ligger 1–2 meter under markytan (figur NF25). Frisk mark innehåller ett brett spektrum av växter. Ris-, gräs- och örttyper är de dominerande vegetationstyperna.

- Naturlig föryngring av tall är lämplig på blåbärsristyper och mindre näringsrika vegetationstyper som lingonris-, kråkbärsris- och lavtyper.^{150,151}
- Naturlig föryngring av gran kan komma ifråga på blåbärsristyper och mer näringsrika vegetationstyper.
- På blåbärsristyper kan det även vara lämpligt att blanda gran och tall.

Naturlig föryngring utan markberedning ger oftast dåligt resultat på friska marker. Detta gäller för både tall^{152,153} och gran^{154,155}.

Markberedningsaggregat för friska marker. Vid markberedning av friska marker bör man sträva efter att frilägga en stor andel (ca 20 %) av mineraljorden (figur NF26 och NF27), eftersom humustäcket ofta är tjockt och konkurrerande vegetation snabbt börjar invadera den frilagda mineraljorden. Detta åstadkoms bättre med *harv* än med fläckmarkberedare. En del fläckmarkberedare kan dock göra långa fläckar som frilägger betydligt mer mineraljord än traditionella kortfläcksaggregat. I skärmställningar med mer än 150 stammar per hektar är det dock svårt att markbereda med *harv*. Här är det oftast bäst med aggregat som är monterade på grävare eller skördare (kranspetsmonterade),¹⁵⁶ eftersom dessa kan precisionsstyras och därmed ger mindre skador på skärmträden och större andel markberedd yta.

¹⁵⁰ Karlsson, C. & Örlander, G. 2000. Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed tree stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 256–266.

¹⁵¹ Beland, 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: 247–255.

¹⁵² Karlsson, C. & Örlander, G. 2000. Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed tree stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 256–266.

¹⁵³ Beland, 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: 247–255.

¹⁵⁴ Holt-Hanssen, K., Granhus, A., Brække, F.H. & Haveran, O. 2003. Performance of sown and naturally regenerated *Picea abies* seedlings under different scarification and harvesting regimens. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 351–361.

¹⁵⁵ Glöde, D. & von Hofsten, H. 1999. Föryngringsresultat efter markberedning under högskärm av gran med Bräcke B390 och Huddig 960. Skogforsk. *Arbetsrapport* 419, s. 1–15.

¹⁵⁶ Westerberg, D. & von Hofsten, H. 1996. Markberedning under skärm. Skogforsk. *Resultat* 8–1996.



Figur NF26 Traditionellt aggregat för harvning. Foto Christer Karlsson.



Figur NF27 Markberedning som utförts med harv på frisk mark.
Foto Christer Karlsson.

Torra marker

Torra marker återfinns på plana, mäktiga sand- och grussediment samt på övre delen av kullar och åsryggar. Grundvattenytan ligger djupare än 2 meter (figur NF25). Typiska växter på torra marker är lav, lingon, mjölon och ljung. Lavbevuxna marker är dock inte alltid torra.

Gran är i de flesta fall olämplig på dessa marker, medan tall hör naturligt hemma här.

Lavdominerade marker i goda klimatlägen (temperatursumma > 1000 dygnsgrader) betecknas som "lättförnygrade" och kan ofta förnygras utan markberedning. Undersökningar visar att tallfrö gror och överlever bättre i

renlav än i till exempel väggmossa, som är vanlig på friska marker.¹⁵⁷ På lavdominerade marker kan föryngringen pågå under många år eftersom konkurrensen från övriga växter är liten.

I kyliga klimatlägen (temperatursumma < 1000 dygnsgrader) är markberedning oftast en nödvändig åtgärd för att erhålla en tillräckligt stor mängd plantor samt för att gynna planttillväxten.^{158,159}

Om kråkbär och ljung utgör ett markant inslag bör markberedning även utföras i goda klimatlägen, eftersom dessa växter hämmar tallfröets groning och rottillväxt med hjälp av kemiska substanser. Fenomenet benämns allelopati.^{160,161}

Markberedningsaggregat för torra marker. De traditionella markberedningsaggregaten är ofta för aggressiva för att användas på torra marker med tunt humustäcke. Syftet med markberedningen är att fläka undan humusen för att ge fröet en bra groningsmiljö, men resultatet blir ofta något som mer liknar så kallad hyggesplöjning – en extrem markbearbetningsmetod som idag inte används (figur NF28).

En ny generation aggregat utvecklades i början av 2000-talet för att dels vara skonsamma mot marken, dels ge en markberedning där humus och mineraljord blandas. Detta för att både skapa en god groningsmiljö för fröet och för att ge en god tillväxtmiljö för plantan (figur NF29 och NF30). Aggregaten har dock bara använts i mindre utsträckning och någon serietillverkning av dessa sker inte idag (2017). En annan intressant teknisk utveckling utgör de kranspetsmonterade aggregaten. De är flexibla beträffande radavstånd/fläckavstånd samt användning på marktyper där hinder i form av till exempel träd och block förekommer.

¹⁵⁷ Steijlen, I., Nilsson, M.C. & Zackrisson, O. 1995. Seed regeneration of Scots pine in boreal forest stands dominated by lichen and feather moss. *Canadian Journal of Forest Research* 25: 713–723.

¹⁵⁸ Hagner, S. 1962. Naturlig föryngring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4.

¹⁵⁹ Skoklefeld, S. 1995. Spot scarification in a mountainous Scots pine forest in Norway. The Finnish Forest Research Institute. *Research Papers* 567: 85–90.

¹⁶⁰ Hytönen, J. 1992. Allelopathic potential of peatland plant species on germination and early seedling growth of Scots pine, silver birch and downy birch. *Silva Fennica* 26:2: 63–73.

¹⁶¹ Zackrisson, O. & Nilsson, M.C. 1992. Allelopathic effects by *Empetrum hermaphroditum* on seed germination of two boreal tree species. *Canadian Journal of Forest Research* 22: 1310–1319.



Figur NF28 Exempel på överdrivet hård markberedning med driven harv och normalt marktryck på torr mark. Foto Bror Österman.



Figur NF29 Exempel på ett aggregat – ”Eco seedplanter” – med skonsam markberedningsteknik för torra marker. Markberedningen skapas i detta fall med en roterande plastborste. Aggregatet på fotot är även försett med ett mikroprepareringshjul och såddmatning. Foto Bror Österman.



Figur NF30 Kranspetsmonterat aggregat för markberedning och sådd – ”Humax 2–4”. Foto Holmen Skog AB.

Fuktiga marker

Fuktig mark återfinns i de nedre delarna av långa sluttningar samt på plan mark i terrängens lägsta delar. Grundvattenytan ligger inom en meter från markytan (figur NF25).

Markberedning på fuktig mark är som regel en mindre lämplig åtgärd.¹⁶² Om markberedning trots allt utförs på fuktiga marker bör den utföras som högläggning eftersom dränerade punkter är viktiga för planteablering på dessa marker. Skyddsdikning kan i vissa fall vara en lämplig åtgärd för att tillfälligt dränera fuktig mark i förnygringsskedet. Sumpskogar kräver av naturvårdsskäl ofta speciella hänsyn.¹⁶³

Naturlig förnygring av tall är lämplig på blåbärsristyper och mindre näringsrika vegetationstyper, medan fuktiga marker av örttyper och mark utan fältskikt kan vara lämpliga för gran.

Marker med finkorniga jordar

Jordarter med hög kapillär transportförmåga, dvs moiga moräner, finmo och mjåla orsakar betydande *uppfrysningsproblem* för groddplantor.¹⁶⁴ De flesta resultaten från uppfrysningsstudier kommer dock från såddförsök, och det finns stora skillnader mellan sådd och naturlig förnygring. Vid sådd place-ras i regel fröet på mineraljord, vilket ger hög risk för uppfrysning. I rost-jord blir uppfrysningen mer omfattande än i blekjord. Detta kan bero på att blekjord är mer hydrofob än rostjord, det vill säga den stöter bort vatten.¹⁶⁵

Vid naturlig förnygring sprids frö över hela arealen. Ofta blir det gynnsamma grönings- och tillväxtbetingelser i gränsen mellan humus och mine-raljord. Vidare kan man konstatera att om uppfrysning sker hålls jorden lucker. Därmed har kommande årgångar frö chans att gro och etableras, även om en årgång frusit upp.

¹⁶² Hagner, S. 1962. Naturlig förnygring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogs-forskningsinstitut* 52:4.

¹⁶³ Nitare, J. 2000. *Signalarter – indikatorer på skyddsvärd skog. Flora över kryptogamer.* Skogsstyrelsen.

¹⁶⁴ Goulet, F. 1995. Frost heaving of forest tree seedlings: a review. *New Forests* 9: 67–94.

¹⁶⁵ Hagner, M. & de Jong, A. 1982. Radsådd efter harvning. Umeå universitet, inst. för skoglig produktionslära. *Rapport* 127.

Få studier av naturlig föryngring nämner uppfrysning som ett problem, medan många såddstudier uppger uppfrysning som ett stort problem. Beskuggning, till exempel med fröträd, minskar uppfrysningsrisken för plantor.¹⁶⁶

De nya markberedningsaggregat som ovan beskrivits som lämpliga att använda på torra marker är troligen även lämpliga att använda på finjordsrika marker. Det saknas dock studier som styrker detta.

Marker med sand och grövre jordar

Sandiga, friska marker är idealiska att markbereda. Marker med sten och block kan däremot utgöra tekniska problem. Även här kan aggregat med roterande plastborstar eventuellt användas (figur NF31)



Figur NF31 Eco seedplanter på en ståndort där den har god konkurrensförmåga gentemot traditionell markberedning och plantering. Foto Bror Österman.

Alternativa markberedningsmetoder

Bränning

I de nordiska länderna användes bränning som föryngringsåtgärd för tall främst från 1940-talet fram till slutet av 1960-talet.¹⁶⁷ Bränning har ökat de senaste åren, till exempel för att gynna brandberoende växt- och djurarter.

Plantbildningsprocenten ökar vid ökad bränningsstyrka (figur NF32). Det är fullt möjligt att bränna marken utan att skada fröträden, men det kräver stor yrkesskicklighet.^{168,169}

¹⁶⁶ Graber, R.E. 1971. Frost heaving seedling losses can be reduced. *USDA Tree Planters' Notes*, 22(4): 24–28.

¹⁶⁷ Örlander, G. & Gemmel, P. 1989. Markberedning, *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3.

¹⁶⁸ Wretling, J.E. 1932. Om hyggesbränningarna inom Malå revir. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 49: 243–331.

¹⁶⁹ Uggla, E. 1957. Mark- och lufttemperaturer vid hyggesbränning samt eldens inverkan på vegetation och humus. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 74: 443–500.

Nackdelar med bränning. Rotmurklan kan gynnas och skada plantorna.¹⁷⁰ Snytbagge har visat sig vara aggressiv efter bränning. De studier som gjorts av snytbaggeskador på brända hyggen gäller dock planteringar och inte naturligt föryngrade plantor.¹⁷¹

På bränd mark kan jordlöpare av släktena *Pterostichus* och *Amara* bli mycket talrika. De kan ibland konsumera nära 100 % av alla frön som ligger synliga på den brända markytan. Däremot har de svårt för att lokalisera frön som ligger nere i humussprickor eller nerbäddade bland kolpartiklar.¹⁷²

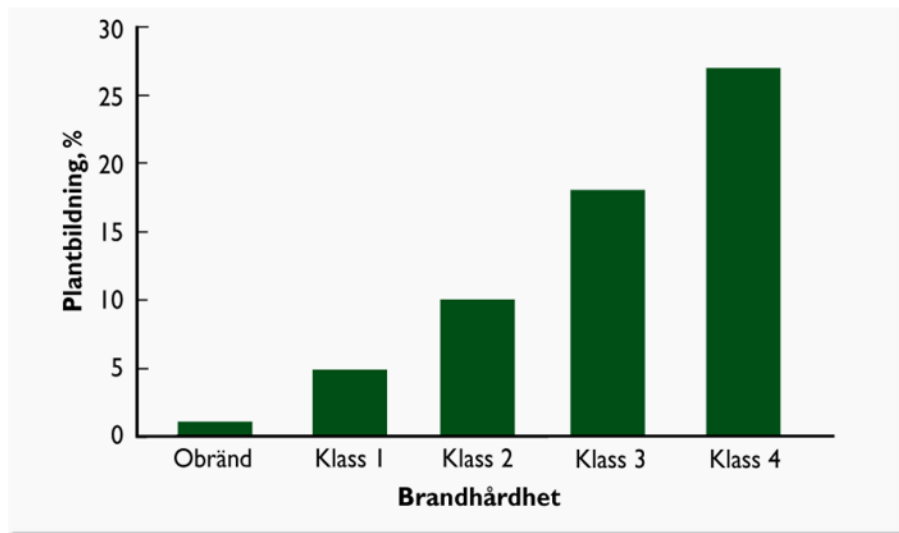


Illustration: Bo Persson

Figur NF32 Successivt ökande andel bortbränd humus ökar chansen för ett tallfrö att gro. Brandhårdhetsklass 1 innebär här en lätt bränning och brandhårdhetsklass 4 mycket hård bränning.¹⁷³ Diagram Christer Karlsson.

Övriga metoder

Grisbökning som markberedningsmetod har aldrig varit särskilt omfattande. Metoden kommer ofta på tal och praktiseras även i mindre omfattning, speciellt vid naturlig föryngring av bok och ek. Vi saknar i stort sett kunskaper om effekten på naturlig föryngring av tall och gran.

Ångbehandling är ett effektivt sätt att döda fältvegetation och kan stimulera frögroningen.¹⁷⁴ Ångbehandling har endast studerats i forskningsprojekt.

¹⁷⁰ Granström, A. 2017. Rotmurkla. I: Skogsskötselserien nr 12, *Skador på skog*, del 1. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

¹⁷¹ von Hofsten, H. & Weslien, J.-O. 2005. Temporal patterns of seedling mortality by pine weevils (*Hylobius abietis*) after prescribed burning in northern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 130–135.

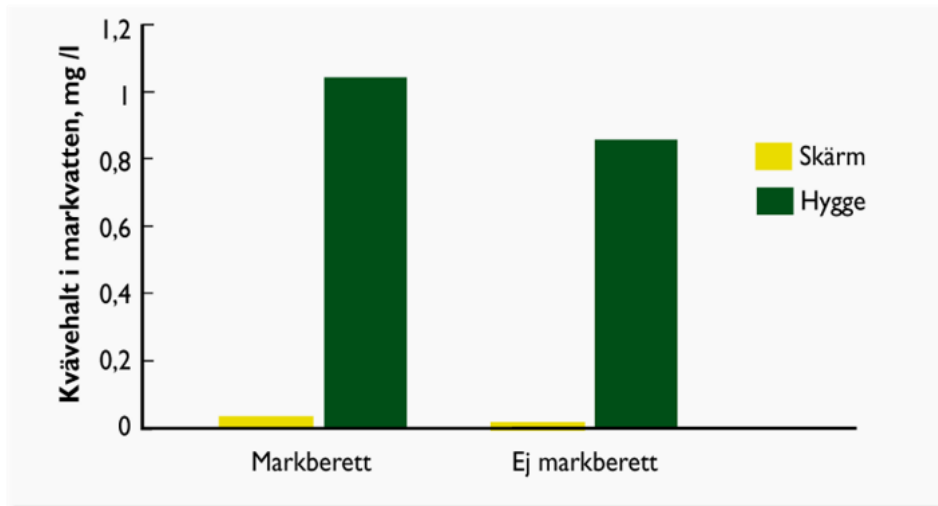
¹⁷² Granström, A., Ericsson, O. & Schimmel, J. 1995. Fröet, grodden och fienderna. *Skog & Forskning* 1: 34–40.

¹⁷³ Diagram efter data ur: Schimmel, J. 1993. *On Fire. Fire behaviour, fuel succession and vegetation response to fire in Swedish boreal forest*. SLU, inst. för skoglig vegetationsekologi. Doktorsavhandling.

¹⁷⁴ Norberg, G. 2000. Steam treatment of forest ground vegetation to improve tree seedling establishment and growth. SLU, inst. för skoglig vegetationsekologi. *Silvestria* 170, Doktorsavhandling.

Kväveläckage

Normalt påverkas 30–50 % av markytan på markberedda arealer. Trots detta visar flera försök att markberedning inte har särskilt stor inverkan på kväveläckaget,^{175,176,177} speciellt då markberedningen görs i skärmar (figur NF33). Skärmträden tar troligen upp en del av det kväve som frigörs vid hyggesupptagningen. Dessutom verkar markvegetationens utveckling efter markberedning ha betydelse för läckaget av bland annat kväve.^{178,179} Det är troligt att kvävemineraliseringen är mindre under en skärm, på grund av att mindre hyggesavfall tillförs och att uppvärmningen av marken blir mindre än på ett hygge.



Figur NF33 Kvävehalt (NO₃-N + NH₄-N) i markvatten mätt på 50 cm djup. Data från tre lokaler (Lönsboda, Asa och Siljansfors) där stamantalet i tallskärmarna var i genomsnitt ca 140 stammar per hektar och markberedning var utförd med harv. Medelvärde för de tre lokalerna och de tre första åren efter markberedning som gjordes hösten efter avverkning.^{180,181}

¹⁷⁵ Ring, E. 1996. Effects of previous N fertilizations on soil-water pH and N concentrations after clear-felling and soil scarification at a *Pinus sylvestris* site. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11: 7–16.

¹⁷⁶ Ring, E., Högbom, L. & Jansson, G. 2013. Effects of previous nitrogen fertilization on soil-solution chemistry after final felling and soil scarification at two nitrogen-limited forest sites. *Canadian Journal of Forest Research* 43: 396–404.

¹⁷⁷ Rappe George, M.O. m.fl. 2017. Nitrogen leaching following clear-cutting and soil scarification at a Scots pine site – A modelling study of a fertilization experiment. *Forest Ecology and Management* 385: 281–294.

¹⁷⁸ Palviainen, M., m.fl. 2007. Development of ground vegetation biomass and nutrient pools in a clear-cut disc-plowed boreal forest. *Plant and Soil* 297: 43–52.

¹⁷⁹ Piirainen, S. 2007. Carbon, nitrogen and phosphorus leaching after site preparation at a boreal forest clear-cut area. *Forest Ecology and Management* 243: 10–18.

¹⁸⁰ Nilsson, U., Örlander, G. & Karlsson, M. 2000. Naturlig förnyring av tall och anläggning av blandskog. SLU, inst. för sydsvensk skogsvetenskap. *Arbetsrapporter* 23.

¹⁸¹ Akselsson, C., Westling, O. & Örlander, G. 2007. Skogsskötsel och vattenkvalitet. En sammanställning av resultat från skärm- och bärdö försök inom SUFOR. *IVL Rapport* B1752.

Förnyngningsresultat vid skärmställning utan markberedning

Skogforsk har utfört två stora studier i södra och mellersta Sverige av förnyngningsresultat efter skärmställning av gran utan markberedning.^{182,183}

Man kunde påvisa att såväl markfuktighet som vegetationstyp (fältskiktstyp) hade signifikant inverkan på antalet plantor fem år efter förnyngningsavverkningen.

- På fuktiga marker etablerades naturligt förnygrade granplantor lättare än på friska marker.
- Skillnaderna mellan de olika vegetationstyperna var små, men båda studierna visade att örttyper, mark utan fältskikt och starr-fräkentyp generellt hade större förekomst av plantor än grästyper och ristyper.

Variationen är dock stor inom varje vegetationstyp beroende på vilka växtarter som finns och vilken utbredning de har. Vegetationen på de bördigaste örttyperna kan till exempel bli mycket hämmande för plantetableringen även om den sker under en tät skärm. Det kan också förekomma att man får ett rikligt plantuppslag på en frisk blåbärsristyp i ett gynnsamt klimatläge med rörligt markvatten.

De flesta naturligt förnygrade granplantorna på fuktig mark etablerar sig på upphöjda platser såsom tuvor, mossbevuxna rotben, stubbar, stockar och lågor.¹⁸⁴

Bottenskiktets och fältskiktets betydelse för frögroning och planttillväxt

Frögroning och planttillväxt beror till stor del på vilka växter som dominerar i botten- och fältskikt.

Bottenskiktet. Undersökningar visar att både tall- och granfrö gror bättre i vitmossor (*Sphagnum* spp) än i friskmossor¹⁸⁵, till exempel väggmossa (*Pleurozium schreberi*), husmossa (*Hylocomium splendens*), kammossa (*Ptilium crista-castrensis*) och kvastmossor (*Dicranum* spp).^{186,187} Detta beror troligen på att vitmossor ger fröet en god miljö beträffande fukt och temperatur.

¹⁸² Sikström, U. 1997. Avgång i skärmen och plantetablering vid förnyring av gran under högskärm – en surveystudie. Skogforsk. *Arbetsrapport* 369.

¹⁸³ Sikström, U. & Pettersson, F. 2005. Förnyring av gran under högskärm. Skogforsk. *Arbetsrapport* 589.

¹⁸⁴ Hörnberg, G., Ohlson, M. & Zackrisson, O. 1997. Influence of bryophytes and microrelief conditions on *Picea abies* seed regeneration patterns in boreal old-growth swamp forests. *Canadian Journal of Forest Research* 27: 1015–1023.

¹⁸⁵ Friskmossor används av riksskogstaxeringen som en sammanfattande benämning av mossor på friska marker.

¹⁸⁶ Holt-Hanssen, K. 2002. Effects of seedbed substrates on regeneration of *Picea abies* from seeds. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 511–521.

¹⁸⁷ Hörnberg, G., Ohlson, M. & Zackrisson, O. 1997. Influence of bryophytes and microrelief conditions on *Picea abies* seed regeneration patterns in boreal old-growth swamp forests. *Canadian Journal of Forest Research* 27: 1015–1023.

Överlevnaden av groddplantorna är dock i vissa fall sämre på vitmossor än på friskmossor, eftersom vitmossor ofta växer snabbare än groddplantorna vilka därmed kvävs.¹⁸⁸ De många olika vitmossorna växer dock olika fort och dessutom i miljöer med varierande fukthalt, vilket i praktiken gör det mycket svårt att förutse effekten på trädplantornas etablering och tillväxt.

Fältskiktet. Kråkbär, ljung, skvattram, odon, kråkbär och tuvull är exempel på växter som är allelopatiska (groningshämmande) på tallfrö.¹⁸⁹

¹⁸⁸ Ohlson, M. & Zackrisson, O. 1992. Tree establishment and microhabitat relationships in north Swedish peatlands. *Canadian Journal of Forest Research* 22: 1869–1877.

¹⁸⁹ Hytönen, J. 1992. Allelopathic potential of peatland plant species on germination and early seedling growth of Scots pine, silver birch and downy birch. *Silva Fennica* 26(2): 63–73.

Skärmeffekter

Högskärmar minskar risken för skador av frost och insekter, håller ner konkurrerande vegetation, dämpar grundvattennivån och minskar kväveutlakningen efter avverkning. De gynnar också den biologiska mångfalden och landskapsbilden. Skärmar måste avvecklas i tid för att inte hämma förnyringen.

I det här avsnittet behandlas i första hand högskärmens funktion som skydd för plantorna. Genom att lämna en skärm vid förnygringsavverkning kan ett flertal förnygringsproblem bemästras eller lindras.

Skärmen påverkar många miljöfaktorer, både abiotiska och biotiska, ofta till fördel för plantorna. Men skärmträden kan även, bland annat genom konkurrens, inverka negativt på plantornas tillväxt i det nya beståndet.

En skärm kan även bidra till förändrad förekomst och täckning av flora och fauna. Skärmens betydelse för den biologiska mångfalden beror dock mycket på hur skärmen utformas och sköts. Precis som vid alla skogliga åtgärder behövs en genomtänkt naturhänsyn. Att lämna hänsynsytor, kantzoner, olika trädslag, döda träd, lågor, med mera, är avgörande för nyttan med hänsynen. Man bör också lämna en del skärmträd som ”evighetsträd”, dvs låta dem stå kvar vid skärmavvecklingen och växa in i nästa generation träd.

Lufttemperatur

Temperaturen vid marken under en skärm eller ett bestånd fluktuerar mindre än på ett hygge.¹⁹⁰ Den maximala yttemperaturen kan var mycket hög på hygget under dagen – sommartid är den normalt 10–30 grader högre än i skogen, och den kan till och med nå upp till +60 °C.¹⁹¹ En hög yttemperatur är dock sällan skadlig för plantor, med undantag för syd- och sydvästvända kalytor där små plantor kan skadas.¹⁹²

Frost. Den största positiva skärmeffekten på förnyringen är troligen den minskade frostrisken, som har samband med att minimitemperaturen är högre och att beskuggningen är större än på ett hygge.¹⁹³

Efter en frostnatt uppstår större skador på plantor som utsätts för kraftigt solljus än på plantor som står beskuggade.^{194,195} Det betyder att plantor under en skärm skadas mindre än plantor på ett kalhygge om plantorna utsätts för samma minimitemperatur. Skärmens skuggeffekt är störst i början och

¹⁹⁰ Ottosson-Löfvenius, M. 1993. *Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area*. SLU, inst. för skogsekologi. Doktorsavhandling.

¹⁹¹ Lundmark, J.-E. 1988. *Skogsmarkens ekologi. Ståndortanpassat skogsbruk del 2 – Tillämpning*. Skogsstyrelsen.

¹⁹² Braathe, P. 1956. Skermstilling og dens betydning for foryngelsen, *Tidskrift for Skogsbruk* 64: 21–31.

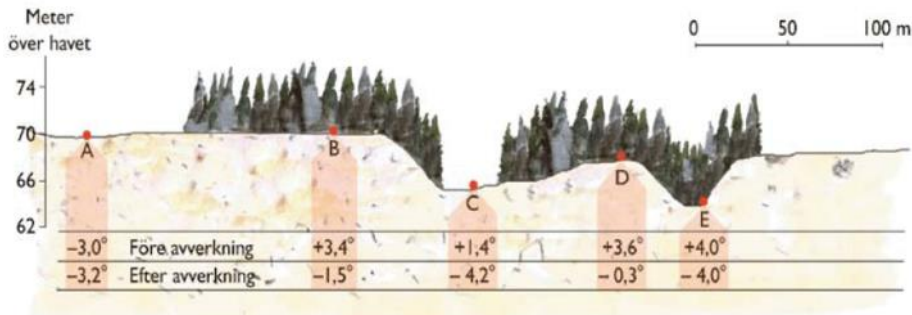
¹⁹³ Langvall, O. & Örlander, G. 2001. Effects of pine shelterwoods on microclimate and frost damage to Norway spruce seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 155–164.

¹⁹⁴ Lundmark, T. & Hällgren, J.-E. 1987. Effects of frost on shaded and exposed spruce and pine seedlings planted in the field. *Canadian Journal of Forest Research* 17: 1197–1201.

¹⁹⁵ Örlander, G. 1993. Shading reduces both visible and invisible frost damage to Norway spruce seedlings in the field. *Forestry* 66: 27–36.

slutet av växtsäsongen, eftersom solen då står lågt och risken för låga temperaturer är hög.¹⁹⁶

Risken för sommarfrost är mycket stor i låga partier och på plan mark. Under vindstilla nätter med klart väder kan en höjdskillnad på någon enstaka meter orsaka frost (figur NF34). I sådana frostsveckor är det viktigt att lämna skärmträden tätare för att hindra utstrålningen och därigenom höja minimitemperaturen under frostnätter.



Figur NF34 Minimitemperaturer 25 cm ovan mark under klara och vindstilla nätter, före och efter avverkning av högvuxen granskog i Halland. Figuren visar att skogen betyder mycket för minimitemperaturen i terrängsvackor.^{197,198} Teckning Bo Persson.

Högre stamantal och högre trädhöjd höjer den marknära minimitemperaturen (tabell NF2). Skillnaden i lufttemperatur på 30 cm höjd, mellan en kalyta och ett bestånd med 100 skärmträd, kan uppgå till 4 °C under en klar kall natt.¹⁹⁹ (figur NF35).



Figur NF35 Träden ger skydd mot frost. Foto Therese Larsson.

¹⁹⁶ Ottosson-Löfvenius, M. 1993. *Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area*. SLU, inst. för skogsekologi. Doktorsavhandling.

¹⁹⁷ Odin, H. 1974. Några meteorologiska förändringar vid hyggesupptagning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1: 60–65.

¹⁹⁸ Källa: Lundmark, J.-E. 1988. *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk del 2 – Tillämpning*. Skogsstyrelsen.

¹⁹⁹ Örlander, G. & Langvall, O. 1993. The ASA-shuttle – A system for mobile sampling of air temperature and radiation. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 359–372.

Skärmträden påverkar minimitemperaturen bland annat genom att kronskiktet förhindrar värmeutstrålning under natten. Träden magasinerar också värme under dagen och kan stråla ut värmen i beståndet under natten. Temperaturvariationen under en skärm under en klar och kall natt är stor i början på natten. Under natten jämnas dock förhållandena ut, och skillnaderna mellan temperaturer på olika avstånd från träden blir små.²⁰⁰

De största temperaturskillnaderna uppstår nära marken. På meteorologisk standardhöjd (1,6–1,7 m) är temperaturskillnaderna mellan skärm och hygge små. På måthöjder i nivå med trädkronorna blir temperaturskillnaden åter större.²⁰¹ I höglägeskog, där temperaturen är begränsande för humusomsättning och frögroning, kan skärmen vara till nackdel för förnyringen.²⁰²

Den lägre temperaturen i skärmen på våren gör att plantornas skottskjutning sker senare än på en kalyta. Detta minskar risken för att plantor under skärm blir skadade av vårfrost. Skottets härdning senareläggs dock under skärmen, och en tidig höstfrost kan därför slå lika hårt under skärm som på kalhygge.²⁰³

Risken för att granplantor ska drabbas av frost kan uppskattas med hjälp av en modell som finns tillgänglig som ett verktyg på internet. Där kan man pröva effekterna av plats i landet, topografi, markslag, markberedning, val av planttyp och proveniens samt skärmställning. Tabell NF2 visar ett exempel från ”Frostmodellen” med effekter på minimitemperaturen av skärmar av olika täthet och höjd.²⁰⁴

Tabell NF2 Skärmställningens temperatureffekt, beroende på stamantal och medelhöjd. Data från kalkylverktyget Frostrisk.²⁰⁵

| Skärmtyp | Temperatureffekt | | |
|---------------------|----------------------|----------------------|------------------|
| | 2 – 4 m hög | 4 – 6 m hög | 6 – 8 m hög |
| Lågskärm | | | |
| 0–1 000 stam/ha | 0 °C | 0 °C | 0,5 °C |
| 1 000–2 000 stam/ha | 1,5 °C | 2,5 °C | 3 °C |
| 2 000+ stam/ha | 1,5 °C | 3,5 °C | 6 °C |
| Högskärm | 15 – 20 m hög | 20 – 25 m hög | 25+ m hög |
| 25–74 stam/ha | 0,5 °C | 1,5 °C | 3 °C |
| 75–124 stam/ha | 1 °C | 2,25 °C | 4 °C |
| 125–174 stam/ha | 1,4 °C | 3 °C | 5 °C |
| 175–224 stam/ha | 1,75 °C | 3,5 °C | 5,75 °C |
| 225–274 stam/ha | 2 °C | 3,75 °C | 6,5 °C |
| 275+ stam/ha | 2,25 °C | 4 °C | 7 °C |

²⁰⁰ Ottosson-Löfvenius, M. 1993. *Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area*. SLU, inst. för skogsekologi. Doktorsavhandling.

²⁰¹ Odin, H. 1974. Några meteorologiska förändringar vid hyggesupptagning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1: 60–65.

²⁰² Braathe, P. 1956. Skermstilling og dens betydning for fornygelsen, *Tidskrift for Skogbruk* 64: 21–31.

²⁰³ Braathe, P. 1956. Skermstilling og dens betydning for fornygelsen, *Tidskrift for Skogbruk* 64: 21–31.

²⁰⁴ Langvall, O., Hannerz, M. & Nilsson, U. 2005. Räkna med frost – på webben, *Plantaktuellt* 3–2005, samt <http://www.skogskunskap.se/frost>

²⁰⁵ Tillgängligt på: www.skogskunskap.se/rakna-med-verktyg/foryngring/frostrisk/

Marktemperatur

I skogen är snötäcket tunnare, och tjälen djupare än på hygget. Tjälen ligger också kvar längre på våren.²⁰⁶ Tillväxten i täta granbestånd i kärva klimatlägen kan sänkas avsevärt på grund av tjäle och försenad snösmältning.²⁰⁷

I skärmställningar går tjälen djupare nära skärmträden, men snön smälter tidigare och tjälen tinar snabbare på våren, än på platser som ligger längre från skärmträden.²⁰⁸

Grundvattnets nivå och humusens fuktighet

Efter avverkning av ett bestånd kan en höjd grundvattennivå förväntas.²⁰⁹ Andelen nederbörd som når marken kan uppskattas öka med 10–40 %²¹⁰ och avdunstningen (evapotranspirationen²¹¹) minskar. Grundvattennivån kan efter en kalavverkning stiga upp till en meter.²¹² Stigningen är större på en frisk än på en fuktig mark. Risk för försumpning föreligger dock endast på fuktiga och blöta marker. På frisk mark kan höjningen vara positiv, eftersom markvattenhalten ökar.²¹³ En tät skärm (högre volym) fångar mer nederbörd (större interception), förbrukar mer vatten och sänker grundvattenet mer än en gles skärm.^{214,215}

Trots lägre grundvattennivå i en skärm är fuktigheten i humusskiktet och det översta mineraljordslagret högre under skärm än på kalyta. Redan på ca 10 cm djup under humusen är dock markfuktigheten betydligt lägre under en skärm än på ett hygge.²¹⁶

Humusens fuktighet har stor betydelse för små plantors överlevnad och tillväxt, eftersom de har huvuddelen av rotsystemet i humusen (figur NF36). På ett kalhygge kan det översta humuslagret torka ut, vilket skadar små plantor, vars rötter ännu inte har kontakt med mineraljorden. Under skärmen är fuktigheten i humusen högre och därmed får de små plantorna större

²⁰⁶ Söderström, V. 1979. *Ekonomisk skogsproduktion, del 1–3*. LT:s förlag, Stockholm.

²⁰⁷ Ebeling, F. 1979. Mera skog norr. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 4.

²⁰⁸ Ottosson-Löfvenius, M., Kluge, M. & Lundmark, T. 2003. Snow and soil frost depth in two types of shelterwood and a clear-cut area. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 54–63.

²⁰⁹ Troedsson, T. & Utbult, K. 1974. Hydrologiska och markfysikaliska förändringar genom kalhuggning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1: 66–74.

²¹⁰ Lundmark, J.-E. 1986. *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk del 1 – Grunder*. Skogsstyrelsen.

²¹¹ Evapotranspiration är den sammanlagda avdunstningen från marken. Den kan delas upp i avdunstning från den icke-levande miljön (evaporation) och avdunstning på grund av växternas vattenupptag (transpiration).

²¹² Lundin, L. 1979. Kalhuggningens inverkan på markvattenhalt och grundvattennivå. SLU. *Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära* 36.

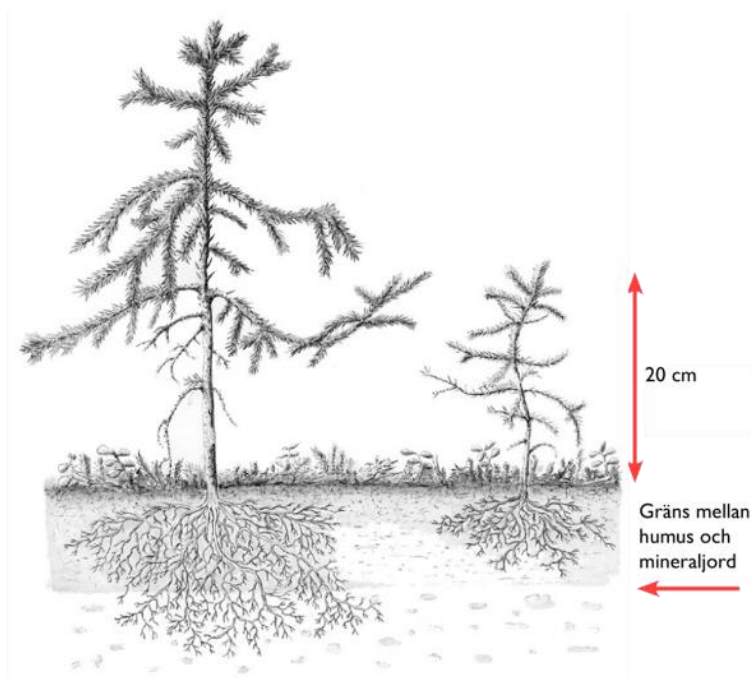
²¹³ Lundmark, J.-E. 1988. *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk del 2 – Tillämpning*. Skogsstyrelsen.

²¹⁴ Hånell, B. 1991. Förnyelse av gransumpskog på bördiga torvmarker genom naturlig förnyring under högskärm. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapporter* 32.

²¹⁵ Sarkkola, S., Hökkä, H., Koivusalo, H., Nieminen, M., Ahti, E., Päivänen, J. & Laine, J. 2010. Role of tree stand evapotranspiration in maintaining satisfactory drainage conditions in drained peatlands. *Canadian Journal of Forest Research* 40: 1485–1496. doi: 10.1139/X10-084.

²¹⁶ Lundin, L. 1979. Kalhuggningens inverkan på markvattenhalt och grundvattennivå. SLU. *Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära* 36.

möjligheter till överlevnad och tillväxt. En planta som växer under skärm har även ett mindre vattenbehov än motsvarande planta på ett kalhygge.²¹⁷



Figur NF36 Små plantors rotsystem växer i huvudsak i humustäcket. Först när plantorna är ca 50 cm höga kan rötterna trygga vattenförsörjningen genom kontakt med mineraljorden.²¹⁸ Teckning: Jerry Boberg.

Kvävets tillgänglighet och utlakning

På de flesta mineraljordar är det mängden tillgängligt kväve som begränsar tillväxten hos träd och plantor. I en skärm konkurrerar skärmträden med plantorna om det tillgängliga kvävet. Plantornas tillväxt är därför lägre under en skärm än på ett hygge – ju tätare skärm desto lägre tillväxt hos plantorna.²¹⁹ Den lägre tillväxten hos små plantor under skärm beror i högre grad på näringskonkurrens än på ljuskonkurrens.²²⁰ Konkurrensen från skärmträden kan också bero på vattenkonkurrens.²²¹

Kväveutlakning efter avverkning

Frisk mark. Jämfört med kalhuggning minskar kväveutlakningen²²² om man lämnar en skärmställning vid avverkning – åtminstone gäller detta för friska marker i södra Sverige – vilket är en fördel ur miljösynpunkt.

²¹⁷ Braathe, P. 1956. Skermstilling og dens betydning for foryngelsen. *Tidskrift for Skogbruk* 64: 21–31.

²¹⁸ Örlander, G. & Karlsson, C. 2000. Influence of shelterwood density on survival and height growth of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 20–29.

²¹⁹ Örlander, G. & Karlsson, C. 2000. Influence of shelterwood density on survival and height growth of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 20–29.

²²⁰ Björkman, E. 1945. Studier över ljusets betydelse för förnyringens höjdtillväxt på norrländska tallhedar. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 34: 497–542.

²²¹ Ammer, C. 2002. Response of *Fagus sylvatica* Seedlings to Root Trenching of Overstorey *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 408–416.

²²² Nilsson, U., Örlander, G. & Karlsson, M. 2000. Naturlig förnyring av tall och anläggning av blandskog. SLU, inst. för sydsvensk skogsvetenskap. 2000. *Arbetsrapporter* 23.

I en försöksserie från Skåne, Småland och Dalarna jämfördes kväveläckage i tallskärmar (ca 140 stammar per hektar) med läckage efter kalhuggning. Försöken visade att skärmarna nästan helt motverkade förhöjningen av oorganiskt kväve i markvattnet under föryngringsfasen (figur NF33). Det uppstod inte heller någon förhöjning av kväve när skärmarna avvecklades efter sju år. På de kalavverkade ytorna i samma försök ökade kvävehalten i markvattnet kraftigt under ca fyra år efter kalhuggning.²²³

Både kvarlämnade träd och hyggesvegetation tycks i många fall ha betydelse för läckaget av kväve efter föryngringsavverkning, och flera studier indikerar att en skärmtäthet på ca 200 träd per hektar helt förhindrar en förhöjning av kvävehalten i markvatten.²²⁴

Fuktig mark. I en studie av granskärmar på fuktig mark i Uppland och Dalarna fann man inga påtagliga skillnader i vattenkemi mellan högskärmar och kalavverkad mark under de första fyra åren efter avverkning.²²⁵

Vind

Vindhastigheten i sluten skog är ca 20 % av vindhastigheten på ett kalhygge. Vindhastigheten påverkas upp till 20 à 30 gånger träd längden från beståndskanten.²²⁶ Under vindstilla förhållanden kan dock turbulensen vara högre i en skärm än på ett hygge.²²⁷ Vindhastigheten i en skärm påverkas därför i hög grad av skärmens täthet.

Ökad vind ger minskad frostrisk och mindre snödjup, vilket i sin tur kan påverka andelen skadade plantor.²²⁸

Ljus

I en studie i Asa försökspark i Småland uppmättes i augusti 1991 ca 14 gånger högre ljusmängd (17,2/MJ/m²) på hygge än i sluten skog (1,2/MJ/m²).²²⁹ Ryska studier anger att ljusmängden ökar 12–25 gånger vid avverkning av en sluten skog och 5–12 gånger vid avverkning av en luckig skog med gläntor.²³⁰

²²³ Akselsson, C., Westling, O. & Örlander, G. 2007. Skogsskötsel och vattenkvalitet. En sammanställning av resultat från skärm- och bårdförsök inom SUFOR. *IVL Rapport B1752*.

²²⁴ Akselsson, C., Westling, O. & Örlander, G. 2007. Skogsskötsel och vattenkvalitet. En sammanställning av resultat från skärm- och bårdförsök inom SUFOR. *IVL Rapport B1752*.

²²⁵ Lundin, L. 1999. Effects on hydrology and surface water chemistry of regeneration cuttings in peatland forests. *International Peat Journal* 9: 118–126.

²²⁶ Odin, H. 1974. Några meteorologiska förändringar vid hyggesupptagning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1: 60–65.

²²⁷ Ottosson-Löfvenius, M. 1993. *Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area*. SLU, inst. för skogsekologi. Doktorsavhandling.

²²⁸ Lundmark, J.-E. 1988. *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk del 2 – Tillämpning*. Skogsstyrelsen.

²²⁹ Örlander, G. & Langvall, O. 1993. The ASA-shuttle – A system for mobile sampling of air temperature and radiation. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 359–372.

²³⁰ Jeansson, E. & Laestadius, L. 1981. Markberedning, naturlig föryngring och beståndsföryngring vid återbeskogning i Sovjet. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapporter* 6.

Det kortvågiga ljuset minskar med ca 50 % i en tät fröträdsställning (138 stammar per hektar) av tall. Skärmen har störst effekt på instrålningen i början och i slutet av vegetationssäsongen, då solen står lägre och trädens skugg effekt blir större. Detta har också betydelse för frostrisken, då sannolikheten för låga temperaturer är högre i början och slutet av säsongen. Den kortvågiga strålningen har stor betydelse för skador på plantorna efter en frost.²³¹ Efter en frostnatt uppstår större skador på plantor som utsätts för kraftigt solljus än plantor som står beskuggade.^{232,233}

Markvegetation

Markvegetationens biomassa ökar ofta kraftigt efter en avverkning (figur NF37).²³⁴

Pionjärarter, som kan tillgodogöra sig de nya förhållandena, ökar på bekostnad av den gamla skogens arter.²³⁵ Arter som levt tillbakatryckta i den slutna skogen kan öka med vegetativ spridning, och fröbanksarter kan gro.²³⁶ Ettåriga pionjärarter som till exempel pipdån (*Galeopsis tetrahit*) och korsört (*Senecio vulgaris*) kan dominera de första åren efter avverkning, men kan därefter konkurreras ut av fleråriga arter som till exempel mjölkört (*Epilobium angustifolium*) och hallon (*Rubus idaeus*) på bördiga marker.²³⁷

Den nya och ibland frodiga markvegetationen konkurrerar starkt med framförallt tallplantor, och kan bli ett problem. Genom att lämna en skärm kan vegetationsproblemet minskas genom att skärmträden konkurrerar med vegetationen. För höga boniteter (ståndortsindex) kan det behövas upp till 200 träd per hektar för att uppnå önskad effekt på gräsväxten (figur NF37).

²³¹ Ottosson-Löfvenius, M. 1993. *Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area*. SLU, inst. för skogsekologi. Doktorsavhandling.

²³² Lundmark, T. & Hällgren, J.-E. 1987. Effects of frost on shaded and exposed spruce and pine seedlings planted in the field. *Canadian Journal of Forest Research* 17: 1197–1201.

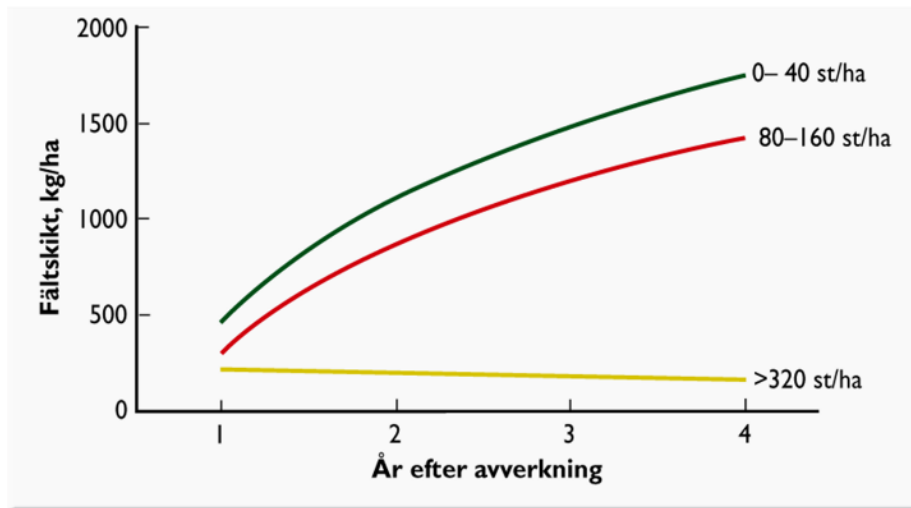
²³³ Örländer, G. 1993. Shading reduces both visible and invisible frost damage to Norway spruce seedlings in the field. *Forestry* 66: 27–36.

²³⁴ Kardell, L. & Eriksson, L. 1983. Skogsbär och skogsskötsel – Skogsskötselmetodernas inverkan på bärproduktionen. SLU, avd. för landskapsvård. *Rapport* 30.

²³⁵ Hannerz, M. & Hånell, B. 1993. Changes in the vascular plant vegetation after different cutting regimes on a productive peatland site in central Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 193–203.

²³⁶ Granström, A. 1982. Seed banks in five boreal stands originating between 1810 and 1963. *Canadian Journal of Botany* 60: 1815–1821.

²³⁷ Ingelög, T. 1974. Vegetationsförändringar efter förnyelseingrepp. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1: 91–103.



Figur NF37 Fältskiktets tillväxt av gräs, med mera, efter förnyringsavverkning till olika antal lämnade skärmträd. Småland, SI = T30.²³⁸

En studie²³⁹ av hur vegetationen förändras efter skärmhuggningar i mellersta Norrland visade följande:

- *Friska Dryopteris-ristyper* – tydliga förändringar i samtliga skärmar efter 3 år. Arter som hallon, stenbär, mjölkört, ekbräken och hultbräken ökade.
- *Friska ristyper* – hälften av skärmarna hade fått en förändrad vegetation efter 6 år. Bärriis, främst blåbär, och mossor såsom väggmossa och husmossa gick påtagligt tillbaka efter skärmhuggningen. Under täta skärmar ökade kruståtel, och i glesare skärmar ökade flera andra högvuxna gräs, såsom piprör och tuvtåtel. Vegetationen i en skärm med mer än 200 stammar per hektar på en frisk ristyp förändrades inte påtagligt jämfört med tillståndet före skärmhuggningen.
- *Torra ristyper* – samma effekter som på friska ristyper, men först efter 7 år.
- *Riktigt goda marker* – inte ens täta skärmar kunde hindra uppkomsten av en frodig markvegetation.

Bördiga torvmarker. En skärm på bördig torvmark bidrar till att gynna den gamla skogens vegetation, medan pionjärarter får ett större utrymme efter kalavverkning. Skärmen gynnar framför allt de arter som har höga krav på fuktighet och skugga, dvs arter som går starkt tillbaka på ett kalhygge.²⁴⁰

På nio försöksområden på bördiga torvmarker jämfördes hyggesvegetationens inverkan på planterade granplantor under skärm och på kalhygge.

²³⁸ von Sydow, F. & Örlander, G. 1994. The influence of shelterwood density on *Hylobius abietis* (L.) occurrence and feeding on planted conifers. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 367–375.

²³⁹ Hagner, S. 1962. Naturlig förnyring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut*, 52:4.

²⁴⁰ Hannerz, M. & Hånell, B. 1997. Effects on the flora in Norway spruce forests following clearcutting and shelterwood cutting. *Forest Ecology and Management* 90: 29–49.

Fem år efter förnygringsavverkningen var ca 25 % av plantorna på hygget starkt besvärade av vegetationen, jämfört med ca 10 % under skärmen.²⁴¹

Mykorrhiza

I Sverige finns det minst 250 olika svamparter som bildar mykorrhiza med tall, varav drygt 80 är rödlistade.^{242,243} Få, kanske 25, av de 250 mykorrhizasvamparna är vanligt förekommande och svarar för merparten av mykorrhizamängden i svensk skogsmark medan det stora flertalet arter är mindre allmänna till ovanliga.

Mykorrhizasvampar är helt beroende av sin symbios med värdväxten, exempelvis tall och gran, och försvinner därför till större delen när ett skogsbestånd avverkas. Svamparna lever dock kvar på rötterna hos kvarlämnade träd. I det uppväxande beståndets trädrötter etableras mykorrhizasvampar antingen med sporer från omgivande bestånd, kvarlämnade träd eller genom mykorrhiza som följer med de planterade plantorna från plantskolan.^{244,245} DNA-baserade markundersökningar möjliggör analyser av förekomst och frekvens av vanliga marksvampar. Däremot är mindre vanliga arter, det vill säga de allra flesta, alldeles för ovanliga för att kunna studeras på detta sätt.

En studie, baserad på DNA-identifiering av svampmycel i mark, av upp till 60-åriga tallbestånd i Norrbotten, Jämtland och Dalarna visade att de 20 vanligaste mykorrhizasvamparna var ungefär lika vanligt förekommande i bestånden som förnygrats med plantering som i bestånden som uppkommit genom naturlig förnyring med fröträäd.²⁴⁶ Artantalet mykorrhizasvampar var lågt i de unga skogsbestånden, ökade med beståndens ålder, och när tallbestånden var 60 år, närmade de sig artantalet som fanns i de äldre skogsbestånden (100–200 år). Det var dock fortsatt signifikanta skillnader i svamparnas artsammansättning mellan de förnygrade 60-åriga bestånden och de äldre tallbestånden. Däremot var det ingen skillnad mellan mykorrhizasamhällets artsammansättning i de äldre bestånden och runt evighetsträd som lämnats kvar efter avverkning för 10–12 år sedan.

En DNA-baserad markstudie i en 200-årig tallskog i Norrbotten, med olika gallringsuttag (30–60 % av grundytan) och kalavverkning, visade att mykorrhizasamhällets sammansättning och struktur inte påverkades signifikant av gallringen, men att arter förlorades slumpvis.²⁴⁷ Slutsatsen blev att vanliga arter inte påverkades nämnvärt ens vid höga gallringsuttag, medan

²⁴¹ Hånell, B. 1992. Skogsförnyelse på högproduktiva torvmarker genom naturlig förnyring under högskärm. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapporter* 34.

²⁴² Artdatabanken. 2016. *Rödlistade arter i Sverige 2015*. Artdatabanken, SLU.

²⁴³ Artfakta: en digital databas över arters ekologi på Artdatabanken som nås via <http://artfakta.artdatabanken.se>.

²⁴⁴ Menkis, M., Burokiené, D., Stenlid, J. & Stenström, E. 2016. High-throughput sequencing shows high fungal diversity and community segregation in the rhizospheres of container-grown conifer seedlings. *Forests* 7(2), DOI: 10.3390/f7020044.

²⁴⁵ Varenus, K., Kårén, O., Lindahl, B. & Dahlberg, A. 2016. Long-term effects of tree harvesting on ectomycorrhizal fungal communities in boreal Scots pine forests. *Forest Ecology and Management* 380: 41–49.

²⁴⁶ Varenus, K., Lindahl, B. & Dahlberg, A. 2017. The importance of seed and retention trees for the composition of ectomycorrhizal fungal communities following forest harvesting in Scots pine forests. *Journal of Applied Ecology*. Manuskript.

²⁴⁷ Sterkenburg, E., Clemmensen, K.E., Lindahl, B.D. & Dahlberg, A. 2017. The significance of retention trees for ectomycorrhizal fungi in managed Scots pine forests. Manuskript.

sannolikheten för att mindre vanliga till ovanliga arter försvann ökade med ökat gallringsuttag.

En studie av mykorrhizasvampar i Siljansfors försökspark i Dalarna visade att 19 av de 20 vanligaste arterna förekom i samma frekvens i både skärmföryngrade och planterade medelålders tallbestånd.²⁴⁸ Endast en art var signifikant vanligare i de skärmföryngrade bestånden efter 50 år. Däremot var mykorrhizasamhällenas sammansättning och frekvensen för sju av de 20 vanligaste arterna signifikant skilda mellan de gamla tallbestånden (157–174 år) och de 50-åriga föryngrade bestånden.²⁴⁹ Det var dock ingen signifikant skillnad i totalt antal arter mykorrhizasvampar mellan de föryngrade och de gamla skogsbestånden. Artantal och mängd mykorrhiza tycks påverkas mer av skogens ålder än av vald föryngringsmetod (naturlig förnyring eller plantering). Genom att lämna evighetsträd överlever mykorrhizasvamparna under den känsliga fasen efter slutavverkning.

Snytbagge

Snytbaggeskador på planterade tall- och granplantor blir väsentligt mindre under skärm än på en kalyta.

I en serie experiment i södra Sverige med obehandlade *planterade granplantor* var dödligheten, orsakad av snytbagge, under skärmar (100–150 stammar per hektar) ca 30 % lägre än dödligheten hos motsvarande plantor på kalhygge. När jämförelsen gjordes mellan plantor i markberedda fläckar var dödligheten ca 50 % lägre under skärm.²⁵⁰

I ett skärmförsök ("Asa-skärmen") studerades snytbaggeskador på *planterade tall- och granplantor*. För omskolade barrotsplantor (1,5/1,5, stamdiameter 6 mm), som planterats ett år efter skärmens etablering, var dödligheten efter tre år mindre än 10 % under skärmställningar som innehöll 80 stammar per hektar eller mer. För glesare skärmar och kalmark var dödligheten 22–60 %. Det fanns inga signifikanta skillnader mellan gran- och tallplantor.²⁵¹

Varför blir snytbaggeskadorna mindre under skärm än på kalhygge?

Det har forskats mycket om orsakerna till att snytbaggeskadorna blir mindre under skärm än på en kalyta. Några säkra bevis finns dock ännu inte (2017).

²⁴⁸ Varenus, K., Kårén, O., Lindahl, B. & Dahlberg, A. 2016. Long-term effects of tree harvesting on ectomycorrhizal fungal communities in boreal Scots pine forests. *Forest Ecology and Management* 380: 41–49.

²⁴⁹ Varenus, K., Kårén, O., Lindahl, B. & Dahlberg, A. 2016. Long-term effects of tree harvesting on ectomycorrhizal fungal communities in boreal Scots pine forests. *Forest Ecology and Management* 380: 41–49.

²⁵⁰ Petersson, M. & Örländer, G. 2003. Effectiveness of combinations of shelterwood, scarification, and feeding barriers to reduce pine weevil damage. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 64–73.

²⁵¹ von Sydow, F. & Örländer, G. 1994. The influence of shelterwood density on *Hylobius abietis* (L.) occurrence and feeding on planted conifers. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 367–375.

Antalet snytbaggas är ungefär lika i skärmställningar som på kalytor.²⁵² Mikroklimatet tycks heller inte ha någon avgörande betydelse, eftersom varken globalstrålning (ljus) eller temperatur vid en studie hade något samband med skadefrekvensen orsakad av snytbagge.²⁵³

En hypotes har varit att skadorna minskar på grund av att skärmar erbjuder mer alternativ föda för snytbaggen än vad kalytor gör. Snytbaggen gnager till exempel på klena grenar i skärmträdens kronor när de anländer till en nyss etablerad skärmställning. Uppskattningar av mängden gnagd bark har dock inte kunnat visa att detta har någon avgörande betydelse som alternativ föda till plantornas stambark. Dessutom förekommer barkgnag i kronorna nästan enbart första våren efter avverkningen när skärmen etableras.²⁵⁴ En annan födoresurs för snytbaggen utgörs av skärmträdets rötter och av en större mängd av till exempel blåbärsris än på ett hygge. Experiment har visat att detta har betydelse, men det behövs fler studier innan säkra slutsatser dras.²⁵⁵

Andra skadegörare

Däggdjur. Skärmar tycks inte ha någon avgörande betydelse för *viltbetning* på granplantor.^{256,257} För tallplantor saknas forskningsresultat i detta avseende.

Angreppen av *gnagare* är mindre i naturliga förnyringar än i planteringar.²⁵⁸

Svampar. I Danmark är angrepp av *honungsskivling* på plantor något mindre under skärm än på kalyta.²⁵⁹

Ett problem som noterats vid förnyring under skärm är att risken för skador av *Gremmeniella*-svampen kan öka. Detsamma gäller troligen också för *tallskytte*. Båda dessa svampar angriper tallplantor och kan speciellt vid upprepade angrepp skada förnyringar svårt. *Gremmeniella* angriper också granplantor, men skadorna brukar bli mindre allvarliga än hos tall. Forskning om detta saknas dock.

²⁵² Nordlander, G., Bylund, H., Örlander, G. & Wallertz, K. 2003. Pine weevil population density and damage to coniferous seedlings in regeneration areas with and without shelterwood. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 438–448.

²⁵³ Nordlander, G., Örlander, G. & Langvall, O. 2003. Feeding by the pine weevil *Hylobius abietis* in relation to sun exposure and distance to forest edge. *Agricultural and forest entomology* 5: 191–198.

²⁵⁴ Örlander, G., Nordlander, G., Wallertz, K. & Nordhem, H. 2000. Feeding in the crowns of Scots pine trees by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 194–201.

²⁵⁵ Örlander, G., Nordlander, G. & Wallertz, K. 2001. Extra food supply decreases damage by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 450–454.

²⁵⁶ Bergquist, J., Kullberg, Y. & Örlander, G. 2001. Effects of shelterwood and soil scarification on deer browsing on planted Norway spruce *Picea abies* L. (Karst.) seedlings. *Forestry* 74: 359–367.

²⁵⁷ Hånell, B. 1992. Skogsförnyelse på högproduktiva torvmarker genom naturlig förnyring under högskärm. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapporter* 34.

²⁵⁸ Larsson, T. 1973. Smågnagarskadorna på skogskulturer i Sverige 1900–1970. Skogshögskolan, inst. för skogszoologi. *Rapporter och uppsatser* 14.

²⁵⁹ Braathe, P. 1956. Skermstilling og dens betydning for fornyngelsen. *Tidskrift for Skogbruk* 64: 21–31.

Landskapsbilden

Det rent estetiska värdet kan vara ett bidragande skäl till att använda skärmställning. En fröträdsställning eller skärmställning ger känslan av att skogen fortfarande finns kvar, även om skogsvårdslagen betraktar beståndet som ett hygge. När fröträden och skärmträden slutligen avverkas är redan ett plantbestånd etablerat. Därigenom undviks den utpräglade kalhyggesfasen.

En finsk studie visade att landskapsbilden uppfattades mer positiv om friska, vuxna träd lämnades som skärmträd på en föryngringsyta. Om träden däremot hade låg vitalitet var det ingen skillnad i uppfattning mot en kal-yta.²⁶⁰

²⁶⁰ Tönnes, S., Karjalainen, E., Löfström, I. & Neuovone, M. 2004. Scenic impacts of retention trees in clear-cutting areas. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19: 348–357.

Fröträdens/skärmträdens reaktion vid friställning

De friställda frö- eller skärmträden reagerar på den plötsligt minskade konkurrensen genom att öka sin diameter-, rot- och krontillväxt. Fröproduktionen ökar kraftigt i både antal och vikt per frö.

Ett träd som friställs får ett ökat utbud av ljus, vatten och näring. Detta innebär en stimulans för fröträden som i alla fall för tall resulterar i dels ökad blomning och fler frön, dels ökad tillväxt för barr, stam och rötter (figur NF38).



Figur NF38 Olika friställningseffekter på fröträd av tall.^{261,262} Teckning Jerry Boberg.

Tillgången på ljus och vatten ökar när konkurrenterna försvinner och det ökade näringsutbudet kommer från följande källor:²⁶³

- Konkurrensen från avvergade träd upphör.
- Rötter, kvistar, barr och toppar från avvergade träd förmultnar (mineraliseras) och den näring som funnits lagrad i dem frigörs.
- Ökad nedbrytning (mineralisering) av humus.

²⁶¹ Karlsson, C. 2006. Fertilization and release cutting increase seed production and stem diameter growth in Scots pine (*Pinus sylvestris*) seed trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 317–326.

²⁶² Figuren hämtad med tillstånd ur Lundmark, J.-E. 1988. *Skogsmarkens ekologi, del 2 – Tillämpning*. Skogsstyrelsen.

²⁶³ Lundmark, J.-E. 1988. *Skogsmarkens ekologi, del 2 – Tillämpning*. Skogsstyrelsen.

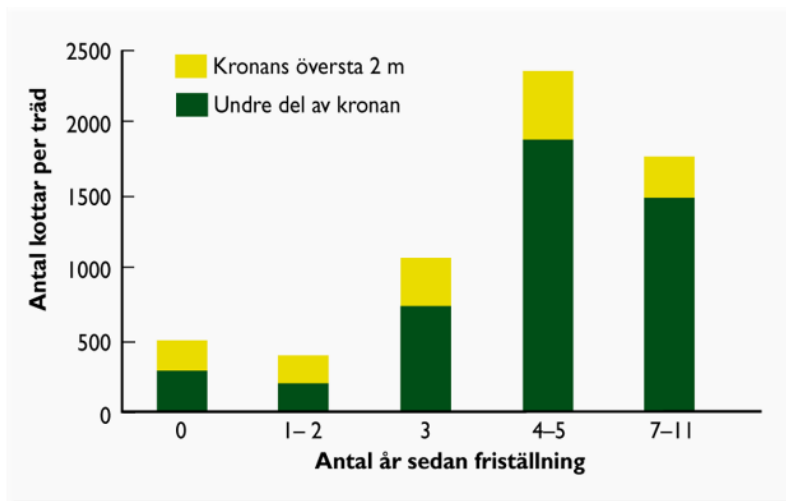
- Ökad kemisk vittring i mineraljorden, främst på våren och försommaren, på grund av ökad marktemperatur, markvattenhalt och en aktiverad mikroorganismflora. Dessa effekter är större ju tätare beståndet var tidigare. Om de avverkade träden var granar, är effekten större än om det var tallar som avverkades.

Den ökade tillgängligheten av näring kulminerar oftast under den andra och tredje vegetationsperioden efter avverkningen.²⁶⁴ För stamtillväxten är det framför allt den ökade kvävemängden som har betydelse. Om det finns 100–150 träd per hektar jämnt fördelade i beståndet, kommer dessa träd att nyttja en stor del av den ökade kvävemängden för sin stamtillväxt. På en kal yta utan träd blir resultatet istället ofta en kraftigt ökad tillväxt av fältskiktet, ofta i form av gräsväxt.

Barr-, skott-, kott- och fröproduktion

Tall. Barrrens vikt och näringsinnehåll (kväve, fosfor och kalium) ökar redan efter ett års friställning och kulminerar efter 2–3 år.

3–5 år efter friställning ökar frötallarnas kott- och fröproduktion kraftigt (figur NF39). Det är sannolikt att den ökade kvävetillgången bidrar till den ökade kottproduktionen. Förutom kväve har troligen fosfor och kalium betydelse för fröproduktionen. Även fröets vikt ökar som en följd av ökad näringstillgång för trädet.²⁶⁵



Figur NF39 Antalet kottar per fröträd, för tallar som varit friställda 0–11 år.²⁶⁶ Bilden visar att kottantalet ökade både i kronans övre och undre del efter friställning. Ökningen i den undre delen var dock mycket större. Med 0 års friställning avses fröträdkandidater i slutna skog.

²⁶⁴ Akselsson, C., Westling, O. & Örlander, G. 2007. Skogsskötsel och vattenkvalitet. En sammanställning av resultat från skärm- och bärdörsök inom SUFOR. *IVL Rapport B1752*.

²⁶⁵ Karlsson, C. & Örlander, G. 2002. Mineral nutrients in needles of *Pinus sylvestris* seed trees after release cutting and their correlations with cone production and seed weight. *Forest Ecology and Management* 166: 183–191.

²⁶⁶ Karlsson, C. 2000. Seed production of *Pinus sylvestris* after release cutting. *Canadian Journal of Forest Research* 30: 982–989.

I tallkronans övre del är det framför allt trädets ökade näringstillgång som ger upphov till fler kottar, medan tallkronans nedre del även stimuleras av ökad ljusinstrålning. Efter friställning ökar antalet kottar mer i kronornas lägre delar än i de övre delarna.

De två första åren efter fröträdens friställning kan fröproduktionen tillfälligt bli lägre än före friställningen. Denna minskning orsakas bland annat av skador av *större* och *mindre mörghorre*, vilka ökar i mängd efter avverkning av tall. Båda arterna utför sitt näringsgnag genom att borra sig in i ett- och tvååriga tallskott under sommaren (figur NF46). När de har ätit ur mörghorren dör skotten och ramlar ned under hösten, och på en del av dessa skott finns 1-årskottar och 2-årskottar.²⁶⁷

En annan orsak till minskat kottantal de två första åren efter friställning är *mekaniska skador* vid avverkningen. Det är även troligt att en del kottar faller ned på grund av ökad vind, som blir följd av friställningen.

Gran. Gran stimuleras inte på samma sätt som tall till ökad fröproduktion efter friställning.²⁶⁸ Gran har dock inte undersökts lika detaljerat i detta avseende som tall.

Stammens volymtillväxt

Skärmhuggning är – liksom förberedande avverkning och utglesning av en skärm – egentligen en form av gallring. Efter en gallring minskar volymtillväxten i beståndet under en period – ju större gallringsuttag, desto lägre tillväxt. Däremot ökar som regel tillväxten för de enskilda kvarvarande träden, så kallad gallringsreaktion.^{269,270} Så länge avverkningsuttaget hålls på en rimlig nivå och skärmträden inte är extremt gamla kan man förvänta sig en tillväxtökning redan efter något eller några år på bördiga ståndorter. På sämre ståndorter kan effekten dröja ytterligare några år.

Tillväxtökningen efter friställning är beroende av markens bördighet. Efter drygt fem års friställning i fröträdsställningar är det vanligt att volymtillväxten hos fröträden fördubblats jämfört med hur fröträden i genomsnitt växte före friställning (figur NF40). För tall är denna extra tillväxt särskilt värdefull, eftersom tall av god kvalitet ökar i pris per m³ upp till ca 40 cm i brösthöjd. Speciellt värdefull är tillväxtökningen om den medför att en stor andel av träden passerar minimigränsen för mer värdefulla sortiment.^{271,272}

²⁶⁷ Sylvén, H. 1916. Något om våra mörghorrens skadegörelse och utvecklingsmöjligheter. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 14: 667–695.

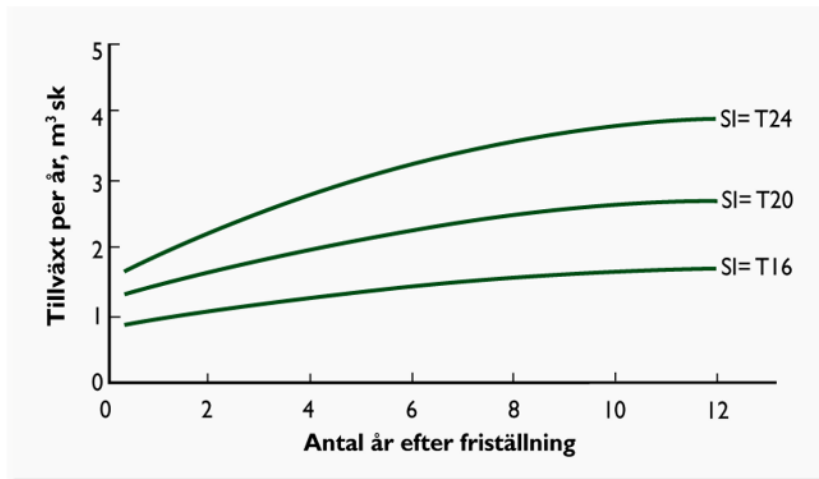
²⁶⁸ Heikinheimo, O. 1937. Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 24:4.

²⁶⁹ Jonsson, B. 1995. Thinning response functions for single trees of *Pinus sylvestris* (L.) and *Picea abies* (L.) Karst. *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 353–369.

²⁷⁰ Näslund, M. 1942. Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 33.

²⁷¹ Andersson, O. & Fries, J. 1979. Ett exempel på tillväxten hos fröträd av tall. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2: 112–122.

²⁷² Niemistö, P., Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993. Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protracted regeneration period. *Folia Forestalia* 826.



Figur NF40 Tillväxt för 100 fröträd per hektar och år efter friställning vid olika ståndortsindex. Undersökningen gjordes i södra Norrland.²⁷³

Stamformsförändringar

Den mekaniska belastning som vinden utsätter träden för efter friställning ger större diametertillväxt och minskad höjdtillväxt. Träden blir därmed mer koniska, dvs de får sämre stamform, men den tillväxt som fördelas till rotstocken på grova fröträd/skärmtred blir värdefull. Stamformens utveckling går, liksom rötternas, i riktning mot att stabilisera träden.²⁷⁴

Rottillväxt

Den årliga tillväxten av tallens finrötter är mycket stor,²⁷⁵ även om hastigheten på rotomsättningen har ifrågasatts på senare tid.²⁷⁶ Det är troligt att rötterna snabbt anpassar sig efter friställning för att motverka effekterna av en ökad vindpåkänning för trädet. Det finns för närvarande inga studier som visar på riktigheten i ett sådant antagande, men erfarenheten visar att den största vindfällningen av fröträd sker de första 5 åren efter friställning.²⁷⁷

²⁷³ Hagner, S. 1962. Naturlig förnygring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4.

²⁷⁴ Lundqvist, L. & Valinger, E. 1995. Vind och snöskador – Slump och biomekanik. *Skog & Forskning* 3: 34–39.

²⁷⁵ Persson, H. 1980. Death and replacement of fine roots in a mature Scots pine stand. *Ecological Bullentins* 32: 251–260.

²⁷⁶ Majdi, H., Nylund, J.-E. & Ågren, G.I. 2007. Root respiration data and minirhizotron observations conflict with root turnover estimates from sequential soil coring. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 299–303.

²⁷⁷ Örlander, G. 1995. Stormskador i sydsvenska tallskärmar. *Skog & Forskning* 3: 52–56.

Plantors reaktion vid friställning

När en fröträdsställning eller en skärm avvecklas kan plantorna skadas under avverkningsarbetet. Dessutom uppstår skador orsakade av frost och snytbagge. Efter avvecklingen tar det ett par år innan plantorna reagerar med ökad tillväxt.

Beståndsförnygrade plantor friställs i en första omgång vid förnygringsavverkningen, och sedan i en andra omgång vid avverkning av skärmträd/fröträäd. *Nyförynygrade plantor* har etablerats efter förnygringsavverkningen och friställs följaktligen enbart när skärmträden/fröträden avverkas. Naturlig förnyring av tall bygger oftast på nyförnygrade plantor.

Vid naturlig förnyring av gran under högskärm är en redan etablerad, utvecklingsbar beståndsförnyring ofta en förutsättning för att lyckas. Växtliga beståndsförnygrade plantor som överlever en friställning kommer att stå för en stor del av produktionen i plantskogen jämfört med plantor som såtts in efter skärmhuggningen. Detta beror på att beståndsförnyringen har ett etablerat rotsystem och ett försprång i höjd.

Graden av friställning påverkar plantornas överlevnad och tillväxt,^{278,279} liksom i vissa fall även trädslagsammansättningen i förnyringen. På vissa marktyper kan till exempel starka gallringar gynna uppslag av löv, medan försiktigare uttag gynnar granplantor.²⁸⁰

Direkta avverkningskador

Gran

Vid avverkning med skördare kan den totala plantavgången (döda och ej utvecklingsbara) vara 30–50 % enligt fältstudier i granskärmar. Omfattningen beror bland annat på virkesuttagets storlek. En tumregel är att det går bra att avveckla en skärm vid ett och samma avverkningstillfälle om den innehåller mindre än ca 200 m³sk per hektar. Men det förutsätter att man är försiktig vid avverkningen och att förnyringen är relativt tät, vilket innebär mer än ca 6 000 plantor per hektar av tillräcklig höjd (> 50 cm). Om virkesvolymen i skärmen är större eller plantantalet mindre än ovan angivna värden, kan skadorna bli orimligt stora. Då krävs extra stor försiktighet eller en uppdelning av avvecklingen i två omgångar.^{281,282,283}

²⁷⁸ Örlander, G. & Karlsson, C. 2000. Influence of shelterwood density on survival and height increment of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 20–29.

²⁷⁹ Glöde, D. 2002. Survival and growth of *Picea abies* regeneration after shelterwood removal with single and double grip harvester. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 417–426.

²⁸⁰ Sikström, U. & Pettersson, F. 2005. Förnyring av gran under högskärm. Skogforsk. *Arbetsrapport* 589.

²⁸¹ Sikström, U. & Glöde, D. 2000. Damage to *Picea abies* regeneration after final cutting of shelterwood with single- and double-grip harvester systems. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 274–283.

²⁸² Glöde, D. & Sikström, U. 2001. Two felling methods in final cutting of shelterwood, Single-grip harvester productivity and damage to the regeneration. *Silva Fennica* 35: 71–83.

²⁸³ Sikström, U. & Glöde, D. 1996. Studie av en- och tvågreppsskördare i skärmhuggning. Skogforsk. *Arbetsrapport* 316.

Många granplantor som inte skadas allvarligt vid förnygringsavverkning eller skärmavveckling har goda chanser att inte bara överleva utan också att växa förhållandevis bra.^{284,285}

Om man avverkar när plantorna är snötäckta bör man välja en tidpunkt med hård skare eller packad snö. Enbart ett djupt snötäcke är ingen garanti för att plantorna är skyddade. Det är olämpligt att avveckla en skärm vid sträng kyla när plantorna är mycket sköra.²⁸⁶

Tall

När fröträd av tall avverkas är volymen oftast mindre än 100 m³sk per hektar, och det totala plantantalet för en lyckad förnygring är i storleksordningen 10 000–100 000 plantor per hektar.

Skador orsakas vid fällning, upparbetning och terrängtransport. Studier visar att 5–30 % av plantorna dör eller skadas allvarligt vid avverkningen.^{287,288,289} Det är framför allt terrängtransporten som orsakar allvarliga skador. En tät förnygring tål dock att en stor andel av plantorna skadas vid avverkningen. Om körstråken läggs i de tätare delarna av plantbeståndet istället för i de glesare, kan andelen nollytor minskas.²⁹⁰

Avverkningskadorna ökar med ökande planthöjd och vid avverkning i sträng kyla. Skadorna kan minskas genom att avverka fröträden när plantorna skyddas av ett snötäcke.

Indirekta avverkningskadorna

Överlevnad och skador hos plantor beror på deras höjd och hur tät skärm som lämnas vid skärmhuggning. Plantor högre än 50 cm har goda möjligheter att överleva, även om de vid förnygringsavverkningen ser oväxtliga ut. Plantor lägre än 20 cm dör däremot ofta efter friställning (figur NF41). De vanligaste orsakerna till denna dödlighet är torka och snytbaggeangrepp.

Andra vanliga skador, men sällan dödande, är frost²⁹¹ och fysiologisk stress ("ljuschock") i barren. Plantor som växer beskuggade får barr som är anpassade för skugga. De plantor som överlever friställningen får redan nästa sommar kraftigare barr som är anpassade till starkt solljus.

²⁸⁴ Glöde, D. 2002. Survival and growth of *Picea abies* regeneration after shelterwood removal with single and double grip harvester. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 417–426.

²⁸⁵ Sikström, U. & Pettersson, F. 2005. Förnygring av gran under högskärm. *Skogforsk. Arbetsrapport* 589.

²⁸⁶ Eliasson, L., Lageson, H. & Valinger, E. 2003. Influence of sapling height and temperature on damage to advance regeneration. *Forest Ecology and Management* 175: 217–222.

²⁸⁷ Andersson, O. & Fries, J. 1979. Orienterande försök rörande plantskador vid fröträdsavverkning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2: 123–129.

²⁸⁸ Karlsson, C. 2002. Skador och höjdtillväxt på tallplantor efter avverkning av fröträd. SLU, Siljansfors försökspark. *Arbetsrapport* 1.

²⁸⁹ Westerberg, D. & Berg, S. 1994. Avverkning av överståndare. *Skogforsk. Redogörelse* 10–1994.

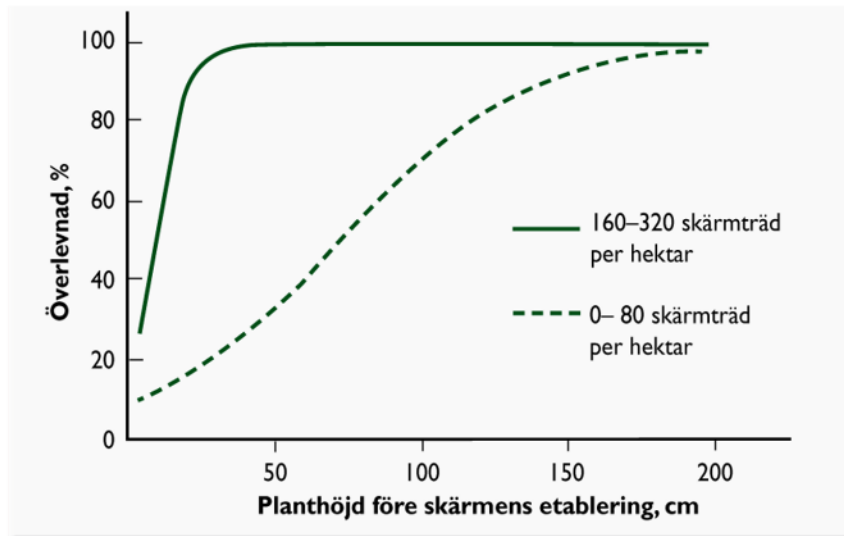
²⁹⁰ Andersson, O. & Fries, J. 1979. Orienterande försök rörande plantskador vid fröträdsavverkning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2: 123–129.

²⁹¹ Se även s. 64.

Ofta samverkar de beskrivna skadefaktorerna, vilket många gånger gör det svårt att ange en entydig dödsorsak.^{292,293}

Torkskador

Det är vanligt att plantor får torkskador efter friställning. Efter avverkning ökar ljusinstrålning och vindhastighet, vilket bidrar till ytlig uttorkning av marken. Dessutom ökar plantornas vattenbehov när de blir utsatta för mer ljus, värme och vind. Det medför att beståndsförnygrade plantor vissnar, främst små plantor som har merparten av rötterna i humuslagret (figur NF36).



Figur NF41 Sannolikheten för beståndsförnygrade granplantors överlevnad beroende på planthöjden och antalet skäréträd efter förnygringsavverkning.²⁹⁴

Skador av snytbagge och tallvivel

Snytbaggeskador beskrivs även i kapitlet om skärmeffekter och skador.²⁹⁵ Här nedan beskrivs studier som gjorts i samband med förnygringsavverkning och skärmavveckling (fröträdsavverkning).

I den så kallade Asa-skärmen i Småland konstaterades högst andel snytbaggeskadade beståndsförnygrade granplantor (40–80 % efter fyra år) i de glesa delarna av skärmen (10–80 stammar per hektar). Studien visade att ju glesare skärm (större andel avverkade träd) och ju mindre planta desto mer skador av snytbagge.²⁹⁶

I en studie på nio lokaler i Norrbotten dödade snytbagge och tallvivel (*Pissodes sp*) 10–20 % av de beståndsförnygrade tallplantorna (höjd < 50

²⁹² Robertsdotter-Gnojek, A. 1992. *Physiological response of suppressed Norway spruce to release from overstorey birch*. SLU, inst. för skogsproduktion. Licentiatavhandling.

²⁹³ Örlander, G. & Karlsson, C. 2000. Influence of shelterwood density on survival and height increment of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 20–29.

²⁹⁴ Örlander, G. & Karlsson, C. 2000. Influence of shelterwood density on survival and height increment of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 20–29.

²⁹⁵ Se s. 72–73.

²⁹⁶ Örlander, G. & Karlsson, C. 2000. Influence of shelterwood density on survival and height increment of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 20–29.

cm), under de första två åren efter skärmarnas etablering. Dödligheten ökade med ökande grad av friställning i skärmar.²⁹⁷

I en studie på sex olika lokaler i Småland dödade snytbagge 63 % av tallplantorna och 56 % av granplantorna under de två första åren efter skärmavveckling.²⁹⁸ Nästan alla plantor som hade en stamdiameter över 10 mm överlevde snytbaggeangreppen, medan mindre plantor till stor del dog. Såväl planterade som naturligt förnygrade plantor ingick i studien, men de särskildes inte vid inventeringen.

Resultat från fyra studier i Dalarna och en studie i Småland visade att 5–20 % av plantorna dog på grund av snytbaggeskador under de närmaste fyra åren efter avverkning av frötallar. De största skadorna registrerades i Småland. Andelen skadade plantor var ofta mer än 50 %, men lättare skador av snytbagge medför inga stora problem för plantorna.^{299,300}

Plantornas tillväxt efter friställning

Efter friställning tar det vanligtvis 2–4 år innan tillväxten ökar markant hos tidigare överskärmade granplantor.^{301,302} Undantag är mycket gamla plantor som behöver längre tid för att anpassa sig.³⁰³ Därefter kan överskärmade plantor få en liknande tillväxt som plantor med samma höjd, vilka vuxit upp utan överskärmning.³⁰⁴ (figur NF42).

²⁹⁷ Sundkvist, H. 1994. Mortality of *Pinus sylvestris* advance growth in northern Sweden following overstorey removal. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 158–164.

²⁹⁸ Wallertz, K., Örlander, G. & Luoranen, J. 2005. Damage by pine weevil *Hylobius abietis* to conifer seedlings after shelterwood removal. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 412–420.

²⁹⁹ Karlsson, C. 2002. Skador och höjdtillväxt på tallplantor efter avverkning av fröträd. SLU, Siljansfors försökspark. *Arbetsrapport* 1.

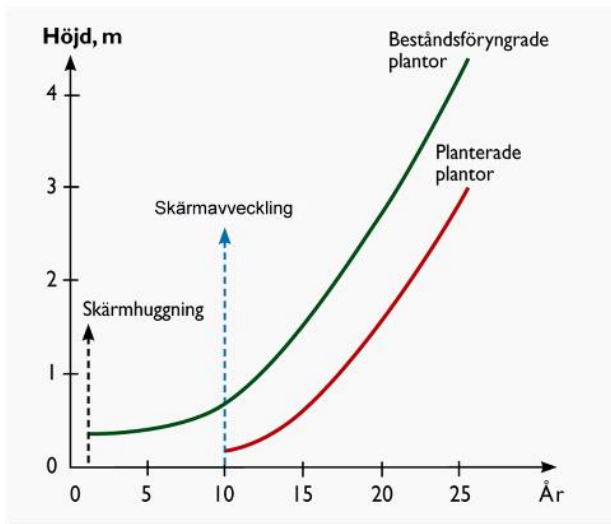
³⁰⁰ Lekander, B. 1966. *Snytbaggeangrepp på en yta med självförnygrad tall i Vimmerbytrakten*. Skogshögskolan, Stencil.

³⁰¹ Koistinen, E. & Valkonen, S. 1993. Models for height development of Norway spruce and Scots pine advance growth after release in southern Finland. *Silva Fennica* 27(3): 179–194.

³⁰² Skoklefald, S. 1967. Friställning av naturlig gjenvekst av gran. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 23: 381–409.

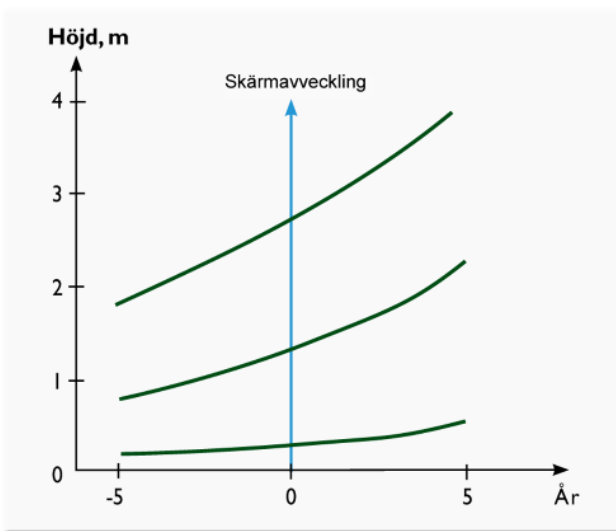
³⁰³ Andersson, O. 1988. Granmarbuskar som inslag vid beståndsanläggning. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* 24.

³⁰⁴ Skoklefald, S. 1989. Planting og naturlig foryngelse av gran under skjerm og på snauflete. Norsk institutt for skogforskning. *Rapport* 6.



Figur NF42 Exempel på höjdtutveckling för dels beståndsförnygrade granplantor som stått under en högskärm, dels planterade granplantor på kalhygge.^{305,306} Planteringstidpunkten för de planterade plantorna är satt till år 10 för att kunna jämföras med de beståndsförnygrade plantorna.

Höjdtillväxten efter friställning blir större ju högre plantorna är och ju bättre de växte före friställningen³⁰⁷ (figur NF43).



Figur NF43 Exempel på att granplantors höjdtillväxt efter friställning blir större ju högre plantorna var före friställning.^{308,309}

³⁰⁵ Bergan, J. 1971. Skjermforyngelse av gran sammenlignet med planting i Grane i Nordland. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 28: 191–211.

³⁰⁶ Figuren tidigare publicerad i: Glöde, D. & Sikström, U. 2001. Förnyring av gran under högskärm. *Handledning från Skogforsk*.

³⁰⁷ Örlander, G. & Karlsson, C. 2000. Influence of shelterwood density on survival and height increment of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 20–29.

³⁰⁸ Skoklefald, S. 1967. Fristilling av naturlig gjenvækst av gran. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 23: 381–409.

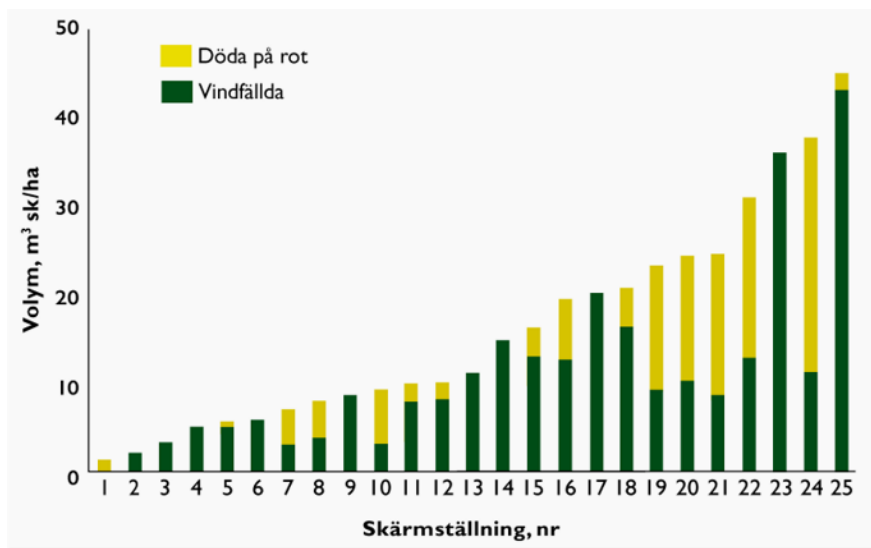
³⁰⁹ Figuren tidigare publicerad i: Glöde, D. & Sikström, U. 2001. Förnyring av gran under högskärm. *Handledning från Skogforsk*.

Skador på träd, frön och plantor

Den mest uppenbara risken vid naturlig förnyring är vindfällning pga den plötsliga exponeringen för vindar. Därför bör blivande frö- eller skärmträd ”härdas” genom gradvis frihuggning redan i gallringarna. Detta minskar också risken för snöbrott. Granbarkborrar kan angripa torkstressade granar. Fallsjuka, knäckesjuka och frost kan orsaka omfattande skador på groddplantor och små plantor.

Skador och avgångar på skärmträd

Vid alla avverkningsingrepp ökar risken för avgångar under en period. Vid förnyring med fröträd eller skärmträd får den risken vägas mot avgångar vid exempelvis hyggeskanter efter kalavverkning. I en högskärm får man räkna med att träd blåser omkull, men omfattningen varierar. Det är även vanligt att granar dör stående på rot efter kraftig friställning (figur NF44).



Figur NF44 Avgångar under fem år efter skärmhuggning (gallringskvot $\leq 1,0$) i 25 grandominerade skärmar på fastmark i Mellansverige.³¹⁰

Vindfällning

Vinden är den mest svårbemästrade och oberäknliga faktorn vid naturlig förnyring med fröträd och skärmträd. Samtidigt är det den faktor som betyder mest för det ekonomiska utfallet av förnyringsarbetet: risken för vindfällning är betydande för nyligen friställda träd. Även om man inte kan beräkna risken för vindfällning är det fullt möjligt att gardera sig mot en sådan. Det är framför allt följande faktorer som man kan ta hänsyn till, eller påverka:

- *Skogsbeståndets geografiska belägenhet.* I Sveriges inland, från norra Värmland till mellersta Lappland, är vindstyrkorna i genomsnitt lägre än i kustnära områden (figur NF45).

³¹⁰ Sikström, U., Pettersson, F. & Jacobsson, S. 2005. Naturlig förnyring av gran under högskärm. Skogforsk. Resultat 19–2005.

- *Exposition.* Skogsbestånd i sluttningar mot dominerande vindriktningar (figur NF45) är speciellt utsatta. Exempelvis drabbades Siljansfors försökspark i december 1988 av en hård storm som skapade sju kalytor, samtliga i exponerade lägen.³¹¹
- *Skyddande zon av orörd skog.* Karaktären på de omgivande bestånden runt en skärm påverkar frekvensen av vindfällningar. Vindfällningsrisken minskar med ökad höjd hos det intilliggande beståndet i den dominerande vindriktningen.³¹² De största vindskadorna i Sverige under de senaste hundra åren har orsakats av västliga och nordliga vindar. Genom att lämna skydds-zoner av vindfasta träd mot framför allt norr och väster kan man till viss del skydda fröträden mot vindfällning. En skydds-zon bör vara minst 10 meter bred.
- *Markens fuktighet.* Träd som står på flack och fuktig mark har oftast ett ytligare rotsystem än träd på väl-dränerad mark. Fuktig mark återfinns i regel i svackor och plan terräng, där fin-korniga jordarter och torv ytterligare kan försämra trädens stabilitet. En studie pekar på att vindskador i granskärmar blir särskilt svåra på plana, finjordsrika och därigenom ytfuktiga marker, där trädens rotsystem är grunt.³¹³ Enligt den studien skulle dessa markförhållanden kräva täta skärmar. Ser man enbart till risken för vindfällning bör man inte lämna fröträd/skärmträd i fuktiga eller blöta svackor. Tar man hänsyn till att sådana ståndorter behöver en skärm som skydd mot frost, att fuktiga marker är relativt lätt att självföryngra samt att de ofta ligger vindskyddade i terrängen, kanske man kommer till ett annat beslut. Om man har möjlighet att välja mellan olika närbelägna träd vid föryngringsavverkning bör man generellt sett välja träd på torr eller frisk mark framför träd på fuktig eller blöt mark.
- *Trädslag.* I två studier av i huvudsak granskärmar på fastmark var gran klart överrepresenterad bland de vindfällda träden. Det motsatta gällde för tall, och för lövträden var förhållandet någonstans mittemellan.^{314,315} Detta talar för att gynna tall i slutet av omloppstiden och vid föryngringsavverkning för att begränsa avgångarna. I en studie av skärmställningar i Småland var vindfällningen bland tallarna 18 %, medan motsvarande siffra för granarna var 35 %. Utifrån de resultaten, och studien i stycket ovan, skulle man kunna dra slutsatsen att

³¹¹ Karlsson, C. 1995. Stormfällningen i Siljansfors. *Skog & Forskning* 3: 52–56.

³¹² Lohmander, P. & Helles, F. 1987. Windthrow probability as a function of stand characteristics and shelter. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2: 227–238.

³¹³ Hagner, S. 1962. Naturlig föryngring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4.

³¹⁴ Sikström, U. 1997. Avgång i skärmen och plantetablering vid föryngring av gran under högskärm – en surveystudie, Skogforsk. *Arbetsrapport* 369.

³¹⁵ Sikström, U. & Pettersson, F. 2005. Föryngring av gran under högskärm. Skogforsk. *Arbetsrapport* 589.

vindfällningsrisken i granskärmar är 50–100 % högre än i tallskärmar.³¹⁶

- *Trädens höjd.* Vindfällningsrisken ökar med trädhöjden och därmed med beståndsåldern.^{317,318,319} Risken för vindfällning är låg upp till 12–14 meters höjd för att sedan öka.³²⁰ Vid högre höjd än 20–22 meter ökar risken starkt.³²¹ Eftersom trädhöjden ökar med boniteten, är bestånd på goda boniteter mer utsatta för vindfällningar än bestånd på låga boniteter.
- *Trädens diameter.* Grövre träd löper mindre risk för vindfällning än klenare träd, förutsatt att trädhöjden är lika.
- *Förberedande avverkning.* Genom att gallra det blivande skärm- eller fröträdsbeståndet minst fem år innan skärmträden/fröträden friställs ökar vindhärdigheten. Mycket starka huggningsingrepp tidigt i beståndsåldern ökar förutsättningarna för ett vindstabil bestånd.^{322,323}
- *Avverkningens gallringsstyrka och skärmens täthet.* Stark utglesning av utgångsbeståndet när skärmställningen etableras ökar risken för vindskador. Skärmhuggningen kan betraktas som en gallring, och gallringsingrepp hårdare än 40 % brukar sällan rekommenderas. God vindhärdighet kan förväntas hos skärmställningar med 180 stammar per hektar eller mer.³²⁴

Vindfällningen sker oftast inom ca fem år efter en avverkning, men den kan också ske senare.³²⁵ I en studie inom Siljansfors försökspark registrerades alla vindfällningar under åren 1961–69. Vindskadorna var obetydliga i skärmar som stått orörda i 10 år eller mer.³²⁶

³¹⁶ Örlander, G. 1995. Stormskador i sydsvenska tallskärmar. *Skog & Forskning* 3: 52–56.

³¹⁷ Persson, P. 1975. Stormskador på skog. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och uppsatser* 36.

³¹⁸ Laiho, O. 1987. Susceptibility of forest stands to windthrow in southern Finland. *Folia Forestalia* 706. (På finska med engelsk sammanfattning.)

³¹⁹ Lohmander, P. & Helles, F. 1987. Windthrow probability as a function of stand characteristics and shelter. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2: 227–238.

³²⁰ Neckelmann, J. 1991. Erfaringer fra danske hugstforsøg. Forskningscentret for skov & landskab. *Kort meddelelse fra Forskningscenteret* 75.

³²¹ Persson, P. 1975. Stormskador på skog. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och uppsatser* 36.

³²² Neckelmann, J. 1991. Erfaringer fra danske hugstforsøg. Forskningscentret for skov & landskab. *Kort meddelelse fra Forskningscenteret* 75.

³²³ Helles, F. 1983. Stormskade på skov – En litteraturgenomgang. *Dansk Skovforenings Tidsskrift* 68: 247–278.

³²⁴ Hagner, S. 1962. Naturlig förnyring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4.

³²⁵ Örlander, G. 1995. Stormskador i sydsvenska tallskärmar. *Skog & Forskning* 3: 52–56.

³²⁶ Persson, P. 1975. Stormskador på skog. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och uppsatser* 36.



Figur NF45 Vindriktningar och vindhastigheter vid de högsta observerade vindhastigheterna 1949–1969. Cirkelbågar anger dominerande vindriktningar (varifrån vinden kommer) vid de högsta vindhastigheterna. De dominerande vindriktningarna i Sverige är väst-nordväst. Linjernas längd anger vindhastighet.^{327,328}

Fröträdsställningar av tall på fastmark. I en serie experiment med 22 skärmställningar av tall som sträckte sig från Skåne till Västerbotten registrerades vindfällda träd under 4–6 år. I södra och norra Sverige vindfälldes 9 % av stammarna och i Mellansverige 18 %.³²⁹ Skärmarna hade i genomsnitt 133 stammar per hektar efter skärmhuggningen och bestod till 92 % av tall och 8 % gran. Vid skärmhuggningen avverkades i medeltal 55 % av volymen.

³²⁷ Taesler, R. 1972. *Klimatdata för Sverige*. Byggnadsforskningen.

³²⁸ Källa: Lundmark, J.-E. 1988. *Skogsmarkens ekologi, del 2*. Skogsstyrelsen.

³²⁹ Nilsson, U., Örlander, G. & Karlsson, M. 2006. Establishing mixed forests in Sweden by combining planting and natural regeneration – Effects of shelterwoods and scarification. *Forest Ecology and Management* 237: 310–311.

Skärmställningar av gran på fastmark. I 52 skärmställningar på fastmark i södra och mellersta Sverige vindfälldes 15 % av skärmträden under studieperioden som i genomsnitt var 4,5 år. I medeltal hade skärmarna 190 stammar per hektar efter skärmhuggning (57 % gallringsuttag) och trädslagsblandningen 65 % gran, 24 % tall och 11 % lövträd.³³⁰

I en serie försök med 25 skärmställningar i Mellansverige (Västergötland till Hälsingland) vindfälldes 8 % av stamantalet (6 % av volymen) under de första fem åren efter skärmhuggningen. I 80 % av skärmarna vindfälldes större andel gran än tall. Trädslagsfördelningen i dessa skärmar var 68 % gran, 26 % tall och 6 % löv (volymprocent efter skärmhuggning). Antalet stammar per hektar var i medeltal 230. Gallringsuttaget var i denna försöksserie i genomsnitt 50 % av volymen och 61 % av stamantalet.³³¹

Under åren 2002–2013 jämfördes hur gallringsformen påverkade vindfällning, stambrott och döda träd efter andragallring i granskog, där syftet var att anlägga skärmställningar vid nästa avverkning. Studien gjordes i fem bestånd i norra Svealand. Inom varje bestånd jämfördes likformig gallring med låggallring. I medeltal var volymen träd som dött eller skadats av vind efter 10 år knappt 25 m³sk per ha i båda gallringsformerna. Mätt i antal träd var det däremot ungefär dubbelt så många efter likformig gallring jämfört med låggallring.³³²

Skärmställningar av gran på torvmark. I en försöksserie med nio granskärmar på dikade, bördiga, djupa torvmarker spridda inom tre regioner i Sverige (Västerbotten, Uppland och Småland) redovisades i genomsnitt ca 40 % (2–73 %) vindfällda skärmträd, sex år efter skärmhuggning. Detta motsvarade 70 (5–115) stammar per hektar. Flera faktorer bidrog till dessa höga siffror. När skärmarna etablerades gjordes i genomsnitt 70 % uttag, med en variation mellan 57 och 90 %. Dessutom låg skärmarna intill kalhyggen.³³³

Snöbrott

Snöskador drabbar framför allt klenta träd.³³⁴ Eftersom fröträdsställningar av tall ofta enbart består av grova träd är snöbrott ovanliga i dessa. Vissa år förekommer dock att stora mängder snö, och i kombination med måttligt töväder, gör att snön fryser fast i trädkronorna. Då kan stora skador uppstå lokalt även på fröträd, speciellt i kombination med hård vind. Granskärmar med stor andel klenta träd är troligen betydligt känsligare för snöbrott, men vi saknar studier som visar detta.

³³⁰ Sikström, U. 1997. Avgång i skärmen och plantetablering vid förnyring av gran under högskärm – en surveystudie. Skogforsk. *Arbetsrapport* 369.

³³¹ Sikström, U. & Pettersson, F. 2005. Förnyring av gran under högskärm. Skogforsk. *Arbetsrapport* 589.

³³² Sikström, U. 2014. Förnyring av gran under högskärm – Jämförelse av två gallringsformer vid den förberedande avverkningen. Skogforsk. *Arbetsrapport* 825.

³³³ Hånell, B. & Ottosson-Löfvenius, M. 1994. Windthrow after shelterwood cutting in *Picea abies* peatland forests. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 261–269.

³³⁴ Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och uppsatser* 23.

Svampskador

Törskatesvamp. Äldre tallar angrips ibland av törskatesvamp på såväl grenar som stam. Svampen dödar barkvävnaderna, och om angreppet går runt hela stammen dör den del av stammen som är ovanför angreppet. Angripna tallar bör inte väljas som fröträd. Om angreppet uppstår i en fröträdsställning bör man helst avlägsna de angripna träden, eftersom svampen kan sprida sig till andra träd. Mottagligheten för törskatesvamp är ärftlig, vilket är ytterligare ett skäl till att avlägsna skadade träd.³³⁵

Rotröta. Risken för infektion av rotröta bedöms ibland vara högre vid föryngring med högskärm av gran än vid plantering efter kalavverkning. Det beror på att metoden med högskärm innebär fler avverkningar med påföljande infektiöskänslig färsk stubbyta och större sannolikhet för körskadorna på kvarstående träd. Rötan kan sedan spridas via rotkontakt till friska träd och plantor. På fuktig mark, där planttillslaget ofta är rikligast, är förekomsten av rotröta generellt mindre än på mer väl-dränerad mark.

Enligt en tysk lärobok³³⁶ har skärmföryngrade plantor lägre rotrötefrekvens än planterade plantor av följande skäl:

- Naturligt föryngrade plantor växer långsammare, vilket ger större andel kärnved som motstår röta bättre.
- Naturligt föryngrade plantor har ett bättre rotsystem utan rotsnurr.

Insektsskador

Granbarkborre. Granar dör oftare än tall på rot efter skärmhuggning.^{337,338} Vanligen är detta en följd av nedsatt kondition och indirekta skador av granbarkborre (*Ips typographus*). Välslutna bestånd är känsligast för kraftiga huggningar.³³⁹ Mest känsliga för angrepp är friställda och solexponerade, grövre granar med hög krongränshöjd. Barkborrarna trivs speciellt bra när barken blir solexponerad, vilket ger en gynnsam miljö för larvutveckling.³⁴⁰ Typiskt för granbarkborren är att den kan orsaka små skador under långa perioder, för att under andra perioder (ofta 3–5 år långa) massförökas. En sådan massförökning gynnas ofta av torkstress hos granarna. Detta kan förvärras ytterligare om skogen är full av vindfällt virke under svärmsperioden.³⁴¹

³³⁵ Samils, B. 2017. Törskate. I: Skogsskötselserien nr 12, Skador på skog. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

³³⁶ Leibundgut, H. 1984. *Die Waldpflege*. Verlag Paul Haupt, Bern.

³³⁷ Sikström, U. 1997. Avgång i skärmen och plantetablering vid föryngring av gran under högskärm – en surveystudie. *Skogforsk. Arbetsrapport* 369.

³³⁸ Sikström, U. & Pettersson, F. 2005. Föryngring av gran under högskärm – avgångar i skärmen, plantförekomst och planttillväxt. *Skogforsk. Arbetsrapport* 589.

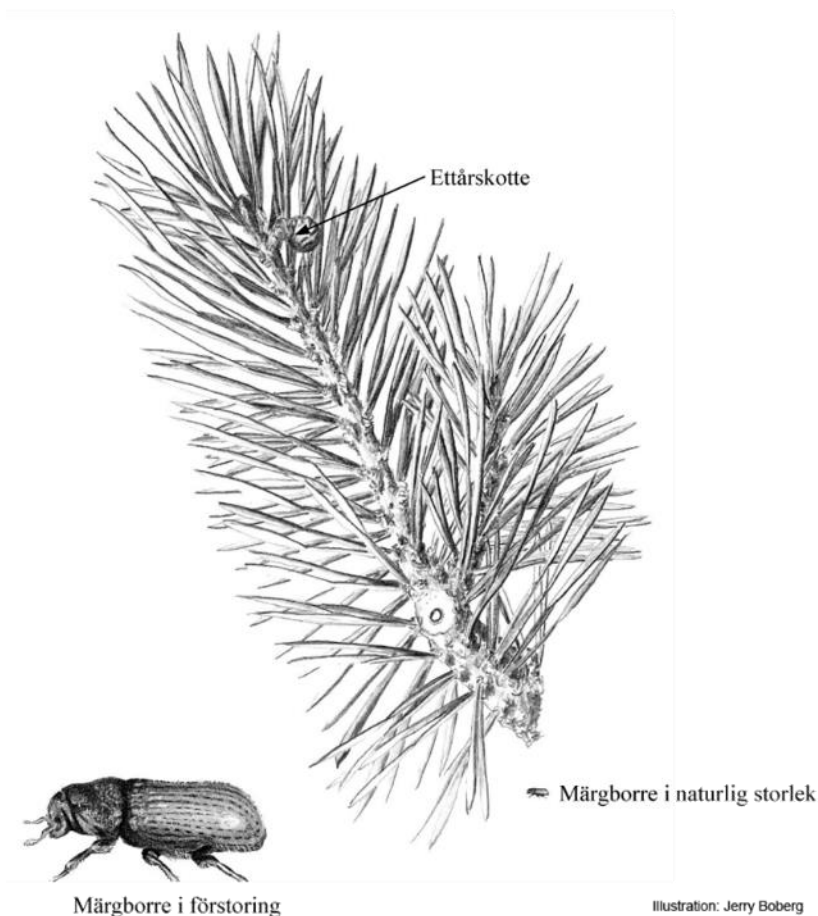
³³⁹ Näslund, M. 1942. Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 36:3.

³⁴⁰ Butovitsch, V. 1938. Om granbarkborrens massförökning i södra Dalarna. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2.

³⁴¹ Worrell, R. 1983. Damage by the spruce bark beetle in South Norway 1970–1980. *Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning* 38:6.

Större och mindre mägborre. Vid avverkning i tallbestånd ökar skador av större- (*Tomicus piniperda*) och mindre mägborre (*Tomicus minor*).³⁴² Större mägborren är mycket vanlig i hela landet medan mindre mägborren är mer lokal i sin förekomst och vanligast i Mellansverige. Mägborrarna är de viktigaste skadegörarna på tallvirke och växande tallskog. Få träd dör som en direkt följd av mägborreangrepp, men stora angrepp kan både orsaka tillväxtförluster och reducera kottantalet på fröträden.

Båda arterna utför sitt näringsgnag genom att borra sig in i ett- och två-åriga tallskott under sommaren. När de har ätit ur mären dör skotten och under hösten faller de till marken. På en del av dessa skott finns kottar och kottanlag (figur NF46).³⁴³ Man kan hålla angreppen på en låg nivå genom att inte lämna kvar stockar med skorpbark i beståndet efter avverkningen. Färska stockar med skorpbark utgör yngelplatser för mägborrarna.³⁴⁴



Figur NF46 Tallskott som angripits av mägborre. Lagg märke till ingångshålet. Teckning Jerry Boberg.

³⁴² Eidmann, H.H. & Klingström, A. 1990. *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag.

³⁴³ Sylvén, N. 1916. Något om våra mägborrars skadegörelse och utvecklingsmöjligheter. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 14: 667–695.

³⁴⁴ Eidmann, H.H. & Klingström, A. *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag.

Skador och konsumtion av frön

Frön är rika på fett, proteiner och kolhydrater och är därför begärliga som föda för olika djur. Tall- och granfrön är dessutom i likhet med de flesta andra frön dåligt skyddade, eftersom de inte innehåller något gift eller avskräckande ämne.³⁴⁵

Skador och konsumtion av frön före fröspridning

Ekorrens (*Sciurus vulgaris*) stapelföda är barrträdsfrö.³⁴⁶ Bland fåglarna är större hackspett (*Dendrocopus major*) och större korsnäbb (*Loxia pytyopsittacus*) storkonsumenter av såväl tall- som granfrö (figur NF47), medan mindre korsnäbb (*Loxia curvirostra*) är specialiserad på granfrö.³⁴⁷ I en studie visades att större korsnäbb systematiskt sökte igenom kotten och i genomsnitt lämnade mindre än ett frö kvar i de kottar som de ätit frön ur.³⁴⁸

De viktigaste skadegörarna bland insekterna är för granfrö grankottgallmygga (*Kaltenbachiola strobi*) samt de två fjärilslarverna av grankottmott (*Dioryctria abietella*) och grankottvecklare (*Laspeyresia strobilella*) som under vissa kottår uppträder rikligt och skadar åtskilliga frön. Tallfrö angrips mera sällan av insekter medan de sitter kvar i kotten.³⁴⁹



Figur NF47 Större korsnäbb (*Loxia pytyopsittacus*) konsumerar stora mängder tallfrö. Under ett fröträd av tall. Jädraås försökspark, september 2015. Foto Christer Karlsson.

Fåglar äter en stor del av de frön som hamnar på bar mineraljord. Eftersom de är beroende av synen för att lokalisera frön, skyddas frön som myllrats ner i mineraljord. I ett såddförsök i Västerbotten jämfördes sådd

³⁴⁵ Granström, A., Ericsson, O. & Schimmel, J. 1995. Fröet, grodden och fienderna. *Skog & Forskning* 1: 34–40.

³⁴⁶ Jense, B. 2004. *Nordens Däggdjur*. Bokförlaget Prisma.

³⁴⁷ Mullarney, K., Svensson, L. & Zetterström, D. 2004. *Fåglarna*. Albert Bonniers Förlag.

³⁴⁸ Tombre-Stein, I. 1991. Foraging behavior of the Parrot Crossbill (*Loxia pytyopsittacus*): Systematic searching in patchy environments. *Ornis Scandinavica* 23: 383–386.

³⁴⁹ Eidmann, H.H. & Klingström, A. 1990. *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag.

med och utan skydd mot fåglar och smågnagare. Fåglar åt upp de flesta av de oskyddade fröna. Efter den första vegetationsperioden hade 42 % av de skyddade fröna grott mot 7 % av de oskyddade. De fåglar som äter mest frö är bofink, bergfink och gråsiska.³⁵⁰ I finska såddförsök har det visat sig att fåglar i allmänhet orsakar mer än dubbelt så stor fröavgång och skador som alla andra djur tillsammans. I ett såddförsök åt fåglar inom några dagar upp mer än 90 % av fröna.³⁵¹ Risken för att frön ska bli fågelmat är dock betydligt mindre om de ligger glest utspridda på marken, eftersom fröätande fåglar måste få ett bra utbyte av sitt födosök för att fortsätta söka i en viss miljö.³⁵² Då fröspridningen efter naturlig föryngring dessutom sker under en relativt lång period minskar risken för att fåglar hittar fröna. Man kan därför anta att fåglar äter upp en större andel av sådda frön än av frön som spridits av fröträd.

Smågnagare använder både syn och luktsinne för att lokalisera frön. I ett såddförsök i Elverum tog möss ca 30 % av de frön som såddes i mineraljord.³⁵³

På bränd mark kan jordlöpare av släktena *Pterostichus* och *Amara* bli mycket talrika. De kan ibland konsumera så gott som alla frön som ligger synligt på den brända markytan. Däremot har de svårt att lokalisera frön som ligger nere i humussprickor eller nerbäddade bland kolpartiklar.³⁵⁴

Skador på groddplantor

Skador av djur

Groddplantor skadas av sniglar, skinnbaggar (trädgårdsstinkflyet, *Lygus pabulinus*), öronvivlar, ögonvivlar och fjärilslarver (bland annat hallon-snabbvingen, *Callophrys rubi*) och en del andra.

I ett försök med sådd på två lokaler i Dalarna dog ca 44 % av groddplantorna på bar mineraljord pga dessa djur och ca 93 % i orörd vegetation, vilket visar att ovan nämnda djur trivs bättre i vegetation än på bar mineraljord. Markberedning är därför en effektiv metod för att minska skador på groddplantor.^{355,356}

Brun skogssnigel. En av de vanligaste skadegörarna är brun skogssnigel (*Arion subfuscus*). Den är 3–4 cm lång, växlande till färgen men vanligen

³⁵⁰ Bergsten, U. 1985. A study on the influence of seed predators at direct seeding of *Pinus sylvestris* L. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapporter* 13.

³⁵¹ Heikkilä, R. 1977. Destruction caused by animals to sown pine and spruce seed in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 89:5.

³⁵² Granström, A., Ericsson, O. & Schimmel, J. 1995. Fröet, grodden och fienderna. *Skog & Forskning* 1: 34–40.

³⁵³ Bjor, K. 1971. Forstmeteorologiske, jordbunnsklimate og spireøkologiske undersøkelser. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* nr 108, Bind 28: 429–526.

³⁵⁴ Granström, A., Ericsson, O. & Schimmel, J. 1995. Fröet, grodden och fienderna. *Skog & Forskning* 1: 34–40.

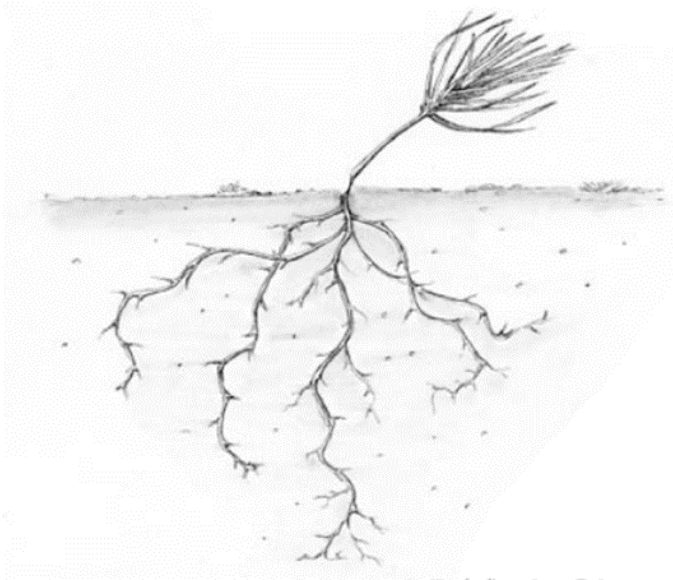
³⁵⁵ Forslund, K.-H. 1944. Något om djurlivets inverkan på barrskogens naturliga föryngring. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 42: 366–376.

³⁵⁶ Nystrand, O. & Granström, A. 1997. Forest floor moisture controls predator activity on juvenile seedlings of *Pinus sylvestris*. *Canadian Journal of Forest Research* 27: 1746–1752.

gråbrun eller grågul. Den bruna skogssnigeln finns i hela landet, men är särskilt vanlig i norra Sverige.

Svampskador

Fallsjuka är ett sammanfattande namn för symptom orsakade av flera olika svamparter under groningenstadiet eller några veckor därefter. De angripna groddplantorna av tall och gran faller omkull och dör (figur NF48).³⁵⁷



Figur NF48 Fallsjuka på groddplanta. Teckning: Jerry Boberg.

Knäckesjukan har fått sitt namn av att angripna tallskott knäcks eller böjs vid angrepp enbart på skottets ena sida. Endast årsskotten angrips. Groddplantor dör ofta efter angrepp. Knäckesjukan värdväxlar mellan tall och asp. Sporer sprids till tallskotten från fjolårets asplöv, och tallen är endast mottaglig för infektion under en kort tid av skottskjutningen. Fuktig väderlek och skottskjutning måste sammanfalla i tid för att större infektioner ska ske.³⁵⁸

Klimatiska skador

Uppfrysning förekommer på jordarter med hög kapillär transportförmåga – dvs moiga moräner, finmo och mjåla – och orsakar betydande problem för groddplantor av både tall och gran. Uppfrysningen sker i regel under plantans första vinter, då en del plantor lyfts ur jorden och dör, medan andra plantor skadas men överlever (figur NF49). Skadade plantor får ofta nedsatt tillväxt under flera år.^{359,360}

³⁵⁷ Eidmann, H.H. & Klingström, A. 1990. *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag.

³⁵⁸ Witzell, J. 2017. Knäckesjuka. I: *Skogsskötselserien* nr 12, Skador på skog, del 2. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

³⁵⁹ Örlander, G. & Gemmel, P. 1989. Markberedning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidsskrift* 3.

³⁶⁰ Goulet, F. 1995. Frost heaving of forest tree seedlings: a review. *New Forests* 9: 67–94.

Uppfrysning förvärras om temperaturen varierar omkring 0 °C och markytan tinar och fryser upprepade gånger. Genom den beskuggning man får av skärmträd kan uppfrysningen minska.

Uppfrysningen är kraftigast i ren mineraljord, speciellt i rostjorden.



Figur NF49 Groddplanta av tall som drabbats av uppfrysning.
 Teckning Jerry Boberg.

Torka är kanske den mest betydelsefulla orsaken till avgång bland groddplanter. Planter som etableras i humus torkar ofta och dör, medan planter som etableras i mineraljord har en betydligt säkrare vattenförsörjning tack vare kapillärkraften i jorden.³⁶¹

Skador på etablerade planter

Insektsskador

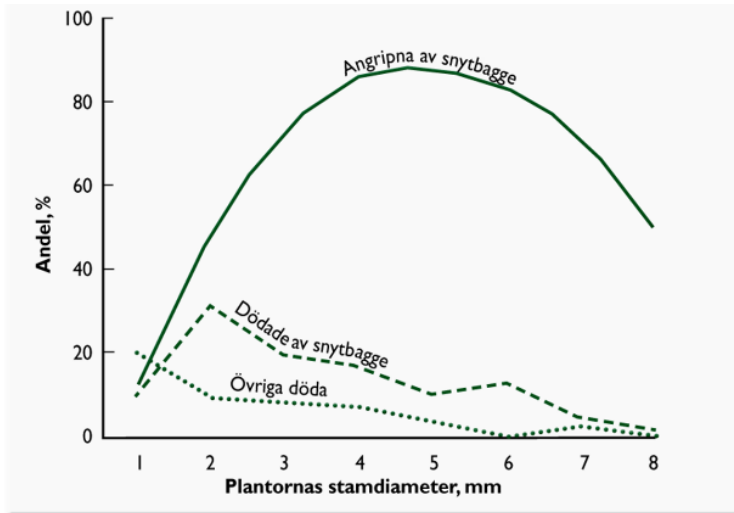
Snytbagge. Den vanligaste skadeinsekten i samband med plantering är snytbagge. Vid sådd och naturlig förnygring dröjer det 3–5 år innan plantorna uppnår en storlek som är intressant för snytbaggen. Vid denna tidpunkt har de flesta snytbaggarna lämnat beståndet. Därmed är snytbaggen normalt ett mindre problem i plantetableringsfasen vid naturlig förnygring, åtminstone i norra Sverige. Problemet kan dock bli stort i samband med avverkning av fröträd och skärmträd. För beståndsförnygrade planter utgör snytbaggen ett av de största hoten i samband med förnygringsavverkningen. Snytbaggeproblemet är störst i södra Sverige.

Snytbaggen är en ca 9–14 mm lång insekt som lockas till färsk stubbar för att lägga ägg i rötterna. Individerna från såväl föräldragenerationen som den generation som i regel kläcks 1,5 eller två år senare gör sitt näringsgnag bland annat på barken av plantornas stammar. Planter i höjdintervallet 10–40 cm kan bli ringbarkade och dö efter baggarnas näringsgnag. Mindre planter än 10 cm (diameter < 2 mm) angrips sällan och planter högre än 40

³⁶¹ Winsa, H. 1995. *Effects of seed properties and environment on seedling emergence and early establishment of Pinus sylvestris L. after direct seeding.* SLU, inst. för skogsskötsel. Doktorsavhandling.

cm (diameter > 7 mm) har vid måttliga angrepp en stor chans att överleva (figur NF50 och NF51), eftersom snytbaggarna i regel inte förmår ringbarka dem.^{362,363}

Snytbaggeskadorna på planterade plantor hålls tillbaka av skärmar och av markberedning, samt av mekaniska och kemiska skydd (figur NF52).



Figur NF50 Angripna och skadade naturligt förnygrade tallplantor vid olika stamdiametrar. Studien utförd efter avveckling av fröträd i Småland.³⁶⁴



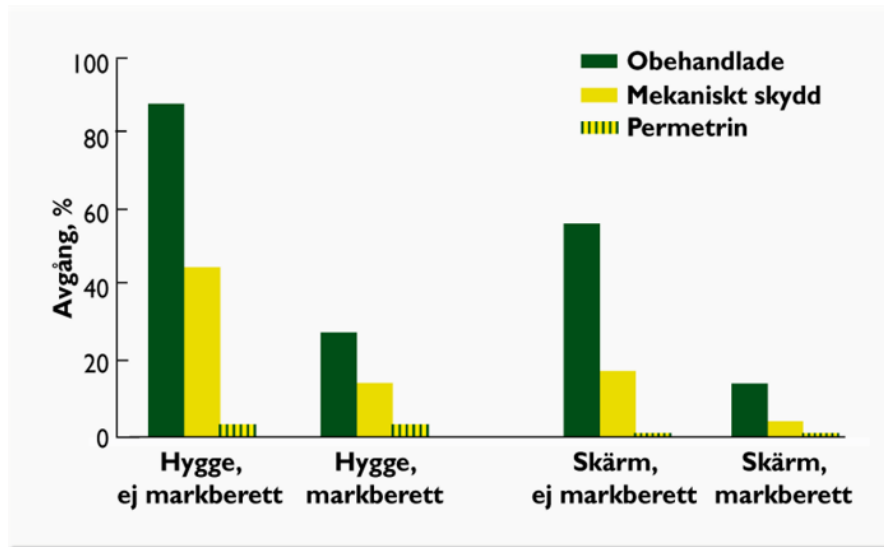
Figur NF51 Snytbaggen skadar plantorna genom att gnaga av barken. Larvorna övervintrar och förpuppas i anslutning till stubbar och rötter. Teckning Hans Sjöberg.³⁶⁵

³⁶² Thorsén, Å., Mattsson, S. & Weslien, J. 2001. Influence of stem diameter on the survival and growth of containerized Norway spruce seedlings attacked by Pine weevil (*Hyllobius* spp.). *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 54–66.

³⁶³ Örlander, G. & Nilsson, U. 1999. Effect of reforestation methods on Pine weevil (*Hyllobius abietis*) damage and seedling survival. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 341–354.

³⁶⁴ Lekander, B. 1966. *Snytbaggeangrepp på en yta med självförnygrad tall i Vimmerbytrakten*. Skogshögskolan, Stencil.

³⁶⁵ Källa: Skogsstyrelsen. 1999. *Grönare skog*.



Figur NF52 Snytbaggeskador då skärm, markberedning och plantskydd kombinerats. Avgång (%) tre år efter plantering av gran. Data från fyra lokaler i södra Götaland.³⁶⁶

Bastborrar. Det är främst två arter av bastborre – svarta granbastborren (*Hylastes cunicularis*) och tallbastborren (*Hylastes brunneus*) – som orsakar skador på plantor. Bastborrar äter bark på plantornas rötter och kan orsaka betydande skador. Skador har främst rapporterats från södra och mellersta Norrland.³⁶⁷ Det är oklart vilken effekt skärmar har och i vilken omfattning naturligt förnygrade plantor angrips.

Svampskador

Snöskytte. Svampen angriper tallplantor och har en nordlig utbredning i Norden eftersom svampen är specialiserad på att växa i lös snö vid ca 0 °C. Svampen klarar däremot inte av att växa i hårt packad och isig snö orsakad av återkommande töväder.

Fruktkropparna är runda och bildas på barren. Sporspridning sker på hösten och svampen växer sedan i skydd av snön under vintern. Vid snösmältningen kan man se svampens mycel som en spindelväv över grenar och barr. Barren blir först bruna, men ljusnar under sommaren till grått.

Snöskytte uppträder ofta fläckvis runt grupper av plantor. Små plantor som varit täckta av snö dör i regel efter angrepp, medan större plantor klarar sig om en tillräckligt stor del av plantan inte varit snötäckt.³⁶⁸

³⁶⁶ Petersson, M. & Örlander, G. 2003. Combination of shelterwood, scarification, and seedling protection to reduce pine weevil damage. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 64–73.

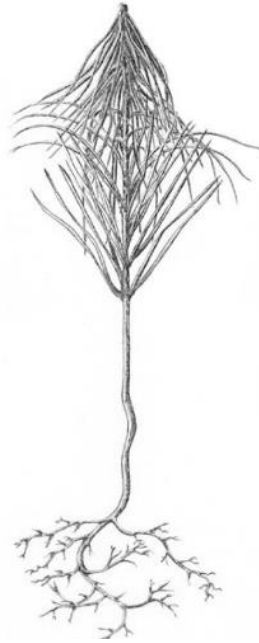
³⁶⁷ Lindelöw, Å. 1992. *Hylastes cunicularis* host orientation, impact of feeding in spruce plantations, and population sizes in relation to seedling mortality. SLU, inst. för entomologi. Doktorsavhandling.

³⁶⁸ Hansson, P. Snöskytte. I: *Skogsskötselserien* nr 12, Skador på skog. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

Tallskytte. Tallskyttets fruktkroppar är svarta och elliptiska, och bildas i rader på tallbarren. Sporspridning sker vid fuktig väderlek. Skadorna visar sig först året efter angreppet, då barren skiftar till rävröd färg. Kraftigt angripna plantor dör, medan andra repar sig efter skadan. Skadorna uppträder i regel året efter speciellt fuktiga somrar och är vanligare på fuktig mark än på torr mark. Tallskytte rapporteras ofta i tallförnygringar i södra Sverige. Tallskytte angriper plantor i tät vegetation.³⁶⁹

Gremmeniella. Svampen uppträder på plantor och träd av både gran och tall, och dödar en stor andel av de angripna plantorna. Små plantor som skadas får ett speciellt utseende som kallas paraplysjuka (figur NF53), eftersom barren i plantans topp är nedåtböjda och ser ut som hopfällda paraplyer. Ett annat kännetecken är att barren sitter onormalt löst på plantorna. Om skadeorsaken är osäker, kan man klyva plantornas stammar på längden. Skadade plantor har bruna döda fläckar i den annars gröna primärbarken. Svampen är betydligt svårare att identifiera med hjälp av fruktkropparna, som vanligen sitter på död bark.

Svampens sporer sprids vid fuktig väderlek och svampen växer vid temperaturer kring 0 °C, då tallplantorna inte aktivt kan försvara sig. Skadorna visar sig året efter infektionen. Störst spridning får *Gremmeniella* under år då en fuktig sommar följs av en fuktig höst. Svampen gynnas av det fuktiga klimatet i skärmar. Detta kan i kombination med infekterade barr hos skärmträden leda till skador på plantorna under skärmar.³⁷⁰



Figur NF53 Tallplanta skadad av *Gremmeniella* (paraplysjuka). Teckning Jerry Boberg.

Knäckesjuka. Knäckesjukan har fått sitt namn av att angripna tallskott knäcks eller, om angreppet skett enbart på skottets ena sida, böjs. Endast årsskotten angrips. Skadade tallar äldre än två år överlever oftast men kan få kvalitetsnedsättande fel.

Knäckesjukan värdväxlar mellan tall och asp. Sporer sprids till tallskotten från fjolårets asplöv, och tallen är endast mottaglig för infektion under en kort tid av skottskjutningen. Fuktig väderlek och skottskjutning måste sammanfalla i tid för att större infektioner ska ske.³⁷¹

Blåsrost på tallbarr. Blåsrost visar sig som gula fruktkroppar på tallens barr under vår och försommar. De känns lätt igen och är mycket iögonfallande. Infektioner av blåsrost är i stort sett ofarliga, och på hösten efter angreppet syns i regel ingenting på de angripna plantorna.³⁷²

³⁶⁹ Eidmann, H.H. & Klingström, A. 1990. *Skadegörare i skogen*. LTs förlag.

³⁷⁰ Witzell, J. 2017. Tallens knopp- och grentorka (*Gremmeniella*). I: *Skogsskötselserien* nr 12, Skador på skog, del 2. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

³⁷¹ Witzell, J. 2017. Knäckesjuka. I: *Skogsskötselserien* nr 12, Skador på skog, del 2. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

³⁷² Eidmann, H.H. & Klingström, A. 1990. *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag.

Skador av klövvilt, gnagare och fåglar

Älg och rådjur. Av ryggradsdjuren är det främst älg och rådjur som orsakar skador i tallföryngringar. Lokalt kan dock annat klövvilt ge betydande skador. Skogsstyrelsens sammanställningar visar generellt höga skadenivåer de senaste decennierna. Inom delar av Götaland är idag betetrycket så hårt att naturlig förnyring av tall nästan är utsiktslöst. Variationen mellan olika lokaler är dock betydande. Tall betas oftare än gran och verkar dessutom ha en större tendens än granen att utveckla virkesdefekter på grund av betet.³⁷³

De mest betydande skadorna på tall sker under vintern. Barrträd betas mer sällan under vegetationsperioden, medan lövträd betas året om.

Plantskog upp till ca 0,5 meters höjd betas i första hand av rådjur.³⁷⁴ Det mest intensiva betet av älg sker på unga träd som är 1,5–2 m höga, men plantor runt 0,5 m höjd betas också. Älgens betningsskador på trädens toppar upphör när träden blivit 4–5 m höga. Plantor som växer snabbt har som regel högt näringsinnehåll i barren.³⁷⁵ Dessa plantor betas i betydligt större omfattning än sådana som växer långsamt eller är skadade, men de klarar betningen bättre.³⁷⁶ När man planterar under skärm tycks inte skärmen ha någon betydelse för betesfrekvensen. Inte heller markberedning eller beståndsstorlek har någon avgörande betydelse.³⁷⁷

Naturligt förnygrade plantor betas som regel i mindre omfattning än planterade.³⁷⁸ En förklaring till detta kan vara en direkt effekt av tillväxthastigheten och plantornas näringsvärde.

Om den naturliga förnyringen lyckas och man får ett stamrikt bestånd innebär detta i sig en mindre risk för förnyringen som helhet. När plantorna står tätt minskar betet genom att de skyddar varandra så att älgar och rådjur inte kommer åt att beta på alla. Det finns dock försöksdata som visar att skadorna ökar i mycket stamrika bestånd (mer än 8–10 000 stammar per hektar). Om förnyringen misslyckas kan följderna av betning bli värre än för en plantering, eftersom beståndet då ofta blir mer gruppställt. Man får följaktligen minst skador i jämna bestånd.³⁷⁹

Försök med lövinblandning i tall visar relativt entydigt att förväxande löv ökar skadorna, bland annat för att tallens utveckling hålls tillbaka.

Det är logiskt att tänka sig att uppskjuten röjning ger mindre skador. Detta innebär dock att tallarnas diameterutveckling hämmas, vilket gör dem

³⁷³ Skogsstyrelsen. 2002. Skogsvårdsorganisationens utvärdering av skogspolitikens effekter – SUS 2001. *Meddelande* 1–2002.

³⁷⁴ Bergström, R. & Bergquist, G. 1997. Frequensis and patterns of browsing by large herbivores on conifer seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12: 288–294.

³⁷⁵ Bergquist, J. & Örlander, G. 1998. Browsing damage by roe deer on Norway spruce seedlings planted on clearcuts of different ages: 1. Effect of slash, vegetation development, and roe deer density. *Forest Ecology and Management* 105: 283–293.

³⁷⁶ Bergquist, J., Örlander, G. & Nilsson, U. 2003. Interactions among forest regeneration treatments, plant vigour and browsing damage by deer. *New Forests* 25: 25–40.

³⁷⁷ Bergquist, J., Kullberg, Y. & Örlander, G. 2001. Effects of shelterwood and soil scarification on deer browsing on planted Norway spruce *Picea abies* L. (Karst.) seedlings. *Forestry* 74: 359–367.

³⁷⁸ Bergström, R. & Bergquist, G. 1997. Frequensis and patterns of browsing by large herbivores on conifer seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12: 288–294.

³⁷⁹ Lavsund, S. 2003. Skogsskötsel och älgskador i tallungskog. Skogforsk. *Resultat* 6–2003.

mer känsliga för bete.³⁸⁰ Problemet mildras om man gjort en tidig enkelställning, eftersom de enskilda stammarna då får en bättre utveckling. I områden med högt viltbetryck rekommenderas röjning tidigast vid 4–5 m höjd. Om en tidig enkelställning gjorts kan röjningen utföras vid 5–6 m höjd.

Skydd mot viltskador kan delas upp tre kategorier:³⁸¹

- arealskydd – håller djuren borta från ett helt område
- individskydd – hindrar djuret från att skada ett enskilt träd
- avskjutning.

Av arealskydden är nätstängsel den vanligaste typen. De är effektiva men dyra. Elektriska stängsel är billigare men skyddar inte lika bra som nätstängsel. Ett stängsel bör vara minst 2,5 m högt för att skydda mot älg och rådjur. Andra typer av arealskydd är viltskrämmor och styrning av viltet med hjälp av utfordring. Dessa metoder fungerar dock vanligen inte.

Viltrepellerter används i relativt stor omfattning som individskydd. Dessa skydd består som regel av kemiska ämnen som har en för djuren avskräckande lukt och smak. Skydden appliceras på plantan exempelvis med sprutning. De fungerar bäst på barrträd mot vinterbetning, men appliceringen måste upprepas årligen.³⁸² Praktisk erfarenhet av viltrepellerter finns nästan bara för nysatta planterade plantor. Användning av repellerter i naturliga förnygringar är troligen inte en realistisk metod. Det finns också individskydd i form av mekaniska plantskydd som till exempel remsor, klämmor och hylsor som appliceras på plantorna för att skydda toppknoppen.

Hare kan skada tallplantor men ger sällan några betydande problem.

Sork. Sorkskador förekommer under år med stora sorkstammar, framför allt på gräsrika ståndorter i norra Sverige. Åkersork gnager bark på stammens nedersta del. Snötäckta plantor kan ha skador så högt upp som snön ligger. Plantor som ringbarkas av sorken dör. Även vattensork och skogssork (ängssork) kan skada tallplantor, men är normalt inget problem i naturligt förnygrade bestånd.³⁸³

Under 1960-talet förekom omfattande sorkskador på skogsplantor i norra Sverige. Därefter har skadorna minskat för att sedan 1990-talet vara försumbara.³⁸⁴

³⁸⁰ Lavsund, S. 2003 Skogsskötsel och älgskador i tallungskog. Skogforsk. *Resultat 6–2003*.

³⁸¹ Bergquist, J., m.fl. 2002. *Vilt och skog. Information om aktuell forskning vid SLU om vilt och dess påverkan på skogen och skogsbruket. Asa och Tönnersjöhedens försöksparker samt SVS Jönköping-Kronoberg*, Temaexkursion 1. SLU, Asa försökspark.

³⁸² Bergquist, J. & Örlander, G. 1995. Browsing deterrent and phytotoxic effects of roe deer repellents on Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*) seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11: 145–152.

³⁸³ Hansson, L. 2017. Smågnagskador. I: *Skogsskötselserien* nr 12, Skador på skog, del 1. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.

³⁸⁴ Hansson, L. 2002. Smågnagskador på skogsförnygringar. SLU. *Fakta Skog* 15–2002.

Tjäder. Gnag på knoppar, skott och barr kan lokalt ge kännbara skador på tall. Det inträffar speciellt på våren när plantorna sticker upp ur snön. Tjäderns vassa näbb klipper av barr och skott.^{385,386}

Klimatiska skador

Klimatiska skador orsakas i de nordiska länderna framför allt av låga temperaturer (frost), låg nederbörd (torka) samt av snö. Även alltför höga temperaturer kan vara skadliga. Under varma perioder med stor solinstrålning, kan ytemperaturen på kalytor kortvarigt uppgå till 60 °C även i norra Skandinavien,³⁸⁷ vilket är direkt skadligt för frö och plantor.

Det förekommer ganska sällan att etablerade tallplantor dör som direkt följd av klimatiska skador. I kärva klimatlägen i Norrland sker dock en kontinuerlig avgång hos tall på grund av låga temperaturer upp till 20-årsåldern.³⁸⁸ Däremot kan plantornas vitalitet bli sämre, så att sekundära skadegörare som svampar och insekter lättare angriper plantorna. Snö är till exempel en förutsättning för skador av snöskytte.

Granplantor är mycket känsliga för frost i mitten av juni, dvs när årsskotten växer till.

³⁸⁵ Ringborg, M. 2004. Tjäder länsade tallplantering. *Mora Tidning*. 9 augusti 2004.

³⁸⁶ Eidmann, H.H. & Klingström, A. 1990. *Skadegörare i skogen*. LTs förlag.

³⁸⁷ Vaartaja, O. 1955. Factors causing mortality of tree seeds and succulent seedlings. *Acta Forestalia Fennica* 62.

³⁸⁸ Eiche, W. 1966. Cold damage and plant mortality in experimental provenance plantations with Scots pine in northern Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 36.

Arbetsgång vid naturlig föryngring av tall

Lämpliga bestånd och ståndorter

Klimat

Naturlig föryngring av tall bör endast tillämpas i områden där temperatursumman normalt överstiger 1 000 dygnsgrader (figur NF17). Orsaken är att mängden frö med hög grobarhet (> 90 %) ska vara tillräcklig. I södra Sverige är grobarheten nästan alltid tillräckligt bra (temperatursumma > 1 100 dygnsgrader).

Markegenskaper och markvegetation

Naturlig föryngring av tall är lämplig på de flesta torra marker samt på friska marker av blåbärsristyp eller mindre näringsrika vegetationstyper såsom lingonris-, kråkbärsris- och lavtyper. Naturlig föryngring utan markberedning ger oftast dåligt resultat på friska marker. Detta gäller för både tall^{389,390} och gran^{391,392}.

Bestånd

Välj i första hand välgallrade bestånd. Om ett bestånd inte är välgallrat, är det viktigt att en förberedande avverkning görs i god tid innan föryngringsavverkningen, se nedan.

Planera för natur- och kulturmiljö

Snitsla in de områden som inte ska avverkas och markberedas. Det kan till exempel vara kantzoner mot vatten, myrar och andra impediment, lokaler med skyddsvärda växter, boplatser för djur, kolbottnar, odlingsrösen och fångstgropar.^{393,394,395} I norra Sverige ska speciella hänsyn tas till rennärningen.^{396,397}

³⁸⁹ Karlsson, C. & Örlander, G. 2000. Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed tree stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 256–266.

³⁹⁰ Beland, 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: 247–255.

³⁹¹ Holt-Hanssen, K., Granhus, A., Brække, F.H. & Haveran, O. 2003. Performance of sown and naturally regenerated *Picea abies* seedlings under different scarification and harvesting regimens. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 351–361.

³⁹² Glöde, D. & von Hofsten, H. 1999. Föryngringsresultat efter markberedning under högskärm av gran med Bräcke B390 och Huddig 960. Skogforsk. *Arbetsrapport* 419.

³⁹³ Skogsstyrelsen. 1992. *Kulturmiljövård i skogen*. Skogsstyrelsens förlag.

³⁹⁴ Skogsstyrelsen. 2000. *Den spännande sumpskogen – om Sveriges sumpskogar och dess själ*. Skogsstyrelsens förlag.

³⁹⁵ Nitare, J. 2000. *Signalarter – indikatorer på skyddsvärd skog. Flora över kryptogamer*. Skogsstyrelsens förlag.

³⁹⁶ Eriksson, Å. & Moen, J. 2008. Effekter av skogsbruk på rennärningen – en litteraturstudie. Skogsstyrelsen. *Rapport* 18–2008.

³⁹⁷ Carlsson, L. & Boström, M. 2014. *Skog och Ren*. Utgiven av: Projektet Kompetensutveckling Skogsbruk och Rennäring.

Vid osäkerhet om vilka natur- och kulturvärden som finns inför en skogsbruksåtgärd kan Skogsstyrelsen bistå med information eller råd.

För att markera ett lämnat hänsynsobjekt kan man vid avverkningen kapa några av träden runt objektet på 1,3 meters höjd, så kallade kulturstubbar (figur NF54).



Illustration: Jerry Boberg

Figur NF54 Fångstgrop som markerats med ”kulturstubbar”.
Teckning Jerry Boberg.

Förberedande avverkning

En av de viktigaste faktorerna för att naturlig förnygring ska lyckas är att fröträden inte vindfälls. Om beståndet inte är välgallrat bör man gallra till ca 400 stammar per hektar (ca 5 m förband) 5–10 år innan förnygringen inleds. De framtida fröträden blir då betydligt stormfastare än om de friställs direkt från en tätare skog, då stormskadorna kan bli omfattande. Träd i välgallrade bestånd har i regel mer välutvecklade kronor och bättre näringsstatus, vilket ger förutsättning för god fröproduktion vid friställning.

För tall kan en sista sen gallring till så kallade timmerställning även vara ekonomiskt lönsam, eftersom tallar med hög kvalitet ökar sitt virkesvärde per kubikmeter med ökande diameter.

Skyddszon runt fröträdsbeståndet

Genom att spara en skyddszon på minst 10 meter runt beståndet kan oftast stormskaderisken minskas. Det mest idealiska är om denna skyddszon sköts på ett sådant sätt att den blir stormfast, till exempel genom val av stormfasta träd och tidig gallring. Detta är speciellt viktigt i de vindriktningar, vanligen västlig och nordlig, som orsakar flest stormskador. På små skogsfastigheter kan det dock vara svårt eller omöjligt att uppfylla detta när bestånden är små eller skogsskiftena smala.

Beståndsförnygrade plantor kan nyttjas

I gamla skogar finns ofta beståndsförnygrade plantor, som kan nyttjas helt eller delvis i det nya beståndet (figur NF55). Plantorna är dock i allmänhet ojämna i höjd och oregelbundet fördelade över arealen. Efter kalavverkning dör en stor del av dessa plantor, speciellt om de är små (< 2 dm).³⁹⁸

På tallhedar med låg bonitet utgörs beståndsförnyringen oftast av tallplantor. På grund av konkurrens om kväve är dessa plantor ofta mycket små, men kan ändå vara 10-tals år gamla. Sådana plantor kallas dvärgplantor och deras rotsystem har i regel kontakt med underliggande mineraljord. En tumregel är, att det bör finnas minst tre plantor per m² för att man ska lyckas skapa ett nytt bestånd enbart med beståndsförnygrade dvärgplantor.³⁹⁹

Efter förnygringsavverkningen reagerar plantorna med ökad tillväxt. Det händer dock ofta att plantorna angrips och dödas av snytbagge och tallvivel.⁴⁰⁰ I bördiga tallskogar och barrblandskogar finns ofta gran som beståndsförnyring.

För att nyttja beståndsförnygrade plantor bör de finnas i välslutna grupper om minst 0,25 hektar. Dessutom bör höjdspridningen inte vara för stor. Dessa grupper bör i så fall snitslas in så att de inte berörs av markberedningen.



Figur NF55 Beståndsförnygrade plantor kan ibland nyttjas.
Foto Christer Karlsson.

³⁹⁸ Örlander, G. & Karlsson, C. 2000. Influence of shelterwood density on survival and height increment of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 20–29.

³⁹⁹ Assidomän. 1999. *Handbok i återväxtplanering*.

⁴⁰⁰ Sundkvist, H. 1993. *Forest regeneration potential of Scots pine advance growth in northern Sweden*. SLU, inst. för skogsskötsel. Doktorsavhandling.

Underväxtröjning (hyggesrensning)

Syftet med en underväxtröjning (hyggesrensning) är att ta bort förväxande småträd som inte ska ingå i det nya beståndet, eftersom de konkurrerar för mycket med den nya generationen plantor.

För att ge de nyetablerade tallplantorna en snabb start bör man avlägsna beståndsetablerade plantor av tall och gran som är över 50 cm höga. Detta gäller framför allt om de beståndsetablerade plantorna inte står tätt nog för att bilda egna grupper om minst 0,25 hektar. Sådana grupper kan eventuellt användas i det nya beståndet (se ovan angående markering av beståndsförnygrade plantor). Underväxtröjningen utförs lämpligen före förnygringsavverkningen, eftersom den då även underlättar avverkningen.

Förnygringsavverkning

Avgränsning, dokumentation och avverkningsanmälan

Avgränsa avverkningsområdets yttre gränser med snitselband. Lämna en kartskiss och avverkningsinstruktioner till den som ska utföra avverkningen. Förvissa dig om att denne förstår vad dina avgränsningar och instruktioner betyder. Om avverkningens areal är större än 0,5 hektar ska avverkningsanmälan göras till Skogsstyrelsen minst 6 veckor före avverkningen.

Vissa läroböcker och instruktioner anger att avverkningen bör utföras under särskilt kottrika år. Om man avser att markbereda under fröträden har emellertid avverkningstidpunkten inte någon avgörande betydelse. I de fall markberedning inte ska utföras är det däremot fördelaktigt att avverka i samband med ett rikt kottår.

Val av fröträd

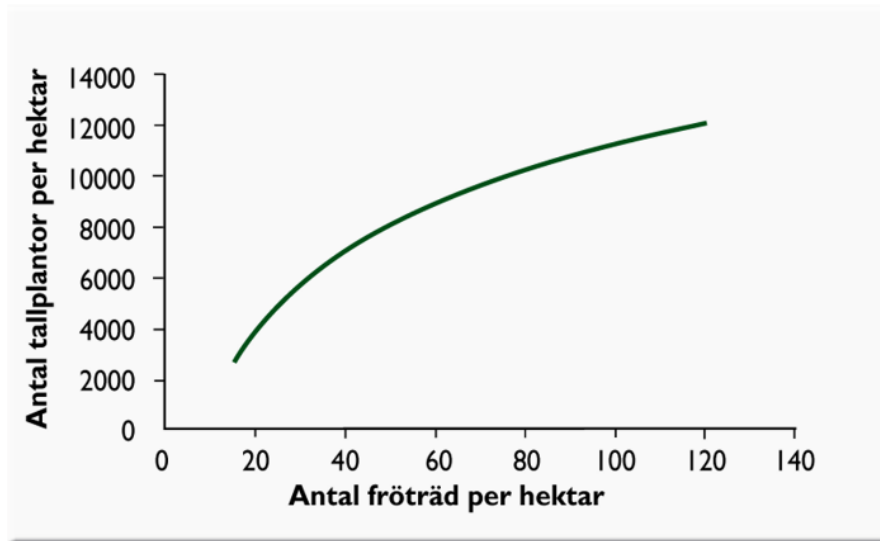
Fröträdens antal, diameter och grundyta

Normalt rekommenderas 50–150 fröträd per hektar någorlunda jämnt fördelade över förnygringsarealen. Det högre stamantalet gäller för bestånd med högre ståndortsindex (> T24) samt på frostlänta lokaler. Även fröträdens storlek påverkar antalet fröträd som bör lämnas – större träd producerar fler frön. Man bör eftersträva att fröträden har en grundyta på mellan 5 och 8 m² per hektar.

Exempel: Om man till exempel lämnar 100 fröträd per hektar med medeldiameter 25 cm motsvarar det en grundyta på 4,9 m². Om man istället kan lämna 100 fröträd med medeldiameter 35 cm blir grundytan 9,6 m² per hektar. Då kan man förvänta sig cirka fem gånger så hög fröproduktion (figur NF13). Kombinationen av små och få fröträd ger mycket låg grundyta. Vid 50 träd per hektar med en medeldiameter på 20 cm är grundytan endast 1,5 m² per hektar, vilket ger en fröproduktion som är för låg för att lyckas med naturlig förnygring.

Om fröträdsantalet är högre än 150 per hektar är det inte praktiskt möjligt att åstadkomma en bra markberedning, varför så täta fröträdsställningar sällan är aktuella. På marker med låg bonitet (SI < T18) är det som regel lämpligt att lämna färre fröträd, men aldrig mindre än 50 träd per hektar. Orsaken till att man bör lämna färre träd på dessa marker är att fröträden efter några

år börjar konkurrera med plantorna. Om man med markberedning snabbt kan åstadkomma en godkänd föryngring, och avverka fröträden innan de börjar konkurrera med plantorna, kan det vara en fördel att ha täta fröträdsställningar även på marker med lågt ståndortsindex (figur NF56).



Figur NF56 Antal tallplantor högre än fem centimeter, sju år efter föryngringsavverkning, i fröträdsställningar (SI = T16–T24) inom Siljansfors försökspark, Dalarna.⁴⁰¹

Fröträdsval efter yttre egenskaper

Ofta får man vara nöjd om man kan hitta ett tillräckligt antal fröträd jämnt fördelade över arealen. Vid riklig tillgång på fröträdkandidater föreslår vi följande valordning:

1. Friska och oskadade träd.
2. Träd som står på frisk och torr mark framför träd på blöta markpartier. De förra träden har avsevärt bättre motståndskraft mot snö- och vindskador.
3. Träd med symmetrisk krona (figur NF57). Detta visar att trädet har stått någorlunda fritt under en längre tid, vilket ökar dess motståndskraft mot snö- och vindskador.
4. Träd med stor diameter framför träd med liten diameter. Förutom den större kottproduktionen hos större träd är stormstabiliteten betydligt bättre hos dessa än hos klenare träd i samma bestånd. Ur ekonomisk synpunkt kan det vara lockande att lämna klena träd framför grövre. Dels representerar klena träd ett lägre värde, dels kan de ha en större potential att öka värdet under fröträdsperioden.⁴⁰² Risken för ett sämre föryngringsresultat på grund av vind- och snöskador, samt minskad fröproduktion, är dock betydande om klena träd väljs.

⁴⁰¹ Fries, J. 1979. Naturlig föryngring inom Siljansfors försökspark. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2: 96–112.

⁴⁰² Lexerød, N. 2001. Alternative skogbehandlingar- produksjon, virkeskvalitet, driftteknikk ekonomi. *Skogforsk. Aktuelt fra skogforskningen* 4.

5. Träd som tidigare visat sig producera många kottar. Vid bar-
mark kan mängden nedfallna kottar runt träden kontrolleras.
6. Välj fröträd av god kvalitet, eftersom de:
 - a) överför ärftliga egenskaper som är bättre än träd av sämre
kvalitet
 - b) ökar mer i värde under föryngringstiden än ett träd av
sämre kvalitet



Figur NF57 Ett fröträd med symmetrisk och väl utvecklad krona, som på bilden till vänstra, har ofta relativt god motståndskraft mot snö- och vindskador. Foto Mats Hannerz.

I praktiken är det svårt eller omöjligt att avgöra vad som är orsaken till skillnader i kvalitet mellan olika träd. I de flesta fall är det trängsel under de första 20–40 åren som har skapat skillnaden, dvs miljöfaktorer, och inte olika genetiska skillnader. Vissa synliga karaktärer som grenvinkel och sprötkvist har dock en genetisk komponent som inte påverkas så mycket av trängseln. Till viss del går det därför att göra genetiska urval bland fröträden (6a) som får praktisk betydelse. Det andra syftet (6b) kan vara aktuellt för träd med låg brösthöjdsdiameter (klenare än 25 cm), då värdeökningen kan vara betydande.

Markering av fröträd

Innan föryngringsavverkningen utförs markeras fröträden, till exempel med vita plastband. Efter avverkningen plockas plastbanden av träden. Orsaken till att man bör välja plastband är att pappersband lätt försvinner före och under avverkningen. Vit markering av ett träd betyder enligt praxis att det ska lämnas kvar vid avverkning.

Kontroll av fröträdens grundyta, antal och förband

När fröträden markerats bör man genom stickprov kontrollera antalet kvarlämnade fröträd, deras förband och grundyta före förnygringsavverkningen.

Gör så här: Fröträdsantalet kontrolleras med hjälp av ett måttband. Förslagsvis räknas antalet markerade fröträd inom fem ytor med radien 17,84 meter (= 1000 m²). Varje träd representerar då tio fröträd per hektar. Om man strävar efter 100 fröträd per hektar bör alltså varje yta innehålla ca 10 fröträd, eller totalt 50 träd inom fem inventeringsytor.

Det genomsnittliga avståndet mellan fröträden (fröträdsförbandet) beräknas enligt följande: Fröträdsförbandet är roten ur (10 000/fröträdsantalet). Exempelvis blir fröträdsförbandet ca 8 m vid 150 stammar per hektar, 10 m vid 100 stammar per hektar och ca 14 m vid 50 stammar per hektar.

Grundytan kontrolleras med relaskop.

Markberedning

Markbered rätt år

Näringsfattiga tallmarker (SI ≤ T22). Som schablon rekommenderar vi att markbereda tredje hösten efter förnygringsavverkningen. Motivet är att kottantalet i fröträden ofta är lågt de närmaste två åren efter förnygringsavverkningen, för att sedan öka kraftigt fr o m tredje året. Eftersom gräskonkurrens oftast inte är ett problem på dessa marktyper det är möjligt att vänta med markberedningen. Ytterligare ett skäl att vänta med markberedningen några år är att den största vindfällningen av fröträd sker de närmaste åren efter förnygringsavverkningen. Efter tre år har man då valfriheten att plantera i en färsk markberedning om fröträdsantalet blivit för lågt.

Näringsrikare tallmarker (SI > 22). På dessa marker finns risk för stor gräskonkurrens. De bör därför om möjligt markberedas redan första hösten efter förnygringsavverkningen. Detta förutsätter dock att man har inventerat kottantalet (se nedan) och funnit det vara tillräckligt högt (> 300 per träd). Det är definitivt bortkastade pengar att på bördiga marker markbereda när kottantalet understiger 100 kottar per träd i medeltal.

Fröets grobarhet bör kontrolleras i klimatlägen där temperatursumman understiger 1100 dygnsgrader (tröskelvärde 5 °C). Om grobarheten understiger 90 % bör man invänta ett år med bättre frögroning, eftersom risken annars är stor att för få plantor bildas.

Markbered rätt tid på året

Eftersom fröträden sprider sina frön under april–juni är det lämpligt att markbereda på hösten eller tidigt på våren före fröfallet. Orsaken är att mineraljorden ska vara så lucker och ”färsk” som möjligt vid fröfallet. Redan efter en sommar försämras groningsmiljön pga av hårdnad mineraljordsyta, vegetationskonkurrens och förnafall.⁴⁰³

⁴⁰³ Se även ”Rätt tidpunkt för markberedning”, s. 51.

Kontroll av antalet kottar inför markberedning

Inventering med kikare. För att kunna markbereda nära inpå rika fröfall behövs ibland uppskattningar av fröproduktionen. Enklast görs detta i början av augusti genom att man med en kikare räknar antalet kottar på ca 10 fröträd i det aktuella beståndet. Man räknar kottarna enbart från en av fröträdens sidor, lämpligen i medljus. Därefter multipliceras det räknade antalet med fyra, eftersom studier visat att man normalt kan se ca 25 % av kottarna från en sida av en tall.⁴⁰⁴ Om en sådan uppskattning resulterar i ett medeltal på mer än 300 kottar per träd finns förutsättningar för ett rikt fröfall kommande vår, vilket innebär att det är lämpligt att markbereda. Blir resultatet färre än 100 kottar per träd bör man invänta ett bättre kottår.

Om kottantalet är mellan 100 och 300 kottar per träd kan man komma till olika beslut beroende på till exempel grobarhet, förväntad kottmängd kommande år samt lokalkännedom. Man kan till exempel välja att markbereda ett år då kottantalet förväntas bli 150 per träd om grobarheten är mycket hög (> 95 %) och man förväntar sig större kottmängd redan året efter. Å andra sidan kanske man väntar till ett senare år om kottantalet är 200 per träd, grobarheten är 85 % och utsikterna till nästkommande år dåliga.

Räkna kottar på vindfällan. Kikarobservationer kan kompletteras med att man räknar kottar på vindfällan och avverkade träd i motsvarande storlek som ett fröträd. Vid sådana tillfällen bör man även passa på att jämföra antalet ärtstora 1-års kottar med antalet 2-års kottar på de översta två metrarna av träden. Därigenom skaffar man sig information även för nästkommande år. Normalt kan man räkna med att ca 75 % av 1-årskottarna blir mogna 2-års kottar ett år senare.

En tallkotte (i Mellansverige) innehåller normalt ca 10 grobara frön. Om kottantalet per träd är 300 kan man grovt räkna med att trädet sprider ca 3 000 frön påföljande vår. I en fröträdsställning på 100 träd per hektar sprids då 300 000 frön per hektar, vilket motsvarar ca 1 kg frö.

Beräkna hur många groddplantor som fröfallet ger upphov till.

Hur många groddplantor kan 300 000 frön beräknas resultera i? Vi antar med stöd av tidigare forskningsresultat att 20 % av mineraljorden är frilagd genom markberedning, och att plantbildningsprocenten första året är 25 %. Vidare antar vi att plantbildningsprocenten på övriga 80 % av arealen är 1 %: Då kan man beräkna antalet plantor efter en tillväxtsäsong:

| | |
|-------------------------|---|
| I frilagd mineraljord: | $300\,000 \times 0,20 \times 0,25 = 15\,000$ plantor/ha |
| I humus och vegetation: | $300\,000 \times 0,80 \times 0,01 = 2\,400$ plantor/ha |
| Summa: | 17 400 plantor/ha |

Prognoser för kottmängd och grobarhet från Skogforsk. I Sverige rapporterar Skogforsk årligen om mängden kottar och fröets grobarhet för hela

⁴⁰⁴ Hagner, S. 1958. Om kott- och fröproduktionen i svenska barrskogar. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 47:8.

landet. Prognoserna för kottmängden bygger på Riksskogstaxeringens inventering i fält av kottförekomst. Precisionen i inventeringen har dock hittills varit så låg att prognoserna inte har kunnat användas för att avgöra när det är lämpligt att markbereda.

I Norrlands inland samt i bestånd belägna högre än 300 meter över havet i Svealand bör man även kontrollera fröets grobarhet. Skogforsk rapporterar årliga prognoser för fröets grobarhetsprocent. Prognoserna baseras på temperaturstatistik och analyser av insända kottprover.⁴⁰⁵ Prognoserna håller god kvalitet och ger därmed bra vägledning för skogsskötaren.

Återväxtinventering

Målsättningen bör vara att ett bra förnyngningsresultat ska uppnås inom tre år efter markberedningstillfället, eftersom det är under denna period som markberedningen har god effekt på plantbildningen.

Vi föreslår att återväxtinventering utförs vid två tillfällen:

- Första inventeringen utförs efter tre vegetationsperioder med en enkel nollyteinventering som beskrivs här nedan.
- Andra inventeringen utförs enligt Skogsstyrelsens metod när fröträden ska avvecklas.⁴⁰⁶

Nollyteinventering

En enkel och effektiv metod är att enbart registrera hur många cirkelprovytor som saknar plantor. Norska studier i granförnyringar visar att om andelen nollytor (4 m²) är maximalt 20 %, blir den framtida totalproduktionen i ett bestånd tillräckligt bra.⁴⁰⁷ För att kunna se nyförnygrade små plantor bör man använda små ytor. Vi föreslår följande metod:

- Inventera 50 cirkelprovytor med radien 1 m (3,14 m²), systematiskt utlagda över arealen.
- Registrera för varje provyta om det finns nyförnygrade plantor eller om det saknas. Om det finns plantor på minst 80 % av ytorna så klarar man antagligen skogsvårdslagens krav både på minsta antal huvudplantor (till exempel 1700 per hektar för SI T20) och högsta andel nollytor (högst 10 % på ytor med radi 3 meter).
- Rita in provytorna på en karta och markera varje nollyta. Då framträder ett mönster där man kan se om dessa är någorlunda slumpartat fördelade över arealen. Om många nollytor ligger samlade kan detta ge vägledning om var eventuell hjälplantering kan behöva utföras.

⁴⁰⁵ <http://www.skogforsk.se/>

⁴⁰⁶ Skogsstyrelsen. 2017. *INSTRUKTION för fältinventering vid återväxtuppföljning*. Version 4.6.

⁴⁰⁷ Braathe, P. 1953. Undersökelse over utviklingen av glissen gjenvækst av gran. *Meddelelser fra det Norske Skogforsøksvesen* 7:2.

Skogsvårdslagens krav och Skogsstyrelsens inventeringsmetod

Skogsvårdslagens krav

I skogsvårdslagen finns föreskrifter om hur lång tid man har på sig för att få ett tillfredsställande plantuppslag efter förnygringsavverkning. I södra Sverige utom Gotland är denna tid högst fem år, i norra Sverige (Norrland, Dalarnas län och Torsby kommun) samt Gotland tio år och på de svagaste markerna i norra Sverige femton år för naturligt förnygrade bestånd⁴⁰⁸.

Det finns också krav på förnygringens kvalitet som bedöms utifrån antalet huvudplantor och hur jämnt de är fördelade över förnygringsytan (andel nollytor⁴⁰⁹). På en bördig mark är kraven högre än på en mindre bördig mark. Lägsta antal huvudplantor som ska finnas vid sista tidpunkt för hjälpplantering är till exempel 1700 stammar per hektar för ståndortsindex T20 och 2300 stammar per hektar för ståndortsindex T28. Andelen nollytor ska vara mindre än 10 % om ståndortsindex är T14 respektive G22 eller högre. För lägre ståndortsindex är kravet högst 20 % nollytor.⁴¹⁰

Skogsstyrelsens inventeringsmetod

Huvudplantantalet beräknas genom inventering av cirkelytor om 10 m² (radie 1,78 m). Högst fem huvudplantor per cirkelyta godtas och minsta avstånd mellan huvudplantorna får vara 0,6 meter (figur NF58). Plantor måste vara minst två vegetationsperioder gamla för att räknas med.

Huvudplantor är plantor av för växtplatsen lämpliga trädslag som med hänsyn till kvalitet, utvecklingsstadium och skaderisk har förutsättningar att utvecklas väl och därför är lämpliga att ingå i det framtida beståndet.

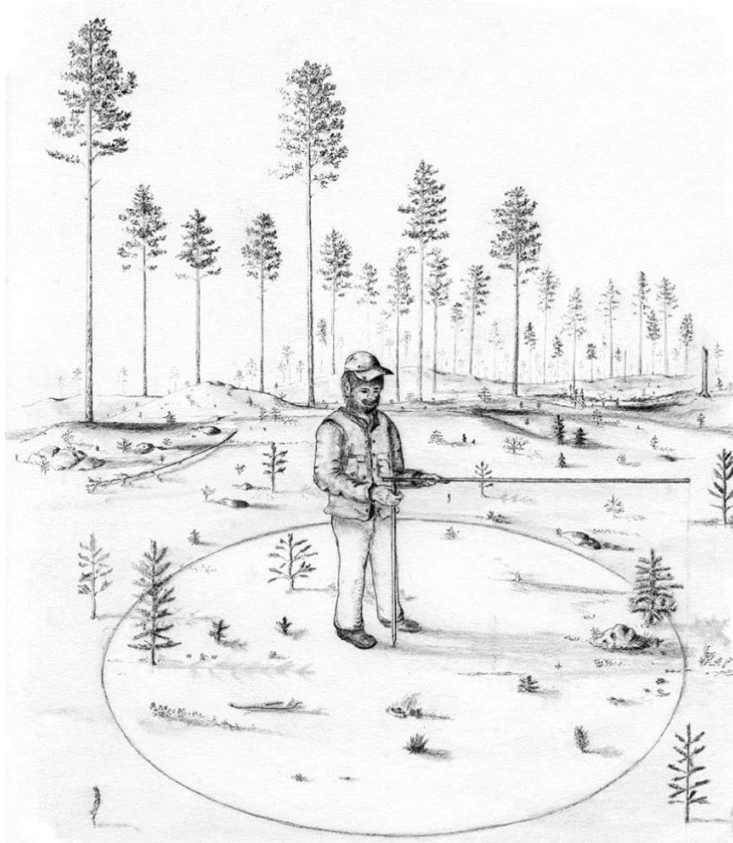
⁴⁰⁸ Skogsstyrelsen. 2017. *Skogsvårdslagstiftningen. Gällande regler 1 april 2017*.

Tillgänglig på: <http://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/lag-och-tillsyn/skogsvardslagen/skogsvardslagstiftning-2017.pdf>

⁴⁰⁹ Med en nollyta avses en cirkelyta med 3 meters radie (28,3 m²) som saknar huvudplantor.

⁴¹⁰ Skogsstyrelsen. 2017. *Skogsvårdslagstiftningen. Gällande regler 1 april 2017*.

Tillgänglig på: <http://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/lag-och-tillsyn/skogsvardslagen/skogsvardslagstiftning-2017.pdf>



Figur NF58 Återväxtinventering. Teckning Jerry Boberg.

Hjälpåtgärder

Återväxtinventeringen visar om man har lyckats etablera ett godkänt plantbestånd. Om man endast delvis har lyckats måste hjälpåtgärder sättas in. Har man inte alls lyckats måste man börja om från början och etablera ett nytt bestånd.

Innan hjälpåtgärder sätts in är det viktigt att man först analyserar varför förnyringen blivit gles eller luckig eller helt misslyckats. Har förnyringen misslyckats på grund av otillräckligt antal fröträd/fröproduktion, utebliven eller dålig markberedning, insekts-, svamp- eller viltskador? De åtgärder som sätts in vid till exempel hjälpplantering bör göras på ett sådant sätt att orsaken till utebliven förnyring åtgärdas. Vanligast är kanske att markberedning ej utförts. I så fall kan det vara en god idé att markbereda ej förnygade områden på hygget och vänta ytterligare en tid på ny förnyring.

En viktig princip för alla hjälpåtgärder är att de bör sättas in så snart som möjligt. Ur produktionssynpunkt är det oftast inte motiverat att hjälpplantera så sent att plantorna kommer mer än två växtsäsonger efter närstående träd.⁴¹¹

Plantor som sätts i små luckor utvecklas ofta svagt och har svårt att konkurrera med den omgivande förnyringen. Hjälpplantering i större luckor kan dock utföras betydligt senare. En tumregel är att det endast är meningsfullt att hjälpplantera områden som rymmer minst 50–100 plantor.

⁴¹¹ Gemmel, P. 1999. Är det lönt att hjälpplantera? I: *Nu är det slut! Slutrapport från programmet för sydsvensk skogsforskning*. SLU, inst. för sydsvensk skogsvetenskap, s. 41.

Om föryngringen inte är godkänd finns det i princip följande tre handlingsalternativ:

- Markbered på nytt hela eller delar av beståndet. Under förutsättning att man har tillräckligt många fröträd och att ett bra fröår förväntas, kan detta vara ett bra alternativ.
- Hjälpplantera i de delar av beståndet som saknar planter. Åtgärden är motiverad om plantorna inte är för höga och beståndet är gruppställt eller har stora luckor. Hjälpplanteringen bör normalt föregås av markberedning då detta förbättrar plantornas etablering och tillväxt. Stora vitala planter, till exempel omskolade barrträdplanter, bör användas. Gran bör övervägas som hjälpplanteringsträdslag utom på torra och näringsfattiga marker där granen utvecklas dåligt. Gran som hjälpplanteras i tallföryngringar på ”mellanboniteter” får ofta en god utveckling. I mellersta och norra Sverige kan contortatall och sibirisk lärk vara ett bra alternativ som hjälpplanteringsträdslag.
- Markbered och plantera hela beståndet. Detta alternativ återstår om föryngringen är mycket ojämn och luckig och man bedömer att den misslyckade föryngringen exempelvis beror på för få fröträd eller att ståndortsvalet varit felaktigt. I de fall föryngringen inte uppnår skogsvårdslagets minimikrav är detta det enda alternativ som återstår.

Avverkning av fröträd

Spara några naturvårdsträd

I samband med avverkning av fröträd bör några träd per hektar sparas som överståndare av naturvårdsskäl. Bland fröträden finns ofta stora tallar som bland annat kan tjäna som sitt- och boplatser för rovfåglar. Det finns även skäl att spara gamla träd för landskapsbildens skull.

Plantbeståndets höjd vid fröträdsavverkning

När plantorna närmast fröträden har nått en viss höjd blir konkurrensen från moderträden synbar genom att höjdutvecklingen på plantorna hämmas. Konkurrensen visar sig främst på de planter som står närmare än ca 5 meter från fröträden. När man märker att fröträden hämmar plantornas tillväxt är det dags att avverka fröträden. Detta bör normalt ske när plantbeståndets höjd är ca 50 cm. Om man väntar för länge med att avverka fröträden blir plantbeståndets höjd ojämnt, vilket försvårar möjligheten att skapa god stamkvalitet. Ojämnheter i plantbestånden som orsakats av fröträdens konkurrens kallas fröträdsbrunnar och syns ofta länge under beståndets utveckling som fördjupningar i krontaket runt fröträdens stubbar (figur NF59).

På frostlänta marker avverkas fröträden när plantbeståndet nått minst en meters höjd. I bestånd med låga ståndortsindex i norra Sverige kan fröträden avverkas när plantorna blivit 5–10 cm höga, om plantorna har etablerats i mineraljord genom markberedning. I motsvarande bestånd som inte har markberetts bör plantorna vara minst 30 cm innan fröträden avverkas.



Figur NF59 Fröträdet som stått kvar för länge och orsakat så kallade ”fröträdsbrunnar” i det nya beståndet. Foto Christer Karlsson.

Arbetsgång vid naturlig föryngring av gran under högskärm

En komplex metod som kräver god kunskap

Naturlig föryngring av gran är en komplex föryngringsmetod.^{412,413} Många faktorer som inte går att råda över, exempelvis vädret, påverkar det slutgiltiga resultatet. Föryngringsskedet är långt, ofta 10–20 år, särskilt om man lutar till insåning av nya plantor. Allt detta gör det svårt att ge fullständiga och entydiga rekommendationer. Skogsskötaren kan dock i hög grad påverka resultatet genom val av bestånd och skötselåtgärder.

Vår bedömning är att en relativt liten andel av skogsmarken i Sverige är lämplig för naturlig föryngring av gran, speciellt om man vill ha en hög virkesproduktion.

På rätt ståndort och med ett välplanerat skötselprogram kan dock metoden ge högre ekonomisk avkastning än kalavverkning och plantering. Ståndorter där frost ger stora problem vid föryngringen kan vara ett exempel.

Vindfällning, träd som dör på rot, insektsskador (granbarkborre) eller ofullständig föryngring kan dock medföra att det ekonomiska resultatet blir sämre än efter kalavverkning och plantering.

Beståndet glesas ut stegvis

I princip innebär metoden att man fortsätter att gallra skogen tills det finns ett tillräckligt bra plantuppslag. Ibland kan det vara nödvändigt att dikesrensa, markbereda eller hjälpplantera för att få en acceptabel föryngring. De olika avverkningarna delas in i följande steg (figur NF60):

- Förberedande avverkning (förhuggning, beredningshuggning)
- Föryngringsavverkning (skärmhuggning)
- Eventuell utglesning av skärmen
- Skärmavveckling.

Alla stegen behöver inte alltid utföras. Det viktiga är att man anpassar åtgärderna till det aktuella beståndets förutsättningar.

⁴¹² Skoklefeld, S. 1992. *Naturlig föryngelse av gran och furu – En litteraturoversikt*. Norsk Institutt for Skogforskning, Ås, Norge.

⁴¹³ Hagner, S. 1962. Naturlig föryngring under skärm. *Meddelande från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4.

Sluten skog



Förberedande avverkning



Skärnhuggning



Utglesning av skärmen



Skärmavveckling



Figur NF60 De olika avverkningarna som kan bli aktuella när gran förnygras under högskärm. Bild Anna Marconi.

Lämpliga bestånd och ståndorter

Klimat

Naturlig föryngring med gran bör endast tillämpas i områden där temperatursumman normalt överstiger 900 dygnsgrader (figur NF17). Orsaken är att mängden frö med hög grobarhet (> 90 %) ska vara tillräcklig. I södra Sverige är grobarheten nästan alltid tillräckligt bra.

Beståndsföryngring viktig

Det är svårt att ge enkla råd om på vilka ståndorter metoden ger en tillfredsställande föryngring. Ett tips är att se om det finns plantor i luckor i beståndet redan före föryngringsavverkning. I så fall kan det vara ett tecken på att marktypen är lämplig för naturlig föryngring. Om man vill ha goda chanser att lyckas med föryngringen och få en hög framtida virkesproduktion, bör metoden endast tillämpas i bestånd där det redan finns en tillräcklig och utvecklingsbar beståndsföryngring innan föryngringsavverkning.⁴¹⁴

Om det finns beståndsföryngring förkortas föryngringstiden och sannolikheten för en lyckad återbeskogning ökar jämfört med om man måste vänta på att ny föryngring ska etableras. Hur stor tidsvinsten blir beror på hur höga de beståndsföryngrade plantorna är och på hur snabbt och hur mycket tillväxten ökar efter friställning.

Om man enbart litar till föryngring som ska nyetableras under en högskärm tar det ca 20 år att föryngra och resultatet är osäkert.

Markegenskaper och markvegetation

Lämpliga marktyper att föryngra under högskärm kan vara sådana som skulle kunna bli svåra att föryngra efter kalavverkning på grund av frostrisk, försumpning eller konkurrerande vegetation. Dessa bestånd hittar vi oftast i svackor och lågt liggande områden i skogslandskapet (figur NF61). I regel är marktypen där relativt bördig och fuktig, och bestånden är oftast grandominerade. Många gånger består markens ytliga skikt av mer eller mindre djup torv eller ett torvartat humuslager.

På fuktiga marker etableras naturligt föryngrade gran- och lövplantor lättare än på friska marker.^{415,416} På merparten av frisk mark av till exempel blåbärsrystyp är det nödvändigt att markbereda för att få en tillräcklig plantbildning.^{417,418}

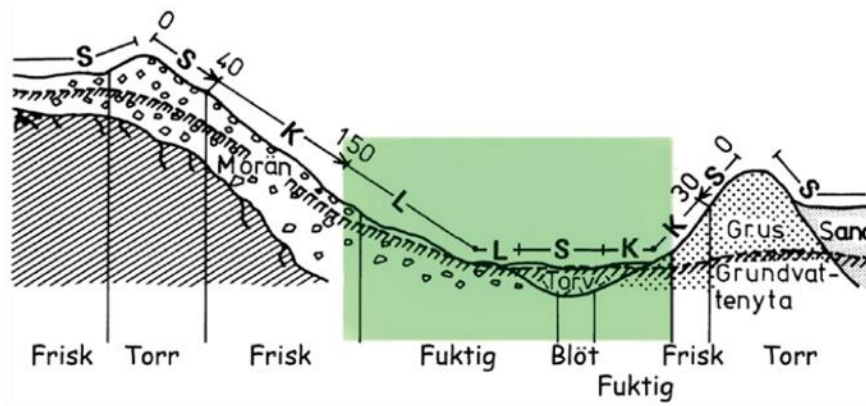
⁴¹⁴ Sikström, U., Pettersson, F. & Jacobson, S. 2005. Naturlig föryngring av gran under högskärm. Skogforsk. *Resultat* 19–2005.

⁴¹⁵ Sikström, U. & Pettersson, F. 2005. Föryngring av gran under högskärm. Skogforsk. *Arbetsrapport* 589.

⁴¹⁶ Sikström, U. 1997. Avgång i skärmen och plantetablering vid föryngring av gran under högskärm – en surveystudie. Skogforsk. *Arbetsrapport* 369.

⁴¹⁷ Holt-Hanssen, K., Granhus, A., Brække, F.H. & Haveran, O. 2003. Performance of sown and naturally regenerated *Picea abies* seedlings under different scarification and harvesting regimens. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 351–361.

⁴¹⁸ Glöde, D. & von Hofsten, H. 1999. Föryngringsresultat efter markberedning under högskärm av gran med Bräcke B390 och Huddig 960. Skogforsk. *Arbetsrapport* 419.



Figur NF61 Rutan markerar några marktyper (markfuktighet och markvattnets rörlighet) där gran kan vara möjlig att förnygra under högskärm. Markvattnets rörlighet beskrivs i tre klasser: S = saknas, K = förekommer kortare perioder, L = förekommer längre perioder. Siffrorna anger avståndet till närmaste krön. Bild Hägglund & Lundmark (1981).⁴¹⁹

Första kontrollen av beståndsförnyring och bestånd

Uppskatta antalet plantor per hektar som är över 20 cm höga. Kontrollera även luckigheten, dvs andelen ”nollytor”.⁴²⁰

Om antalet beståndsförnygrade plantor högre än 20 cm överstiger 6 000 plantor per hektar kan förnygringsavverkning utföras direkt.⁴²¹ Det förutsätter dock att det gamla beståndet inte är alltför tätt. Stamantalet bör vara mindre än ca 600 per hektar (ca 4 m förband) och grundytan lägre än ca 30 m² per hektar. Är beståndet tätare krävs en förberedande avverkning.⁴²²

Om det inte finns en godtagbar beståndsförnyring finns det anledning att fundera på om det är lämpligt att gå vidare med skärmmetoden eller om det är bättre att välja en annan förnygringsmetod, till exempel slutavverkning och plantering.

Vill man ändå försöka förnygra skogen under en högskärm kan man ”testa” beståndet genom att utföra en förberedande avverkning och sedan vänta 5–10 år. Om det då kommer beståndsförnyring kan man gå vidare med övriga nödvändiga steg i förnygringsmetoden.

Planera för natur- och kulturmiljö

Snitsla in de områden som inte ska avverkas och markberedas. Det kan till exempel vara kantzoner mot vatten samt myrar och andra impediment,

⁴¹⁹ Hägglund, B. & Lundmark, J.-E. 1981. *Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem. Del I. Definitioner och anvisningar*. Skogsstyrelsen.

⁴²⁰ En metod för återväxtinventering beskrivs i kapitlet ”Arbetsgång vid naturlig förnyring av tall”, s. 109.

⁴²¹ Se ”Förnygringsavverkning (Skärnhuggning)” s. 119.

⁴²² Se ”Förberedande avverkning” s. 118.

skyddsvärda växter, boplatser för djur, kolbottnar, odlingsrösen, fångstgropar med mera.^{423,424,425} I norra Sverige skall speciella hänsyn tas till rennärningen.^{426,427}

Kontakta Skogsstyrelsen för att få information som finns från tidigare inventeringar i området. De vet dessutom vilka regler som gäller för avverkning och markberedning i anslutning till skyddsvärda biotoper och kulturminnen. För att markera ett skyddsvärt objekt och senare undvika markberedning, kan man vid avverkningen kapa några träd på 1,3 meters höjd runt objektet, så kallade kulturstubbar (figur NF54).

Man bör också lämna en del skärmträd som så kallade evighetsträd, dvs låta dem växa in i nästa generation träd.

Förberedande avverkning

Det är en fördel om man tidigt kan gynna de framtida skärmträden.

Den förberedande avverkningen bör alltid utföras i bestånd med mer än ca 600 stammar per hektar eller om grundytan är högre än ca 30 m² per hektar. Syftet är att göra de framtida skärmträden mindre vindkänsliga på några års sikt.

Uttaget bör begränsas till ca 40 % av stamantalet, vilket motsvarar ca 30 % av grundytan vid låggallring. Ett försiktigt uttag vid den förberedande avverkningen ger förutsättningar för att beståndsförnyring med låg höjd (10–30 cm) överlever.

Skyddszon runt skärmen

Tänk på hur omgivande bestånd ska skötas. Kalavverka inte de bestånd som gränsar mot högskärmen, eftersom risken för avgångar (vindfällning, traddöd) i skärmen då ökar markant.

Genom att spara en minst 10 meter bred skyddszon runt beståndet kan oftast risken för vindfällning minskas. Det mest idealiska är om denna skyddszon sköts på ett sådant sätt att den blir stormfast, till exempel genom val av stormfasta träd och tidig gallring. Detta är speciellt viktigt i de vindriktningar som orsakar flest vindskador. På små skogsfastigheter kan det vara svårt eller omöjligt att genomföra detta när bestånden är små eller skogsskiftena är smala. Forskning saknas angående funktionen och betydelsen av en skyddszon.

⁴²³ Skogsstyrelsen. 1992. *Kulturmiljövård i skogen*. Skogsstyrelsens förlag, s. 1–259. ISBN 91-88462-01-03.

⁴²⁴ Skogsstyrelsen. 2000. *Den spännande sumpskogen – om Sveriges sumpskogar och dess själ*, Skogsstyrelsens förlag, s. 1–103. ISBN 91-88462-46-03.

⁴²⁵ Nitare, J. 2000. *Signalarter – indikatorer på skyddsvärd skog. Flora över kryptogamer*. Skogsstyrelsens förlag, s. 1–384. ISBN 91-88462-35-6.

⁴²⁶ Eriksson, Å. & Moen, J. 2008. Effekter av skogsbruk på rennärningen – en litteraturstudie. Skogsstyrelsen. *Rapport 18–2008*.

⁴²⁷ Carlsson, L. & Boström, M. 2014. *Skog och Ren*. Utgiven av: Projektet Kompetensutveckling Skogsbruk och Rennäring.

Andra kontrollen av beståndsförnyring och bestånd

Om ny förnyring etablerats i luckor efter en förberedande avverkning är det ett tecken på att ståndorten lämpar sig för naturlig förnyring. Mängden naturlig förnyring ger vägledning om man ska gå vidare och lämna en högskärm eller kalavverka samt om markberedning eller kompletterande plantering behövs under en framtida skärm. Räkna med att upp till hälften av plantorna kan dö efter skärnhuggningen om de är mindre än ca 20 cm.

Gör en återväxtinventering på samma sätt som vid den första kontrollen (se s. 118). Kontrollera även vindfällning, särskilt om en förberedande avverkning tidigare utförts.

Om det finns en tillräcklig och utvecklingsbar beståndsförnyring (minst 6 000 plantor per hektar över 20 cm) kan man göra en förnyringsavverkning.

Om det inte finns en godtagbar beståndsförnyring är det antagligen inte lämpligt att gå vidare med skärmmetoden och det finns skäl att välja en annan förnyringsmetod, till exempel slutavverkning och plantering. Om man fortfarande vill försöka metoden med högskärm ska man ha god kännedom om möjligheten att få mer naturligt förnygrade plantor. Hjälpåtgärder såsom markberedning eller hjälpplantering kan krävas. På frisk mark är markberedning oftast nödvändig för att få en nöjaktig förnyring.

Underväxtröjning

Syftet med en underväxtröjning (hyggesrensning) är att ta bort förväxande småträäd som inte ska ingå i det nya beståndet eftersom de konkurrerar för mycket med den nya generationen plantor. Åtgärden är sällan nödvändig vid naturlig förnyring av gran, eftersom granen tål en relativt stor höjdspridning.

För att ge nyetablerade granplantor en snabb start bör man dock avlägsna förväxande småträäd som inte är värda att ta tillvara vid avverkning. Detta gäller om de inte står tätt nog för att bilda egna grupper i förnyringen om minst 0,25 hektar.

Om underväxtröjning utförs är det lämpligt att göra den före förnyringsavverkningen eftersom den då även underlättar avverkningsarbetet.

Förnyringsavverkning (Skärnhuggning)

Avgränsning, dokumentation och avverkningsanmälan

Avgränsa avverkningsområdets yttre gränser med snitselband. Lämna en kartskiss och avverkningsinstruktioner till den som ska utföra avverkningen. Förvissa dig om att denne förstår vad dina avgränsningar och instruktioner betyder.

Om avverkningens areal är större än 0,5 hektar skall avverkningsanmälan göras till Skogsstyrelsen före avverkningen.⁴²⁸

⁴²⁸ Se vidare under rubriken ”Avverkningsbegrepp” (s. 13) angående vad skogsvårdslagen säger om gränsdragning mellan gallring och förnyringsavverkning.

Tidpunkt för förnyringsavverkning

När en tillräcklig beståndsförnyring finns etablerad kan förnyringsavverkningen utföras när som helst under året. Om beståndsförnyringens höjd överstiger en meter är det dock en fördel om man kan undvika avverkning vid sträng kyla.⁴²⁹ För att minska risken för spridning av rotröta är det generellt sett bra om all avverkning i granskog utförs vintertid.

Om beståndsförnyringen inte är tillräcklig och man är beroende av ny naturlig förnyring ökar sannolikheten för att lyckas om förnyringsavverkningen utförs ett år med riklig tillgång på moget frö. Avverkningen bör då göras senast i september, eftersom granens fröfall kan börja redan i oktober vissa år. Det är viktigt att få en riklig etablering av nya plantor redan de första åren efter förnyringsavverkningen. En hel del plantor dör allteftersom under flera år, och förhållandena för ytterligare etablering försämras snabbt. Planttillskottet kan då bli litet även vid rikligt fröfall.

Skärmens täthet

En lämplig skärmtäthet ligger mellan 150 och 400 träd per hektar som är jämnt fördelade över arealen. Det innebär ett avstånd på 5–8 m mellan träden. Grundytan ligger då normalt i intervallet 10–20 m² per hektar.

Det gäller att hitta rätt balans mellan stimulans och konkurrens, dels mellan förnyring och markvegetation, dels mellan förnyring och skärmträd. Dessutom gäller det att minimera avgångar och skador i både skärm och förnyring.

Uttaget vid förnyringsavverkningen bör inte överstiga ca 40 % av stamantalet, vilket motsvarar ca 30 % av grundytan vid låggallring. Det som talar emot ett stort uttag är ökad risk för vindfällning, träd som dör på rot, angrepp av granbarkborre och minskad produktion i skärmen.

Tät skärm (250–400 stammar per hektar, 15–20 m² per hektar) lämnas:

- om ståndorten har stora frostproblem
- om markvegetationen är eller kan bli riklig – särskilt på bördiga ståndorter
- för att bevara beståndsförnyring som är lägre än ca 20 cm.

Gles skärm (150–250 stammar per hektar, 10–15 m² per hektar) lämnas:

- om det finns gott om beståndsförnyring som är högre än ca 50 cm
- för att gynna etablering av lövplantor
- om markberedning behövs under skärmen

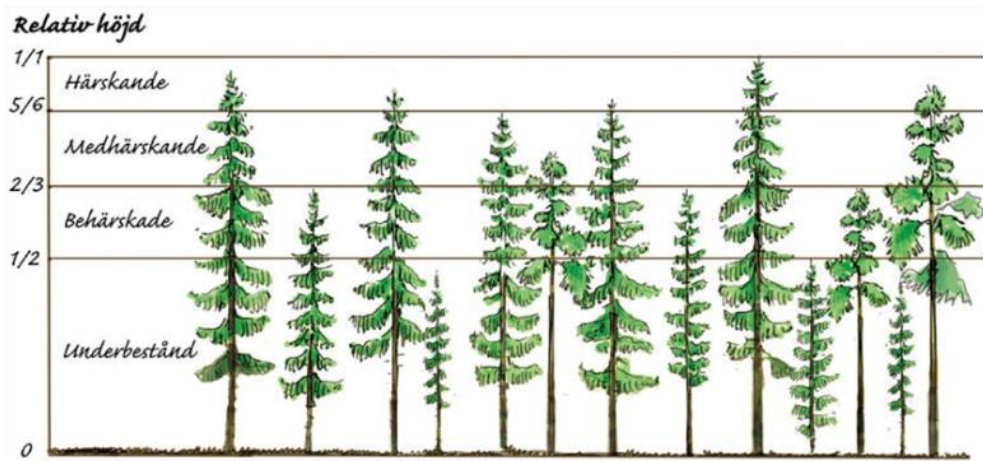
Val av skärmträd

Välj i första hand skärmträd bland härskande träd och i andra hand bland medhärskande (figur NF62). Skärmträden ska helst ha stått i luckor eller i vindutsatta lägen och inte ha alltför upphissade kronor. Då har de påverkats mer av vind än andra träd i beståndet och har troligen bättre förutsättningar

⁴²⁹ Se vidare under ”Avverkning av skärmträd (Skärmavveckling)”, s. 119.

att klara framtida vindpåkänningar. De härskande träden är vanligen de mest vitala och normalt de bästa kott- och fröproducenterna.

Alla skärmträd behöver inte vara granar. Att lämna tallar ökar ofta värdeproduktionen i skärmen. Det är även ett sätt att sprida risken för vindfällning, eftersom olika trädslag har olika benägenhet att vindfällas, bland annat beroende på årstid. Antalet granar får dock inte bli för litet om man är beroende av ett rikligt förfall. Detta är sällan något problem utom i kärva klimatlägen. Från naturvårdssynpunkt är det bra att ha olika trädslag i skärmen.



Figur NF62 I ett bestånd beskrivs ofta ett trädets höjd i förhållande till de andra trädens med begreppen härskande, medhärskande, behärskade och undertryckta träd. Bild Anna Marconi.

Markberedning

Markberedning är oftast nödvändig för att få tillräckligt med naturligt förnygrade plantor på friska marker. På fuktiga marker och på torvmarker ger den sällan ett bättre resultat.⁴³⁰

Granens fröfall varierar mycket från år till år, och markberedning är en färskvara. Redan efter något eller några år försämras förutsättningarna för frögroning och plantetablering.

Markberedningen bör ske så snart som möjligt efter skärnhuggningen ett år när fröfallet bedöms bli rikligt. Markbered på hösten, senast i september eftersom granens fröfall kan starta redan i oktober.

Dagens markberedare med dragna eller burna aggregat är inte lämpliga att använda i skärmar med mer än ca 150 stammar per hektar. Där kan traktorgrävare eller mindre bandgående grävare vara bättre eftersom de kan manövreras lättare och mer precist, vilket ger mindre skador på skärmträden.⁴³¹ Även kranspetsstyrda aggregat kan komma ifråga i något tätare skärmar. Skador ökar risken för spridning av röta, vilket både minskar värdet på virket och ökar risken för vindfällning. Dessutom kan rötan föras över till nästa trädgeneration.

⁴³⁰ Se vidare i kapitlet "Mark och markbehandling", s. 48.

⁴³¹ Westerberg, D. & von Hofsten, H. 1996. Markberedning under skärm. Skogforsk. Resultat 8–1996.

Skyddsdikning eller dikesrensning

Det är viktigt att vara vaksam på grundvattennivån även om man lämnar en högskärm. Bli vattennivån för hög kan skärmträden och beståndsföryngringen ta skada eller till och med dö. Det kan bli nödvändigt med skyddsdikning eller med dikesrensning (om det finns gamla diken), möjligen med viss kompletterande skyddsdikning. En avvattning kan även bidra till att göra skärmträden mer vindfasta.

Kontroll av skärmträd och återväxt

Kontrollera avgångar bland skärmträden kontinuerligt. Finns vindfällda skärmträd eller angrepp av granbarkborre på skärmträden?

En noggrann inspektion av föryngringen bör göras senast fem år efter skärmhuggningen:

- Har beståndsföryngringen klarat sig?
- Har ny föryngring etablerats?
- Finns det tillräckligt med plantor och vilken tillväxt har de?
- Behövs andra åtgärder som skyddsdikning, dikesrensning, markberedning eller hjälpplantering för att få en tillräckligt bra föryngring?
- Är det dags att glesa ut eller helt avveckla högskärmen?

Hjälplantering

Om föryngringsresultatet inte blir tillräckligt bra kan hjälpplantering bli nödvändig för att fylla luckor i den naturliga föryngringen.⁴³²

Utglesning av skärmen

Skärmen kan behöva glesas ut efter 5–10 år om:

- föryngringen inte växer tillräckligt bra, samtidigt som den är för låg för att överleva en total skärmavveckling. Om årsskotten är korta i förhållande till planthöjden och plantorna klena och glesbarriga kan det vara tecken på att en utglesning behövs.
- skärmträdens volym överstiger ca 200 m³sk per hektar. Risken är då stor för alltför omfattande skador i plantbeståndet om skärmen avvecklas vid ett enda tillfälle. Detta är särskilt kritiskt när plantantalet i föryngringen är relativt lågt (mindre än 6 000 pl per hektar).

⁴³² Se vidare ”Hjälpåtgärder” under ”Arbetsgång vid naturlig föryngring av tall”, s. 111.

Avverkning av skärmträd (Skärmavveckling)

Tidpunkt

Tidpunkten för skärmavveckling bestäms av hur föryngringen ser ut: plantantal, luckighet, höjd, tillväxt och vitalitet. Men det är också viktigt att ta hänsyn till frostrisk, risk för försumpning, vegetationsutveckling och snödjup.

Lämplig tidpunkt för avveckling är när föryngringen har ett tillräckligt antal plantor per hektar i höjdintervallet 1–2 m. Om skärmen avvecklas när plantorna är mindre än 50 cm kan många plantor dö efter friställningen, främst på grund av ristäckning, gnag av snytbagge eller torkstress och uttorkning. Men en senare avveckling, när plantorna är högre, ökar risken för topp-, stam- och grenbrott, vilket sänker plantbeståndets medelhöjd och orsakar produktionsförluster.

Möjligen kan extrem frostrisk eller hög grundvattennivå tala för att vänta med avvecklingen tills föryngringen är högre än 2 m. Om man trots allt har en stor andel små plantor (mindre än 50 cm), som man är beroende av, kan det vara en god idé att sprida ut riset för att rädda en del småplantor och därmed undvika luckighet i föryngringen.

Om plantorna är etablerade i mineraljord efter markberedning kan avvecklingen ofta ske tidigare.

En tumregel är att det går bra att avveckla en skärm vid ett avverknings-tillfälle om den innehåller mindre än ca 200 m³sk per hektar. Men det förutsätter att man är försiktig vid avverkningen och att föryngringen är relativt tät, mer än ca 6 000 plantor per hektar.⁴³³

Omkring hälften av plantorna kan dö eller skadas så allvarligt att de inte är utvecklingsbara, antingen på grund av avverkningsarbetet eller av friställningen. Om virkesvolymen i skärmen är större eller plantantalet mindre än ovan angivna värden, kan skadorna bli orimligt stora. Då krävs extra stor försiktighet eller en uppdelning av avvecklingen i två omgångar.

Fällning

Fällningen av skärmträd måste anpassas till hur det ser ut runt varje träd. En enkel princip är dock att fälla skärmträden så att körningen kan ske i de delar av föryngringen där plantbeståndet är tätt. Enstaka plantor som står i luckor är extra värdefulla, och att köra sönder sådana kan innebära att ståndortens produktionsförmåga inte kan tas tillvara på en hög nivå. Risken för stambrott ökar med ökad höjd på föryngringen.

En alternativ fällningsmetod är så kallad stångstötning. Den kan ge mindre skador än konventionell fällning i föryngringar som är högre än ca 2 m (figur NF63).

⁴³³ Sikström, U. & Glöde, D. 2000. Damage to *Picea abies* regeneration after final cutting of shelterwood with single- and double-grip harvester systems. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 274–283.

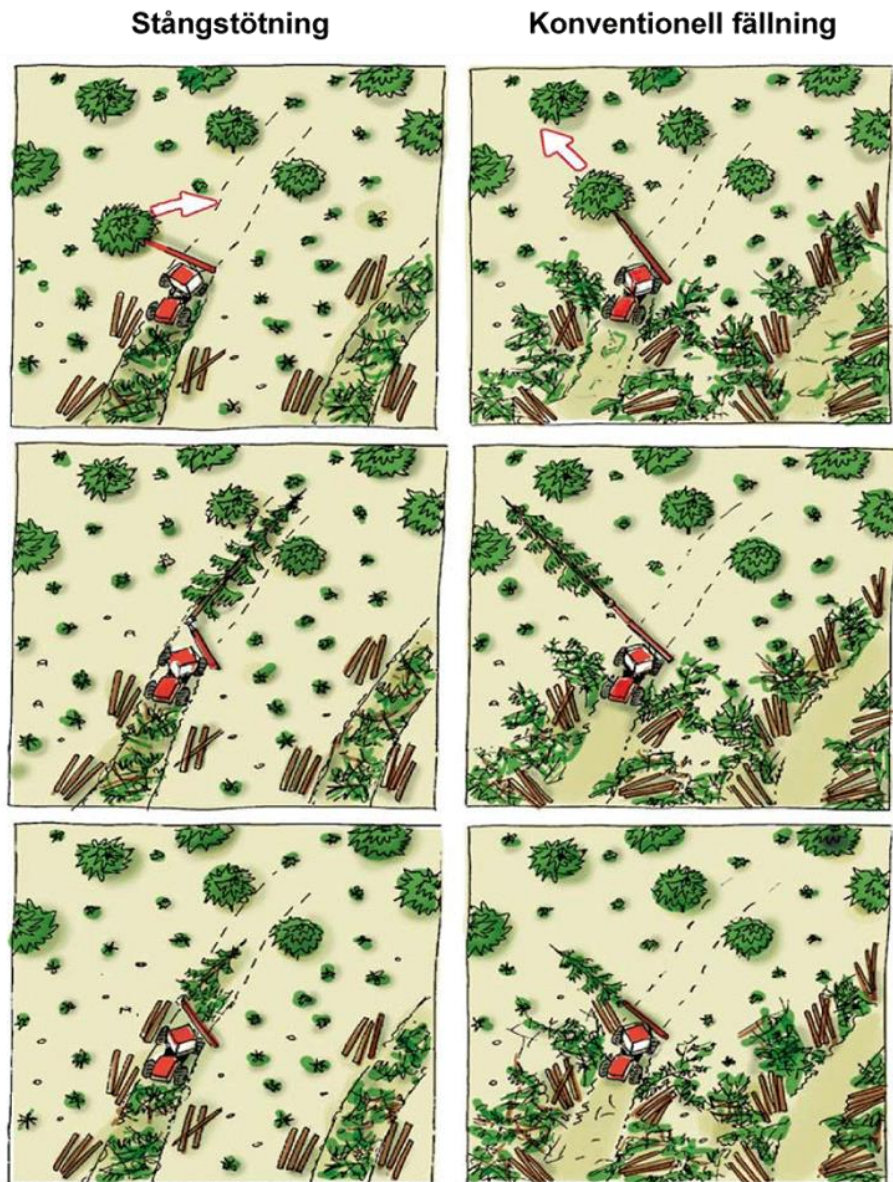


Illustration: Glöde och Sikström

Figur NF63 Illustration av stångstötning och konventionell fällning. Stångstötning innebär att trädet fälls med toppen in mot stickvägen. I fällningsögonblicket, just när trädet börjar falla, lyfter/knuffar skördaren trädet i fallriktningen mot stickvägen. Kronan landar i stickvägen, medan rotändan hålls fast i aggregatet och lyfts över förnyringen. Bild Anna Marconi.

Överst: Pilarna anger fällningsriktningen.

Mellan: Det fällda trädets placering i förhållande till stickvägen.

Nederst: Hur trädet upparbetas och virket fördelas i förhållande till stickvägen.⁴³⁴

⁴³⁴ Sikström, U. & Glöde, D. 2000. Damage to *Picea abies* regeneration after final cutting of shelterwood with single- and double-grip harvester systems. *Scandinavian Journal of Fo-rest Research* 15: 274–283.

Vinterförhållanden

Avverkar man när plantorna är snötäckta bör man välja en tidpunkt med hård skare eller packad snö. Enbart ett djupt snötäcke är ingen garanti för att plantorna är skyddade. Är snön lös kan det vara bättre att vänta tills man ser hur plantor och luckor är fördelade.

Det är olämpligt att avveckla en skärm vid sträng kyla när plantorna är mycket sköra.

Avverkningsmetod

Motormanuell fällning och upparbetning orsakar färre skador i plantbeståndet än avverkning med skördare, men virket sprids mer i beståndet.

Avverkning med skördare ger virke koncentrerat i högar längs hjulspåren.

Efter skotning blir därför skadorna på plantbeståndet ungefär desamma oavsett metod. Valet av avverkningsteknik styrs mer av ekonomiska faktorer än av hur metoderna orsakar skador i för yngningen.

Återväxtinventering

En återväxtinventering bör göras något år efter skärmavvecklingen.⁴³⁵ Behövs hjälpplantering för att få en tillräckligt bra för yngning?

⁴³⁵ Återväxtinventering beskrivs i kapitlet ”Arbetsgång vid naturlig för yngning av tall”, s. 109.

Kombinationsmetoder

Det är möjligt att nyttja naturlig förnyring i kombination med skogsodling (plantering eller sådd). Den i Sverige vanligaste kombinationen är att plantera gran under skärmar som domineras av tall, ibland kallad *Drettingemetoden* eller *Kombinationsmetoden*^{436,437}. Metoden har utvecklats i södra Sverige och främst provats i denna del av landet. Det förekommer också andra kombinationer, till exempel sådd av tall under tallskärm och plantering av gran under granskärm.^{438,439}

Några skäl för att använda kombinationsmetoder är att:

- etablera blandbestånd av tall och gran
- använda skogsodling som komplement till naturlig förnyring i områden där man är osäker på att lyckas med enbart naturlig förnyring (livrem och hängslen!)
- få högre överlevnad av skogsodlade plantor genom att utnyttja skärmens skyddande funktioner⁴⁴⁰
- förbättra virkesegenskaper för skogsodlade plantor (mindre frostsador och långsammare ungdomstillväxt)
- av estetiska skäl använda skärm där skogsodling är den huvudsakliga förnyringemetoden (undvika kalavverkning).

Drettingemetoden eller Kombinationsmetoden

I detta avsnitt ges en beskrivning av *Drettingemetoden* (*Kombinationsmetoden*). Hittills utförda studier visar på en god samstämmighet i resultat. Det är uppenbart att planterade granplantors etablering gynnas liksom den naturliga förnyringen. Granplantorna har dock generellt fått för stort försprång gentemot de naturligt förnygrade tallplantorna. Därmed har många bestånd blivit grandominerade istället för blandbestånd. Därför måste den ursprungliga metoden utvecklas/modifieras.

Ett landsomfattande experiment

I ett landsomfattande experiment på 22 lokaler i Sverige jämfördes *Drettingemetoden* (med och utan markberedning), med kalhuggning (med och utan markberedning)⁴⁴¹. Objekten hade som regel vegetationstypen blåbär

⁴³⁶ Freij, J. 1990. Drettingemetoden – kombinerad plantering och naturlig förnyring under skärm. Skogsarbeten. *Resultat* 6–1990.

⁴³⁷ Karlsson, C. & Örlander, G. 2004. Naturlig förnyring av tall. Skogsstyrelsen. *Rapport* 4–2004.

⁴³⁸ Holgén, P. & Hånell, B. 2000. Performance of planted and naturally regenerated seedlings in *Picea abies*-dominated shelterwood stands and clearcuts in Sweden. *Forest Ecology and Management* 127: 129–138.

⁴³⁹ Hannerz, M. 1996. Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) planted under shelterwood – a need for new adaptation targets? Skogforsk. *Work report* 337.

⁴⁴⁰ Se ”Skärmeffekter”, s. 63.

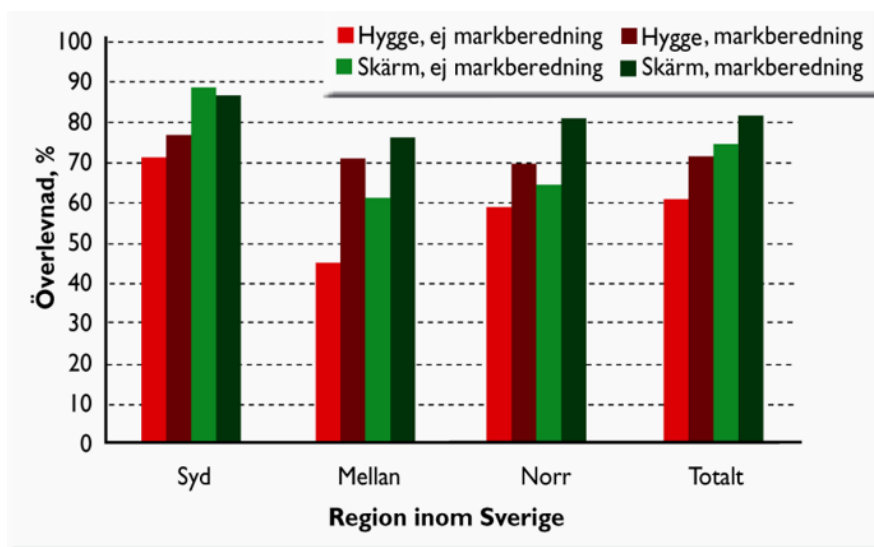
⁴⁴¹ Nilsson, U., Örlander, G. & Karlsson, M. 2006. Establishing mixed forests in Sweden by combining planting and natural regeneration – Effects of shelterwoods and scarification. *Forest Ecology and Management* 237: 301–311.

och ståndortsindex varierade mellan T20–G28. Markberedningen gjordes i de flesta fall året efter avverkning men med spridningen 0–3 år. Ingen hänsyn togs till antalet kottar i fröträden vid tidpunkten för markberedning. Planteringen skedde direkt efter markberedningen med insekticidbehandlade granplantor som var anpassade för förhållandena i respektive landsdel. På hälften av objekten i Götaland planterades 4-åriga barrotsplantor, medan 1–1,5-åriga täckrotsplantor planterades på de nordliga försökslokalerna.

Försöket visade att både markberedning och skärm ökade överlevnaden av de planterade plantorna. Överlevnaden var i genomsnitt för hela landet ca 80 % där skärm och markberedning kombinerats, medan den endast var 60 % vid plantering på hygge utan markberedning (figur NF64).

Höjden på plantorna var högre med än utan markberedning och tillväxten var som väntat lägre under skärm. Efter fem år var de planterade granarna nästan dubbelt så höga som de naturligt förnygrade tallarna.

Både markberedning och skärm bidrog generellt till ökat antal naturligt förnygrade tallplantor (figur NF65). Antalet plantor per hektar var markant högre på de mellansvenska ytorna än främst på de sydliga. I de sydsvenska försöken konstaterades en mycket hög avgång av tallar några år efter försökens start. Detta är ett fenomen som också ofta rapporteras av praktiker i området. Orsaken till de höga avgångarna är ej klarlagt, men svampskador (tallskytte, Gremmeniella) och viltbete anses vara de viktigaste orsakerna.



Figur NF64 De planterade granplantornas överlevnad 5 år efter plantering (20 försökslokaler).

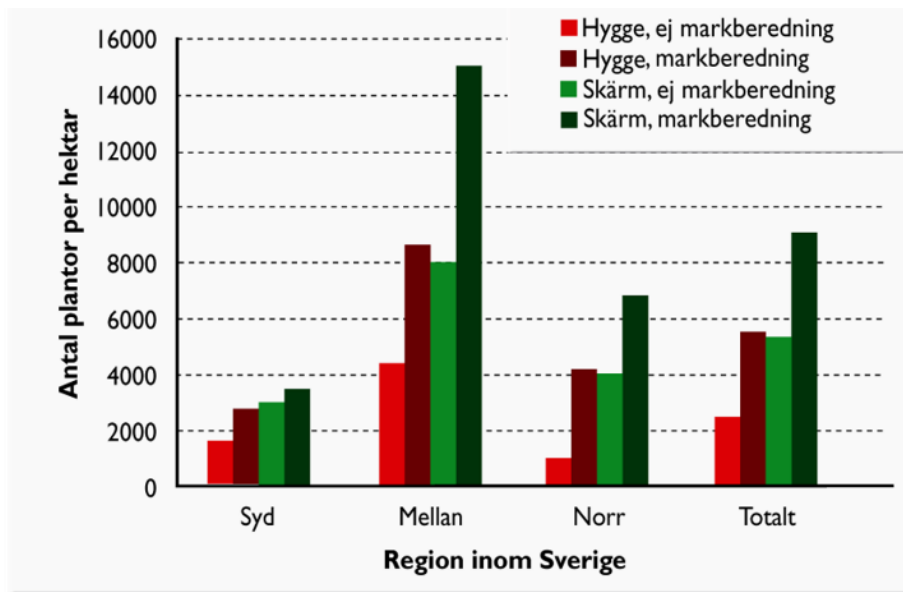


Illustration: Bo Persson

Figur NF65 Antal naturligt förnygrade tallplantor per hektar 5 år efter markberedning (18 försökslokaler).

En uppföljning av praktiken

I ett examensarbete studerades möjligheterna att erhålla en blandskog med hjälp av *Drettingemetoden*.⁴⁴² I studien utvärderades 20 praktiska planteringar i Bergslagen och 19 i centrala Småland. Objektens ståndortsindex låg i intervallet T24–G28. Markberedningen utfördes 0–3 år efter avverkning och planteringen inom 1 år efter markberedning (undantaget ett objekt). Studien visade att det i de flesta fall går att skapa en blandskog av tall och gran, men att tallen hade betydligt lägre höjd än granen. Förutsättningarna för att skapa blandskog bedömdes generellt som bättre i Bergslagen än i Småland, sannolikt beroende på den rikligare förekomsten av naturligt förnygrade tallplantor (jämför regionerna Mellan och Syd i figur NF65).

Några praktiska råd vid användning av *Drettingemetoden* (*Kombinationsmetoden*)

Metoden passar främst på friska ståndorter med blåbärsris eller gräs (ståndortsindex T24–T26) och innebär vanligen att en tallskärm med 100–150 träd per hektar lämnas (grundyta ca 10 m²). Skärmen kan även innehålla löv och gran. För etablering av skärmställningen hänvisas till det tidigare kapitlet ”Arbetsgång vid naturlig förnyring av tall”. Markberedning är oftast nödvändig att utföra på de angivna marktperna, gärna en harvning som frilägger en stor andel av mineraljorden. Detta ger goda chanser till riklig naturlig förnyring.

⁴⁴² Persson, A. & Andersson, R. 2004. Kombinationsmetoden – Går det att skapa blandskog? SLU, inst. för sydsvensk skogsvetenskap. *Examensarbete* 49.

Viktigt att tallen och granen får liknande höjdtveckling

För att man ska lyckas etablera en blandskog måste tallen och granen få ungefär samma höjdtveckling. Hittills vunna erfarenheter visar att kombinationsmetoden ger en god etablering av gran. Det gör att granen ofta bibehåller sitt försprång och att tallen riskerar att konkurreras ut om blandningen sker stamvis. Detta är mest uttalat då metoden tillämpas i Götaland.

Nedan listas några möjligheter att minska skillnaderna i höjd mellan tall och gran:

- Genom att vänta med markberedningen tills hösten före ett rikt fröfall kan man räkna med att de flesta tallplantorna etableras året efter markberedningen.
- Plantera 1–2 år efter markberedningen. Problemet med detta förfarande är att planteringen ofta lyckas sämre eftersom markberedningen inte längre är färsk.
- Använda små granplantor och plantera direkt i anslutning till markberedningen.
- Utjämna höjdskillnaderna med röjning vid ett eller flera tillfällen. Detta kan dock leda till produktionsförluster då de största träden kan behöva tas bort.

Antalet planterade granplantor kan minskas

Eftersom överlevnaden för gran förbättras med skärm och markberedning kan man minska det rekommenderade plantantalet med ca 500 plantor per hektar jämfört med vanlig plantering på hygge och ändå få samma antal huvudplantor.

Beroende bland annat på syfte, bonitet och etableringssvårigheter varierar rekommendationerna för antalet granplantor mellan 1 000 och 2 500 per hektar. Om syftet är att skapa ett blandbestånd eller att använda granen som komplement (hängslen) till tall rekommenderas det lägre antalet. Är syftet däremot att använda skärmen som skydd eller kvalitetsförbättrare för granplantorna rekommenderas det högre antalet, eftersom man då siktar mot rena granbestånd.

Ekonomisk kalkyl

Valet av föryngringsmetod styrs bland annat av kravet på att metoden ska ge en hög ekonomisk förräntning. Att själv upprätta en kalkyl är lärorikt och kan ge nya insikter, bland annat om hur mycket anläggningskostnaden betyder i förhållande till intäkter vid avverkningar⁴⁴³.

Nuvärdeskalkylen

Nedan har några ekonomiska kalkyler gjorts för olika föryngringsmetoder. Vi har använt nuvärdeskalkyl för att beräkna olika skogsbruksmetoders lönsamhet. Nuvärdet är summan av alla kostnader och intäkter diskonterade till nutid⁴⁴⁴.

Kalkylräntan har satts till 2,5 %, vilket är en realistisk real ränta att förvänta sig av skogen. När nuvärdet blir 0 har investeringen gett 2,5 % real ränta i avkastning. Ur företagsekonomisk synpunkt väljs vid jämförelser det alternativ som ger högst nuvärde. I verkligheten tar man hänsyn till andra faktorer också. Små förändringar i antaganden om kostnader och intäkter i kalkylen, särskilt de första 10 åren, kan förändra det slutliga nuvärdet ganska mycket. Därför bör den intresserade skogsägaren göra en egen kalkyl som hen tror på.

Kalkylerna ska ses som exempel. I kalkylerna har vi använt datorprogrammet DT som utvecklats vid SLU.⁴⁴⁵ I programmet bestämmer användaren ståndortsindex, gallringsprogram, geografiskt läge, priser på massaved och olika timmersortiment med mera. Vi har använt priser som ungefärligen gäller för normalsortiment i Dalarna år 2008.

Jämförelse mellan naturlig föryngring, plantering och sådd av tall

Förutsättningar i kalkylexemplet är:

| | Plantering | Naturlig föryngring | Sådd |
|-----------------------------|------------|----------------------------------|------|
| Ståndortsindex | T22 | T22 | T22 |
| Antal röjningar | 1 | 2 | 2 |
| Omloppstid | 100 år | 110 år | 105 |
| Tillväxt på fröträd (10 år) | 0 | 20 m ³ sk/ha | 0 |
| Avgång av fröträd | 0 | 7 m ³ sk/ha (ca 10 %) | 0 |

De avgångna fröträden har ej tagits tillvara. Samma virkesproduktion och gallringsprogram har antagits gälla för de tre metoderna, men eftersom föryngringstiden är 5 år längre för sådd och 10 år längre för naturlig föryngring görs varje avverkning 5 år respektive 10 år senare. För planterad tall har slutavverkningen antagits ge ett något lägre pris per m³ på grund av lägre sågtimmerkvalitet än för sådd och naturligt föryngrad tall (tabell NF3).

⁴⁴³ Håkansson, M. & Larsson, M. 1998. *Skogsbrukets ekonomi*. LT:s förlag.

⁴⁴⁴ Diskontera: Beräkna vad en framtida kostnad eller intäkt är värd idag.

⁴⁴⁵ Se: <http://www-gran.slu.se/Webbok/PDFdokument/GranmodellenMoM.pdf>

Tabell NF3 Exempel på ekonomisk kalkyl där plantering, naturlig förnygring och sådd jämförs för tall. Ståndortsindex T22.

| Kalkyl för plantering | Nominellt | Diskont.-faktor | Nuvärde 2,5 % | Volymuttag m ³ sk/ha |
|---|-----------|-----------------|-----------------|---------------------------------|
| Markberedning år 2: | -1 500 kr | 0,952 | -1 428 kr | |
| Plantering år 2, 2500 pl/ha (1,80 planta+1,20 arbete) | -7 500 kr | 0,952 | -7 140 kr | |
| Röjning år 15 | -3 500 kr | 0,691 | -2 419 kr | |
| Gallring år 38, 58 m ³ sk x 100 kr/m ³ sk | 5 800 kr | 0,391 | 2 268 kr | 58 |
| Gallring år 51, 79 m ³ sk x 150 kr/m ³ sk | 11 850 kr | 0,284 | 3 365 kr | 79 |
| Gallring år 71, 95 m ³ sk x 250 kr/m ³ sk | 23 750 kr | 0,173 | 4 109 kr | 95 |
| | 102 200 | | | |
| Slutavverkning år 100: 292 m ³ sk x 350 kr/m ³ sk | kr | 0,085 | 8 687 kr | 292 |
| Summa | | | 7 442 kr | 524 |

| Kalkyl för naturlig förnygring | Nominellt | Diskont.-faktor | Nuvärde 2,5 % | Volymuttag m ³ sk/ha |
|--|------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|
| | -22 800 kr | | | |
| Minskad intäkt vid avverkn. 60 m ³ sk x 350 kr/m ³ sk | kr | 1,000 | -22 800 kr | |
| Markberedning år 3: | -1 500 kr | 0,929 | -1 394 kr | |
| Avverkning av fröträd år 10, 73 m ³ sk x 400 kr/m ³ sk | 29 200 kr | 0,781 | 22 805 kr | |
| Röjning 1, år 15 | -3 500 kr | 0,691 | -2 419 kr | |
| Röjning 2, år 25 | -5 000 kr | 0,539 | -2 695 kr | |
| Gallring år 48, 58 m ³ sk x 100 kr/m ³ sk | 5 800 kr | 0,306 | 1 775 kr | 58 |
| Gallring år 61, 79 m ³ sk x 150 kr/m ³ sk | 11 850 kr | 0,227 | 2 690 kr | 79 |
| Gallring år 81, 95 m ³ sk x 250 kr/m ³ sk | 23 750 kr | 0,135 | 3 206 kr | 95 |
| | 116 800 | | | |
| Slutavverkning år 110: 292 m ³ sk x 400 kr/m ³ sk | kr | 0,066 | 7 709 kr | 292 |
| Summa | | | 8 878 kr | 524 |

| Kalkyl för sådd | Nominellt | Diskont.-faktor | Nuvärde 2,5 % | Volymuttag m ³ sk/ha |
|---|-----------|-----------------|-----------------|---------------------------------|
| Markberedning och sådd år 2: | -5 000 kr | 0,943 | -4 715 kr | |
| Röjning 1, år 15 | -3 500 kr | 0,691 | -2 419 kr | |
| Röjning 2, år 25 | -5 000 kr | 0,539 | -2 695 kr | |
| Gallring år 43, 58 m ³ sk x 100 kr/m ³ sk | 5 800 kr | 0,346 | 2 007 kr | 58 |
| Gallring år 56, 79 m ³ sk x 150 kr/m ³ sk | 11 850 kr | 0,251 | 2 974 kr | 79 |
| Gallring år 76, 95 m ³ sk x 250 kr/m ³ sk | 23 750 kr | 0,153 | 3 634 kr | 95 |
| | 116 800 | | | |
| Slutavverkning år 105: 292 m ³ sk x 400 kr/m ³ sk | kr | 0,075 | 8 760 kr | 292 |
| Summa | | | 7 546 kr | 524 |

Vad visar denna kalkyl?

Vi kan ur denna kalkyl utläsa att naturlig förnygring gett det högsta nuvärdet, nämligen 8878 kr per hektar jämfört med 7546 kr per hektar för sådd och 7442 kr per hektar för plantering. För att förstå vad dessa summor innebär kan man göra följande jämförelse:

Tänk dig att man i stället för att markbereda och plantera år 2 hade investerat 9000 kr i ett realräntekonto och istället för att röja år 15 hade satt in ytterligare 3500 kr på samma konto. Nuvärdet av dessa investeringar är

10 987 kr (1428+7140+2419). Om dessa pengar förräntas med 2,5 % real ränta i 100 år växer kapitalet till 129 756 kr (prolongeringsfaktor⁴⁴⁶ 11,81).

Genom att investera pengarna i skog istället för på realräntekontot får man ytterligare 7442 kr i nuvärde som efter 100 år är värt 87 890 kr. Det totala värdet om 100 år är alltså i skogen (planteringsalternativet) värt $129\,756 + 87\,890 \text{ kr} = 217\,646 \text{ kr}$. Om realräntekontot i stället hade haft 3 % ränta så hade det givit ungefär samma summa som skogsplantering ($10\,987 \times 19,22 = 211\,170 \text{ kr}$).

Enligt kalkylen ger naturlig föryngring 1436 kr mer i nuvärde än plantering, vilket om 100 år är värt 17 077 kr (med 2,5 % real ränta).

Jämförelse mellan naturlig föryngring och plantering av gran

Förutsättningar i kalkylexemplet är:

| | Plantering | Naturlig föryngring |
|-----------------------------|------------|-----------------------------------|
| Ståndortsindex | G28 | G28 |
| Antal röjningar | 1 | 2 |
| Omloppstid | 100 år | 115 år |
| Tillväxt på fröträd (10 år) | 0 | 75 m ³ sk/har |
| Avgång av fröträd | 0 | 25 m ³ sk/ha (ca 15 %) |

De avgångna skärmträden har ej tagits tillvara. Samma virkesproduktion och gallringsprogram har antagits gälla för de två metoderna, men eftersom föryngringstiden är 15 år längre för naturlig föryngring görs varje avverkning 15 år senare. För planterad gran har slutavverkningen antagits ge ett något lägre pris per m³ på grund av lägre sågtimmerkvalitet än för naturligt föryngrad gran (tabell NF4).

⁴⁴⁶ Prolongera: Beräkna vad en kostnad eller intäkt är värd ett visst antal år fram i tiden.

Tabell NF4 Exempel på ekonomisk kalkyl där plantering och naturlig förnyring jämförs för gran. Ståndortsindex G28.

| Kalkyl för plantering | Nominellt | Diskont.-faktor | Nuvärde 2,5 % | Volymuttag m ³ sk/ha |
|---|------------|-----------------|------------------|---------------------------------|
| Markberedning år 2: | -1 500 kr | 0,952 | -1 428 kr | |
| Plantering år 2, 2500 pl/ha (1,80 planta + 1,20 arbete) | -7 500 kr | 0,952 | -7 140 kr | |
| Röjning år 15 | -3 500 kr | 0,691 | -2 419 kr | |
| Gallring år 36, 60 m ³ sk x 100 kr/m ³ sk | 6 000 kr | 0,391 | 2 346 kr | 60 |
| Gallring år 50, 79 m ³ sk x 150 kr/m ³ sk | 11 850 kr | 0,284 | 3 365 kr | 79 |
| Gallring år 70, 114 m ³ sk x 250 kr/m ³ sk | 28 500 kr | 0,173 | 4 931 kr | 114 |
| Slutavverkning år 100: 452 m ³ sk x 350 kr/m ³ sk | 158 200 kr | 0,085 | 13 447 kr | 452 |
| Summa | | | 13 102 kr | 705 |

| Kalkyl för naturlig förnyring av gran | Nominellt | Diskont.-faktor | Nuvärde 2,5 % | Volymuttag m ³ sk/ha |
|--|------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|
| Minskad intäkt vid avverkn. 150 m ³ sk x 380 kr/m ³ sk | -57 000 kr | 1,000 | -57 000 kr | |
| Markberedning år 3: | -2 000 kr | 0,929 | -1 858 kr | |
| Avverkning av skärmträd år 15, 200 x 400 kr/m ³ sk | 80 000 kr | 0,691 | 55 280 kr | |
| Röjning år 20 | -3 500 kr | 0,610 | -2 135 kr | |
| Röjning år 30 | -5 000 kr | 0,477 | -2 385 kr | |
| Gallring år 51, 60 m ³ sk x 100 kr/m ³ sk | 6 000 kr | 0,284 | 1 704 kr | 60 |
| Gallring år 65, 79 m ³ sk x 150 kr/m ³ sk | 11 850 kr | 0,201 | 2 382 kr | 79 |
| Gallring år 85, 114 m ³ sk x 250 kr/m ³ sk | 28 500 kr | 0,123 | 3 506 kr | 114 |
| Slutavverkning år 115: 452 m ³ sk x 400 kr/m ³ sk | 180 800 kr | 0,058 | 10 486 kr | 452 |
| Summa | | | 9 980 kr | 705 |

Vad visar denna kalkyl?

Kalkylen visar att plantering ger ett högre nuvärde på drygt 3000 kr. Detta beror i huvudsak på att förnyringstiden för naturlig förnyring av gran är lång och att i kalkylen antas att 15 % av skärmträden dör utan att tas tillvara. Om alla skärmträd skulle överleva skulle nuvärdet i den naturliga förnyringen öka med ca 7 000 kr, och därmed skulle denna metod bli lönsamast.

Tillväxten i en granskärm är betydande under förnyngsperioden. Man förfäras gärna av 25 kubiketers avgång, men förbiser kanske 75 kubiketers tillväxt.

Litteratur

- Ackzell, L. 1993. A comparison of planting, sowing and natural regeneration for *Pinus sylvestris* (L.) in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management* 61: 229–245.
- Ackzell, L., Elfving, B. & Lindgren, D. 1994. Occurrence of naturally regenerated and planted main crop plants in plantations in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management* 65: 105–113.
- Agestam, E., Ekö, P.M. & Johansson, U. 1998. Timber quality and volume growth in naturally regenerated and planted Scots pine stands in S.W. Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 204.
- Akselsson, C., Westling, O. & Örlander, G. 2007. Skogsskötsel och vattenkvalitet. En sammanställning av resultat från skärm- och bårdförsök inom SUFOR. *IVL Rapport B1752*.
- Almqvist, C., Bergsten, U., Bondesson, L. & Eriksson, U. 1988. Predicting germination capacity of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seeds using temperature data from weather stations. *Canadian Journal of Forest Research* 28: 1530–1535.
- Ammer, C. 2002. Response of *Fagus sylvatica* Seedlings to Root Trenching of Overstorey *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 408–416.
- Andersson, O. 1988. Granmarbuskar som inslag vid beståndsanläggning. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport 24*.
- Andersson, O. & Fries, J. 1979. Ett exempel på tillväxten hos fröträd av tall. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2: 112–122.
- Artdatabanken. 2016. *Rödlistade arter i Sverige 2015*. Artdatabanken, SLU.
- Assidomän. 1999. *Handbok i återväxtplanering*.
- Beland, 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: 247–255.
- Bergan, J. 1971. Skjermforyngelse av gran sammenlignet med planting i Grane i Nordland. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 28: 191–211.
- Bergquist, J., Fries, C. & Svensson, L. 2017. Skogsstyrelsens återväxtuppföljning. Resultat från 1999–2016. Skogsstyrelsen. *Rapport 6–2017*.
- Bergquist, J., Kullberg, Y. & Örlander, G. 2001. Effects of shelterwood and soil scarification on deer browsing on planted Norway spruce *Picea abies* L. (Karst.) seedlings. *Forestry* 74: 359–367.
- Bergquist, J. & Örlander, G. 1995. Browsing deterrent and phytotoxic effects of roe deer repellents on Scots pine (*Pinus sylvestris*) and Norway spruce (*Picea abies*) seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11: 145–152.
- Bergquist, J. & Örlander, G. 1998. Browsing damage by roe deer on Norway spruce seedlings planted on clearcuts of different ages: 1. Effect of slash, vegetation development, and roe deer density. *Forest Ecology and Management* 105: 283–293.
- Bergquist, J., m.fl. 2002. *Vilt och skog. Information om aktuell forskning vid SLU om vilt och dess påverkan på skogen och skogsbruket. Asa och Tönnersjöhedens försöksparker samt SVS Jönköping-Kronoberg*, Temaexkursion 1. SLU, Asa försökspark.
- Bergquist, J., Örlander, G. & Nilsson, U. 2003. Interactions among forest regeneration treatments, plant vigour and browsing damage by deer. *New Forests* 25: 25–40.
- Bergsten, U. 1985. A study on the influence of seed predators at direct seeding of *Pinus sylvestris* L. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapporter* 13.
- Bergström, R. & Bergquist, G. 1997. Frequencies and patterns of browsing by large herbivores on conifer seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12: 288–294.

- Bjor, K. 1971. Forstmeteorologiske, jordbunnsklimatiske og spireøkologiske undersøkelser. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 108, Bind 28: 429–526.
- Björkman, E. 1945. Studier över ljusets betydelse för förnygringens höjdtillväxt på norrländska tallhedar. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 34: 497–542.
- Boratynska, K. 2007. Geographic distribution. I: Tjoelker, M.G., Boratynski, A. & Bugala, W. (redaktörer): Biology and Ecology of Norway spruce. *Forestry Sciences* 78: 23–36.
- Braastad, H. & Tveite, B. 2000. Ungskogpleie i granbestand. Effekten på tilvekst, diameterfordelning, kronehøyde og kvisttykkelse. *Rapport fra skogforskningen* 11.
- Braathe, P. 1953. Undersøkelser over utviklingen av glissen gjenvekst av gran. *Meddelelser fra det Norske Skogforsøksvesen* 7:2.
- Braathe, P. 1956. Skermstilling og dens betydning for fornygelsen, *Tidsskrift for Skogbruk* 64: 21–31.
- Børset, O. 1965. *Skogskjøtsel 1, Skogøkologi*. Landbruksforlaget, Oslo.
- Butovitsch, V. 1938. Om granbarkborrens massförökning i södra Dalarna. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidsskrift* 2.
- Carlsson, L. & Boström, M. 2014. *Skog och Ren*. Utgiven av: Projektet Kompetensutveckling Skogsbruk och Rennäring.
- Downey, M. 2015. *Post-harvest natural regeneration dynamics across forest gaps in Central Finland*. M.Sc. Thesis. University of Helsinki, Department of Forest Sciences. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/158975>.
- Ebeling, F. 1979. Mera skog norr. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidsskrift* 4.
- Eiche, W. 1966. Cold damage and plant mortality in experimental provenance plantations with Scots pine in northern Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 36.
- Eidmann, H.H. & Klingström, A. 1990. *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag.
- Eklundh-Ehrenberg, C. & Simak, M. 1956. Flowering and pollination in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 46:12.
- Ekö, P.M. & Agestam, E. 1994. A comparison of naturally regenerated and planted Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on fertile sites in southern Sweden. *Forest & Landscape research* 1: 111–126.
- Eliasson, L., Lageson, H. & Valinger, E. 2003. Influence of sapling height and temperature on damage to advance regeneration. *Forest Ecology and Management* 175: 217–222.
- Elfving, B. 1992. Återväxtens etablering och utveckling till röjningstidpunkten. SLU, inst. för skogsskötsel. *Arbetsrapporter* 67.
- Ericson, B., Johnson, T. & Persson, A. 1973. Ved och sulfatmassa från tall i orörda bestånd. Skogshögskolan inst. för skogsproduktion. *Rapporter och Uppsatser* 25.
- Eriksson, G., Jonsson, A. & Lindgren, D. 1973. Flowering in a clone trial of *Picea abies*. *Studia Forestalia Suecica* 110, 39 s.
- Eriksson, Å. & Moen, J. 2008. Effekter av skogsbruk på rennärningen – en litteraturstudie. Skogsstyrelsen. *Rapport* 18–2008.
- Fahlvik, N., Ekö, P.M. & Pettersson, N. 2005. Influence of precommercial thinning grade on branch diameter and crown ratio in *Pinus sylvestris* in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 243–251.
- Forslund, K.-H. 1944. Något om djurlivets inverkan på barrskogens naturliga förnygring. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidsskrift* 42: 366–376.
- Freij, J. 1990. Drettingemetoden - kombinerad plantering och naturlig förnygring under skärm. Skogsarbeten. *Resultat* 6–1990.
- Fries, J. 1979. Naturlig förnygring inom Siljansfors försökspark. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidsskrift* 2: 96–112.

- Gemmel, P. 1999. Är det lönt att hjälpplantera? I: *Nu är det slut! Slutrapport från programmet för sydsvensk skogsforskning*. SLU, inst. för sydsvensk skogsvetenskap, s. 41.
- Glöde, D. 2002. Survival and growth of *Picea abies* regeneration after shelterwood removal with single and double grip harvester. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 417–426.
- Glöde, D. & von Hofsten, H. 1999. Förnyngningsresultat efter markberedning under högskärm av gran med Bräcke B390 och Huddig 960. *Skogforsk. Arbetsrapport* 419, s. 1–15.
- Glöde, D. & Sikström, U. 2001. Förnyring av gran under högskärm. *Handledning från Skogforsk*.
- Glöde, D. & Sikström, U. 2001. Two felling methods in final cutting of shelterwood, Single-grip harvester productivity and damage to the regeneration. *Silva Fennica* 35: 71–83.
- Goulet, F. 1995. Frost heaving of forest tree seedlings: a review. *New Forests* 9: 67–94.
- Graber, R.E. 1971. Frost heaving seedling losses can be reduced. *USDA Tree Planters' Notes*, 22(4): 24–28.
- Granström, A. 1982. Seed banks in five boreal stands originating between 1810 and 1963. *Canadian Journal of Botany* 60: 1815–1821.
- Granström, A. 1986. *Seed banks in forest soils and their role in vegetation succession after disturbance*. SLU, inst. för skoglig ståndortslära. Doktorsavhandling.
- Granström, A. 2017. Rotmurkla. I: *Skogsskötselserien* nr 12, Skador på skog, del 1. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.
- Granström, A., Ericsson, O. & Schimmel, J. 1995. Fröet, grodden och fienderna. *Skog & Forskning* 1: 34–40.
- Hagner, M. 2005. *Naturkultur*. Mats Hagners Bokförlag, Umeå.
- Hagner, M. & de Jong, A. 1982. Radsådd efter harvning. Umeå universitet, inst. för skoglig produktionslära. *Rapport* 127.
- Hagner, S. 1958. Om kott- och fröproduktionen i svenska barrskogar. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 47:8.
- Hagner, S. 1962. Naturlig förnyring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4.
- Hagner, S. 1965. Cone crop fluctuations in Scots pine and Norway spruce. *Studia Forestalia Suecica* 33.
- Hagner, S. 1965. Om fröproduktion, fröträdsval och plantuppslag i försök med naturlig förnyring. *Studia Forestalia Suecica* 27.
- Haller, E. & Julius, H. 1908. *Skogshushållning*. Albert Bonniers förlag, Stockholm.
- Hallsby, G. 2007. *Nya Tidens Skog: skogsskötsel för ökad tillväxt*. LRF Skogsägarna.
- Hannerz, M. 1996. Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) planted under shelterwood – a need for new adaptation targets? *Skogforsk. Work report* 337.
- Hannerz, M., Almqvist, C. & Hörnfeldt, R. 2002. Timing of seed dispersal in *Pinus sylvestris* stands in central Sweden. *Silva Fennica* 36:4: 757–765.
- Hannerz, M. & Gemmel, P. 1994. Granförnyring under skärm – en litteraturstudie med kommentarer. *Skogforsk. Redogörelse* 4–1994.
- Hannerz, M. & Hånell, B. 1993. Changes in the vascular plant vegetation after different cutting regimes on a productive peatland site in central Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 193–203.
- Hannerz, M. & Hånell, B. 1997. Effects on the flora in Norway spruce forests following clearcutting and shelterwood cutting. *Forest Ecology and Management* 90: 29–49.

- Hansson, L. 2002. Smågnagarskador på skogsförnyringar. SLU. *Fakta Skog* 15–2002.
- Hansson, L. 2017. Smågnagarskador. I: *Skogsskötselserien* nr 12, Skador på skog, del 1. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.
- Hansson, P. Snöskytte. I: *Skogsskötselserien* nr 12, Skador på skog. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.
- Heikinheimo, O. 1937. Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24:4.
- Heikkilä, R. 1977. Destruction caused by animals to sown pine and spruce seed in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 89:5.
- Helles, F. 1983. Stormskade på skov – En litteraturgenomgång. *Dansk Skovforenings Tidsskrift* 68: 247–278.
- Hesselman, H. 1938. Fortsatta studier över tallens och granens fröspridning samt kalhyggets besåning. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 31.
- von Hofsten, H. & Weslien, J.-O. 2005. Temporal patterns of seedling mortality by pine weevils (*Hylobius abietis*) after prescribed burning in northern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 130–135.
- Holgén, P. & Hånell, B. 2000. Performance of planted and naturally regenerated seedlings in *Picea abies*-dominated shelterwood stands and clearcuts in Sweden. *Forest Ecology and Management* 127: 129–138.
- Holt-Hanssen, K. 2002. Effects of seedbed substrates on regeneration of *Picea abies* from seeds. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17: 511–521.
- Holt-Hanssen, K., Granhus, A., Brække, F.H. & Haveran, O. 2003. Performance of sown and naturally regenerated *Picea abies* seedlings under different scarification and harvesting regimens. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 351–361.
- Hytönen, J. 1992. Allelopathic potential of peatland plant species on germination and early seedling growth of Scots pine, silver birch and downy birch. *Silva Fennica* 26:2: 63–73.
- Hånell, B. 1991. Förnyelse av gransumpskog på bördiga torvmarker genom naturlig förnyring under högskärm. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapporter* 32.
- Hånell, B. 1992. Skogsförnyelse på högproduktiva torvmarker genom naturlig förnyring under högskärm. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapporter* 34.
- Hånell, B. & Ottosson-Löfvenius, M. 1994. Windthrow after shelterwood cutting in *Picea abies* peatland forests. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 261–269.
- Håkansson, M. & Larsson, M. 1998. *Skogsbrukets ekonomi*. LT:s förlag.
- Hägglund, B. & Lundmark, J.-E. 1981. *Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem. Del 1. Definitioner och anvisningar*. Skogsstyrelsen.
- Hökkä, H., Repola, J., Moilanen, M. & Saarinen M. 2011. Seedling survival and establishment in small canopy openings in drained spruce mires in Northern Finland. *Silva Fennica* 45(4): 633–645.
- Hökkä, H., Repola, J., Moilanen, M. & Saarinen, M. 2012. Seedling establishment on small cutting areas with or without site preparation in a drained spruce mire – a case study in Northern Finland. *Silva Fennica* 46(5): 695-705.
- Hökkä, H. & Mäkelä, H. 2014. Post-harvest height growth of Norway spruce seedlings in northern Finland peatland forest canopy gaps and comparison to partial and complete canopy removals and plantations. *Silva Fennica* 48(5): 1-16.
- Hörnberg, G., Ohlson, M. & Zackrisson, O. 1997. Influence of bryophytes and microrelief conditions on *Picea abies* seed regeneration patterns in boreal old-growth swamp forests. *Canadian Journal of Forest Research* 27: 1015–1023.
- Ingelög, T. 1974. Vegetationsförändringar efter förnyelseingrepp. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidsskrift* 1: 91–103.

- Jeansson, E. & Laestadius, L. 1981. Markberedning, naturlig föryngring och beståndsföryngring vid återbeskogning i Sovjet. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapporter* 6.
- Jense, B. 2004. *Nordens Däggdjur*. Bokförlaget Prisma.
- Johnsson, H., Kiellander, C.L. & Stefansson, E. 1953. Kottutveckling och fröbeskaffenhet hos ympträd av tall. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 51: 358–389.
- Jonsson, B. 1995. Thinning response functions for single trees of *Pinus sylvestris* (L.) and *Picea abies* (L.) Karst. *Scandinavian Journal of Forest Research* 10: 353–369.
- Kardell, L. 1973. *Tallfröstudier i Norrland 1: Studier över tallens (Pinus sylvestris L.) frö- och kottmognad i södra Västerbottens inland*. Allmänna Förlaget, Lund.
- Kardell, L. & Eriksson, L. 1983. Skogsbär och skogsskötsel – Skogsskötselmetodernas inverkan på bärproduktionen. SLU, avd. för landskapsvård. *Rapport* 30.
- Karlsson, C. 1995. Stormfällningen i Siljansfors. *Skog & Forskning* 3: 52–56.
- Karlsson, C. 2000. Seed production of *Pinus sylvestris* after release cutting. *Canadian Journal of Forest Research* 30: 982–989.
- Karlsson, C. 2001. Ny metod talar om när det är dags att markbereda. *Skogseko* 1–2001, s. 16–17.
- Karlsson, C. 2002. Skador och höjdtillväxt på tallplantor efter avverkning av fröträd. SLU, Siljansfors försökspark. *Arbetsrapport* 1.
- Karlsson, C. 2006. Fertilization and release cutting increase seed production and stem diameter growth in Scots pine (*Pinus sylvestris*) seed trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 317–326.
- Karlsson, C. & Örlander, G. 2000. Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed tree stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 256–266.
- Karlsson, C. & Örlander, G. 2002. Mineral nutrients in needles of *Pinus sylvestris* seed trees after release cutting and their correlations with cone production and seed weight. *Forest Ecology and Management* 166: 183–191.
- Karlsson, C. & Örlander, G. 2004. Naturlig föryngring av tall. Skogsstyrelsen. *Rapport* 4–2004.
- Kempe, G., Nilsson, P. & Toet, H. 2004. *Skogsdata 2004. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Föryngringar*. SLU, inst. f. skoglig resurshushållning.
- Koistinen, E. & Valkonen, S. 1993. Models for height development of Norway spruce and Scots pine advance growth after release in southern Finland. *Silva Fennica* 27(3): 179–194.
- Koski, V. & Tallqvist, R. 1978. Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees. *Folia Forestalia* 364.
- Laiho, O. 1987. Susceptibility of forest stands to windthrow in southern Finland. *Folia Forestalia* 706. (På finska med engelsk sammanfattning.)
- Langvall, O., Hannerz, M. & Nilsson, U. 2005. Räkna med frost – på webben, *Plantaktuellt* 3–2005.
- Langvall, O. & Örlander, G. 2001. Effects of pine shelterwoods on microclimate and frost damage to Norway spruce seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 155–164.
- Larsson, T. 1973. Smågnagarskador på skogskulturer i Sverige 1900–1970. Skogshögskolan, inst. för skogszoologi. *Rapporter och uppsatser* 14.
- Lavsund, S. 2003. Skogsskötsel och älgskador i tallungskog. Skogforsk. *Resultat* 6–2003.
- Lehto, J. 1956. Studies on the Natural Reproduction of Scots Pine on the Upland Soils of Southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 66:2.

- Leibundgut, H. 1984. *Die Waldpflege*. Verlag Paul Haupt, Bern.
- Leikola, M., Raulo, J. & Pukkala, T. 1982. Prediction of the variations of the seed crop of Scots pine and Norway spruce. *Folia Forestalia* 537: 1–60.
- Lekander, B. 1966. *Snytbaggeangrepp på en yta med självförnygrad tall i Vimmerbytrakten*. Skogshögskolan, Stencil.
- Lestander, T. 1984. Analyser av kott och frö från barrträd. *Information Skogsträdsförädling* 6.
- Lestander, T. 1987. Konsten att göra kott- och fröanalyser. Institutet för skogsförbättring. *Intern rapport* 174.
- Lexerød, N. 2001. Alternative skogbehandlingar- produksjon, virkeskvalitet, driftteknikk økonomi. Skogforsk. *Aktuelt fra skogforskningen* 4.
- Lindelöw, Å. 1992. *Hylastes cunicularis host orientation, impact of feeding in spruce plantations, and population sizes in relation to seedling mortality*. SLU, inst. för entomologi. Doktorsavhandling.
- Lindgren, K., Ekberg, I. & Eriksson, G. 1977. External factors influencing female flowering in *Picea abies*. *Studia Forestalia Suecica* 142.
- Lindström, A. 1998. Root deformation and its implications for containerized seedling establishment and future quality development. Skogforsk. *Redogörelse* 7–1998, s. 51–60.
- Lindström, A. & Rune, G. 1999. Root deformation in plantations of container-grown Scots pine trees: effects on root growth, tree stability and stem straightness. *Plant and soil* 217: 29–37.
- Lohmander, P. & Helles, F. 1987. Windthrow probability as a function of stand characteristics and shelter. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2: 227–238.
- Lundin, L. 1979. Kalhuggningens inverkan på markvattenhalt och grundvattennivå. SLU. *Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära* 36.
- Lundin, L. 1999. Effects on hydrology and surface water chemistry of regeneration cuttings in peatland forests. *International Peat Journal* 9: 118–126.
- Lundmark, J.-E. 1986. *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk del 1 – Grunder*. Skogsstyrelsen.
- Lundmark, J.-E. 1988. *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk del 2 – Tillämpning*. Skogsstyrelsen.
- Lundmark, T. & Hällgren, J.-E. 1987. Effects of frost on shaded and exposed spruce and pine seedlings planted in the field. *Canadian Journal of Forest Research* 17: 1197–1201.
- Lundqvist, L. & Valinger, E. 1995. Vind och snöskador – Slump och biomekanik. *Skog & Forskning* 3: 34–39.
- Majdi, H., Nylund, J.-E. & Ågren, G.I. 2007. Root respiration data and minirhizotron observations conflict with root turnover estimates from sequential soil coring. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22: 299–303.
- Matthews, J.D. 1994. *Silvicultural System*. Oxford University Press.
- Menkis, M., Burokiené, D., Stenlid, J. & Stenström, E. 2016. High-throughput sequencing shows high fungal diversity and community segregation in the rhizospheres of container-grown conifer seedlings. *Forests* 7(2), DOI: 10.3390/f7020044.
- Moberg, L. 2006. Predicting knot properties of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* from generic tree descriptors. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21: 48–61.
- Mullarney, K., Svensson, L. & Zetterström, D. 2004. *Fåglarna*. Albert Bonniers Förlag.
- Neckelmann, J. 1991. Erfaringer fra danske hugstforsøg. Forskningscentret for skov & landskab. *Kort meddelelse fra Forskningscenteret* 75.

- Niemistö, P., Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993. Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protracted regeneration period. *Folia Forestalia* 826.
- Nilsson, P., Cory, N., Fridman, J. & Kempe, G. 2012. *Skogsdata 2012. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Skogsodling, skogsvård och avverkning*. SLU, inst. f. skoglig resurshushållning.
- Nilsson, P., Cory, N. & Wikberg, P.-E. 2016. *Skogsdata 2016. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Skogen då, nu och i framtiden*. SLU, inst. f. skoglig resurshushållning.
- Nilsson, U., Örlander, G. & Karlsson, M. 2000. Naturlig förnyring av tall och anläggning av blandskog. SLU, inst. för sydsvensk skogsvetenskap. *Arbetsrapporter* 23.
- Nilsson, U., Örlander, G. & Karlsson, M. 2006. Establishing mixed forests in Sweden by combining planting and natural regeneration – Effects of shelterwoods and scarification. *Forest Ecology and Management* 237: 301–311.
- Nitare, J. 2000. *Signalarter – indikatorer på skyddsvärd skog. Flora över kryptogamer*. Skogsstyrelsen.
- Norberg, G. 2000. Steam treatment of forest ground vegetation to improve tree seedling establishment and growth. SLU, inst. för skoglig vegetationsekologi. *Silvestria* 170, Doktorsavhandling.
- Nordlander, G., Bylund, H., Örlander, G. & Wallertz, K. 2003. Pine weevil population density and damage to coniferous seedlings in regeneration areas with and without shelterwood. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 438–448.
- Nordlander, G., Örlander, G. & Langvall, O. 2003. Feeding by the pine weevil *Hyllobius abietis* in relation to sun exposure and distance to forest edge. *Agricultural and forest entomology* 5: 191–198.
- Nygren, M., Rissanen, K., Eerikäinen, K., Saksa, T. & Valkonen, S. 2017. Fröproduktion i flerskiktade granskogar. I: Hannerz, M., Nordin, A. & Saksa, T. (red.), Hyggesfritt skogsbruk. En kunskapssammanställning från Sverige och Finland. *Future Forests Rapportserie* 2017:1, s. 25–28. Kan läsas på nätet: http://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/f-for/pdf/ff-rapport_hyggesfritt_skogsbruk_en_kunskapssammanstallning-2017-04-02.pdf
- 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.
- Nylinder, P. & Hägglund, E. 1954. Ståndorts- och trädegenskapers inverkan på utbyte och kvalitet vid framställning av sulfitmassa av gran. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 44:11.
- Nystrand, O. & Granström, A. 1997. Forest floor moisture controls predator activity on juvenile seedlings of *Pinus sylvestris*. *Canadian Journal of Forest Research* 27: 1746–1752.
- Näslund, M. 1942. Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 33.
- Odin, H. 1974. Några meteorologiska förändringar vid hyggesupptagning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1: 60–65.
- Ohlson, M. & Zackrisson, O. 1992. Tree establishment and microhabitat relationships in north Swedish peatlands. *Canadian Journal of Forest Research* 22: 1869–1877.
- Ottosson-Löfvenius, M. 1993. *Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area*. SLU, inst. för skogsekologi. Doktorsavhandling.
- Ottosson-Löfvenius, M., Kluge, M. & Lundmark, T. 2003. Snow and soil frost depth in two types of shelterwood and a clear-cut area. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18: 54–63.

- Palviainen, M., m.fl. 2007. Development of ground vegetation biomass and nutrient pools in a clear-cut disc-plowed boreal forest. *Plan and Soil* 297: 43–52.
- Persson, A. 1977. Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall. Skogshögskolan inst. för skogsproduktion. *Rapporter och Uppsatser* 45.
- Persson, A. & Andersson, R. 2004. Kombinationsmetoden – Går det att skapa blandskog? SLU, inst. för sydsvensk skogsvetenskap. *Examensarbete* 49.
- Persson, H. 1980. Death and replacement of fine roots in a mature Scots pine stand. *Ecological Bullentins* 32: 251–260.
- Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och uppsatser* 23.
- Persson, P. 1975. Stormskador på skog. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och Uppsatser* 36.
- Petersson, M. & Örlander, G. 2003. Effectiveness of combinations of shelterwood, scarification, and feeding barriers to reduce pine weevil damage. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 64–73.
- Petersson, M. & Örlander, G. 2003. Combination of shelterwood, scarification, and seedling protection to reduce pine weevil damage. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 64–73.
- Pettersson, N. 1992. The effect on stand development of different spacing after planting and precommercial thinning in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* 34.
- Piirainen, S. 2007. Carbon, nitrogen and phosphorus leaching after site preparation at a boreal forest clear-cut area. *Forest Ecology and Management* 243: 10–18.
- Rappe George, M.O. m.fl. 2017. Nitrogen leaching following clear-cutting and soil scarification at a Scots pine site – A modelling study of a fertilization experiment. *Forest Ecology and Management* 385: 281–294.
- Rebane, A. 2001. Root function and morphology of *Pinus sylvestris* seedlings and its application in forest renewal. SLU, inst. för skogshushållning. *Rapport* 17. Licentiatavhandling.
- Remröd, J. 1977. *Blomning, skötsel och fröproduktion i tallplantager*. Institutet för Skogsförbättring. Stencil.
- Ring, E. 1996. Effects of previous N fertilizations on soil-water pH and N concentrations after clear-felling and soil scarification at a *Pinus sylvestris* site. *Scandinavian Journal of Forest Research* 11: 7–16.
- Ring, E., Högbom, L. & Jansson, G. 2013. Effects of previous nitrogen fertilization on soil-solution chemistry after final felling and soil scarification at two nitrogen-limited forest sites. *Canadian Journal of Forest Research* 43: 396–404.
- Ringborg, M. 2004. Tjäder länsade tallplantering. *Mora Tidning*. 9 augusti 2004.
- Robertsdotter-Gnojek, A. 1992. *Physiological response of suppressed Norway spruce to release from overstorey birch*. SLU, inst. för skogsproduktion. *Licentiatavhandling*.
- Rosvall, O., Jansson, G., Andersson, B., Ericsson, T., Karlsson, B., Sonesson, J. & Stener, L.-G. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Skogforsk. *Redogörelse* 1–2001.
- Rubner, K. 1932. Das ursprüngliche Areal der Fichte in Europa. *Beihefte zum Botanischen Centralblatt* 49: 396–407.
- Ruha, T. & Varmola, M. 1997. Precommercial thinning in naturally regenerated Scots pine stands in northern Finland. *Silva Fennica* 31(4): 401–415.
- Sahlén, K. 1992. *Anatomical and physiological ripening of Pinus sylvestris L. seeds in northern Fennoscandia*. SLU, inst. för skogsskötsel. Doktorsavhandling.

- Samils, B. 2017. Törskate. I: *Skogsskötselserien* nr 12, Skador på skog. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.
- Sarkkola, S., Hökkä, H., Koivusalo, H., Nieminen, M., Ahti, E., Päivänen, J. & Laine, J. 2010. Role of tree stand evapotranspiration in maintaining satisfactory drainage conditions in drained peatlands. *Canadian Journal of Forest Research* 40: 1485–1496. doi: 10.1139/X10-084.
- Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 53:4.
- Schimmel, J. 1993. *On Fire. Fire behaviour, fuel succession and vegetation response to fire in Swedish boreal forest*. SLU, inst. för skoglig vegetationsökologi. *Doktorsavhandling*.
- Sikström, U. 1997. Avgång i skärmen och plantetablering vid förnyring av gran under högskärm – en surveystudie. Skogforsk. *Arbetsrapport* 369.
- Sikström, U. 2014. Förnyring av gran under högskärm – Jämförelse av två gallringsformer vid den förberedande avverkningen. Skogforsk. *Arbetsrapport* 825.
- Sikström, U. & Glöde, D. 2000. Damage to *Picea abies* regeneration after final cutting of shelterwood with single- and double-grip harvester systems. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 274–283.
- Sikström, U. & Glöde, D. 1996. Studie av en- och tvågreppsskördare i skärnhuggning. Skogforsk. *Arbetsrapport* 316.
- Sikström, U. & Pettersson, F. 2005. Förnyring av gran under högskärm. Skogforsk. *Arbetsrapport* 589.
- Sikström, U., Pettersson, F. & Jacobsson, S. 2005. Naturlig förnyring av gran under högskärm. Skogforsk. *Resultat* 19–2005.
- Simak, M. 1972. Låga temperaturers inverkan på embryoutvecklingen hos tallfrö (*Pinus silvestris* L.). Skogshögskolan, inst. för skogsförnyring. *Rapporter och Uppsatser* 36.
- Simak, M. 1982. Analys av tall- och granfröets tekniska kvalitet och tillämpning av detta. SLU, inst. för skogsskötsel. *Arbetsrapport* 3.
- Skogsstyrelsen. 1992. *Kulturmiljövård i skogen*. Skogsstyrelsens förlag.
- Skogsstyrelsen. 1999. *Grönare skog*. Skogsstyrelsens förlag.
- Skogsstyrelsen. 2000. *Den spännande sumpskogen – om Sveriges sumpskogar och dess själ*. Skogsstyrelsens förlag.
- Skogsstyrelsen. 2002. Skogsvårdsorganisationens utvärdering av skogspolitikens effekter – SUS 2001. *Meddelande* 1–2002.
- Skogsstyrelsen. 2017. *INSTRUKTION för fältinventering vid återväxtuppföljning*. Version 4.6.
- Skogsstyrelsen. 2017. *Skogsvårdslagstiftningen. Gällande regler 1 april 2017*. Tillgänglig på: <http://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/lag-och-tillsyn/skogsvardslagen/skogsvardslagstiftning-2017.pdf>
- Skoklefald, S. 1967. Fristilling av naturlig gjenvækst av gran. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 23: 381–409.
- Skoklefald, S. 1985. *Natural regeneration of Norway spruce (Picea abies) and Scots pine (Pinus sylvestris) in Norway*. IUFRO WP S 1 05-08 Natural stand regeneration, 11 Sept. 1985.
- Skoklefald, S. 1989. Planting og naturlig foryngelse av gran under skjerm og på snauflete. Norsk institutt for skogforskning. *Rapport* 6.
- Skoklefald, S. 1992. *Naturlig foryngelse av gran och furu – En litteraturoversikt*. Norsk Institut for Skogforskning. Ås, Norge.
- Skoklefald, S. 1995. Spot scarification in a mountainous Scots pine forest in Norway. The Finnish Forest Research Institute. *Research Papers* 567: 85–90.
- Smith, D.M., Larson, B.C., Kelty, M.J. & Ashton, P.M.S. 1996. *The Practice of Silviculture*. John Wiley & Sons, New York.

- Steijlen, I., Nilsson, M.C. & Zackrisson, O. 1995. Seed regeneration of Scots pine in boreal forest stands dominated by lichen and feather moss. *Canadian Journal of Forest Research* 25: 713–723.
- Sterkenburg, E., Clemmensen, K.E., Lindahl, B.D. & Dahlberg, A. 2017. *The significance of retention trees for ectomycorrhizal fungi in managed Scots pine forests*. Manuskript.
- Sundkvist, H. 1993. *Forest regeneration potential of Scots pine advance growth in northern Sweden*. SLU, inst. för skogsskötsel. *Doktorsavhandling*.
- Sundkvist, H. 1994. Mortality of *Pinus sylvestris* advance growth in northern Sweden following overstorey removal. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 158–164.
- von Sydow, F. & Örlander, G. 1994. The influence of shelterwood density on *Hylobius abietis* (L.) occurrence and feeding on planted conifers. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 367–375.
- Sylvén, H. 1916. Något om våra mörghuggarens skadegörelse och utvecklingsmöjligheter. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 14: 667–695.
- Söderström, V. 1979. *Ekonomisk skogsproduktion, del 1–3*. LT:s förlag, Stockholm.
- Taesler, R. 1972. *Klimatdata för Sverige*. Bygghögskolan.
- von Teuffel, K., Heinrich, B. & Baumgarten, M. 2004. Present distribution of secondary Norway spruce in Europe. I: Spiecker, H., Hansen, J., Klimo, E., Skovsgaard, J.P., Sterba, H. & von Teuffel, K. (redaktörer): *Norway spruce conversion – options and consequences*. European Forest Institute *Research Report* 18, s. 63–96. Brill, Leiden – Boston.
- Thompson, S. 1981. Shoot morphology and shoot growth potential in 1-year-old Scots pine seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 11: 789–795.
- Thorsén, Å., Mattsson, S. & Weslien, J. 2001. Influence of stem diameter on the survival and growth of containerized Norway spruce seedlings attacked by Pine weevil (*Hylobius* spp.). *Scandinavian Journal of Forest Research* 16: 54–66.
- Tombre-Steen, I. 1991. Foraging behavior of the Parrot Crossbill (*Loxia pytyopsittacus*): Systematic searching in patchy environments. *Ornis Scandinavica* 23: 383–386.
- Troedsson, T. & Utbult, K. 1974. Hydrologiska och markfysikaliska förändringar genom kalhuggning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1: 66–74.
- Tönnies, S., Karjalainen, E., Löfström, I. & Neuvonen, M. 2004. Scenic impacts of retention trees in clear-cutting areas. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19: 348–357.
- Uggla, E. 1957. Mark- och lufttemperaturer vid hyggesbränning samt eldens inverkan på vegetation och humus. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 74: 443–500.
- Vaartaja, O. 1955. Factors causing mortality of tree seeds and succulent seedlings. *Acta Forestalia Fennica* 62.
- Varenius, K., Kårén, O., Lindahl, B. & Dahlberg, A. 2016. Long-term effects of tree harvesting on ectomycorrhizal fungal communities in boreal Scots pine forests. *Forest Ecology and Management* 380: 41–49.
- Varenius, K., Lindahl, B. & Dahlberg, A. 2017. The importance of seed and retention trees for the composition of ectomycorrhizal fungal communities following forest harvesting in Scots pine forests. *Journal of Applied Ecology*. Manuskript.
- Wahlgren, A. 1922. *Skogsskötsel*. P.A. Norstedt & Söners förlag, Stockholm.
- Wallertz, K., Örlander, G. & Luoranen, J. 2005. Damage by pine weevil *Hylobius abietis* to conifer seedlings after shelterwood removal. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: 412–420.

- Wennström, U. 2001. Direct seeding of *Pinus sylvestris* (L.) in the boreal forest using orchard or stand seed. SLU. *Silvestria* 204. Doktorsavhandling.
- Wennström, U. 2002. Skogssådd med inblandning av plantagefrö ger bättre återväxt. Skogforsk. *Resultat* 20–2002.
- Westerberg, D. & Berg, S. 1994. Avverkning av överståndare. Skogforsk. *Redogörelse* 10–1994.
- Westerberg, D. & von Hofsten, H. 1996. Markberedning under skärm. Skogforsk. *Resultat* 8–1996.
- Wilhelmsson, L., Eriksson, U. & Danell, Ö. 1993. Produktion av förädlat frö. Skogforsk. *Redogörelse* 3–1993, s. 17–23.
- Winsa, H. 1995. *Effects of seed properties and environment on seedling emergence and early establishment of Pinus sylvestris L. after direct seeding*. SLU, inst. för skogsskötsel. Doktorsavhandling.
- Witzell, J. 2017. Knäckesjuka. I: *Skogsskötselserien* nr 12, Skador på skog, del 2. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.
- Witzell, J. 2017. *Tallens knopp- och grentorka (Gremmeniella)*. I: *Skogsskötselserien* nr 12, Skador på skog, del 2. www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien.
- Worrell, R. 1983. Damage by the spruce bark beetle in South Norway 1970–1980. *Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning* 38:6.
- Wretling, J.E. 1932. Om hyggesbränningarna inom Malå revir. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 49: 243–331.
- Zackrisson, O. & Nilsson, M.C. 1992. Allelopathic effects by *Empetrum hermaphroditum* on seed germination of two boreal tree species. *Canadian Journal of Forest Research* 22: 1310–1319.
- Örlander, G. 1993. Shading reduces both visible and invisible frost damage to Norway spruce seedlings in the field. *Forestry* 66: 27–36.
- Örlander, G. 1995. Stormskador i sydsvenska tallskärmar. *Skog & Forskning* 3: 52–56.
- Örlander, G. & Gemmel, P. 1989. Markberedning, *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3.
- Örlander, G. & Karlsson, C. 2000. Influence of shelterwood density on survival and height growth of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 20–29.
- Örlander, G. & Langvall, O. 1993. The ASA-shuttle – A system for mobile sampling of air temperature and radiation. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 359–372.
- Örlander, G. & Nilsson, U. 1999. Effect of reforestation methods on Pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 341–354.
- Örlander, G., Nordlander, G., Wallertz, K. & Nordhem, H. 2000. Feeding in the crowns of Scots pine trees by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 194–201.