

# 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 Skötselserien ingår:

1. Skogsskötselns grunder och samband
2. Produktion av frö och plantor
3. Plantering av barrträd
4. *Naturlig förnygring av tall och gran*
5. Sådd
6. Røjning
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 människan i skogen
16. Produktionshöjande åtgärder
17. Skogsbränsle
18. Skogsskötselns ekonomi

Skogsskötselserien finansieras 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.

Styrgrupp för projektet:

- Carl Appelqvist, Skogsstyrelsen (projektägare)
- Urban Nilsson, SLU (t o m 2007 Arne Albrektson, SLU)
- Jan-Åke Lundén, LRF Skogsägarna
- Hans Winsa, Skogsindustrierna
- Jonas Bergquist, Skogsstyrelsen

Projektledare: Clas Fries, Skogsstyrelsen

### **Skogsskötselserien – Naturlig förnygring**

Författare:

- Christer Karlsson, SkogDr, försöksparkschef vid Siljansfors försökspark, SLU, Mora.
- Ulf Sikström, SkogDr, forskare vid Skogforsk, Uppsala
- Göran Örlander, SkogDr, professor i skogsskötsel vid Växjö universitet, skogsskötselchef för Södra Skogsägarna, Växjö
- Mats Hannerz, SkogDr, redaktör för tidskriften Scandinavian Journal of Forest Research, Egen företagare, Uppsala
- Björn Hånell, SkogDr, professor i skogsskötsel vid SLU, Umeå

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

Redaktör: Michael Håkansson, Textassistans AB

Typografisk formgivning: Michael Håkansson, Textassistans AB

Grafisk profil: Louise Elm, Skogsstyrelsen

Diagrambearbetning och sättning: Bo Persson, Skogsstyrelsen

Foto omslag: Michael Ekstrand

Utgivning: Skogsstyrelsens förlag, [www.skogsstyrelsen.se](http://www.skogsstyrelsen.se)

## **Innehåll**

Förord.....	7
Naturlig föryngring – begrepp och definitioner.....	10
Fröträd och skärmträd.....	10
Fröträdsställning och skärmställning.....	10
Timmerställning.....	11
Nyföryngring och beståndsföryngring.....	11
Markbehandling.....	11
Hyggesrensning.....	11
Avverkningsbegrepp.....	12
Naturlig föryngring i kombination med skogsodling.....	13
Naturlig föryngring utan fröträd.....	14
Naturlig föryngring jämförd med sådd och plantering.....	15
Fröets ursprung (proveniens).....	15
Plantornas areella fördelning.....	16
Gronings- och uppväxtmiljö.....	16
Tillväxt hos plantor och träd.....	17
Planterade plantor får ett försprång.....	17
Självsådd kan ge högre stamantal än plantering.....	17
Röjning ger en urvalseffekt på volymproduktionen.....	18
Skärmträdens och fröträdens volymtillväxt.....	18
Omloppstiden förlängs vid naturlig föryngring.....	19
Virkesegenskaper.....	19
Trängseleffekt ger smalare grenar och högre densitet.....	19
Överskärning kan ge liknande effekter som trängsel.....	19
Röjning ger urvalseffekter på virkesegenskaperna.....	20
Mindre risk för rotdeformation vid naturlig föryngring.....	21
Föryngringsresultat.....	21
Jämförelser mellan tall och gran.....	23
Fröproduktion.....	23
Dödlighet och skador.....	23
Virkesegenskaper och värdeutveckling.....	23
Möjlighet till markberedning.....	23
Vindfällning.....	24
Föryngringstid.....	24
Internationellt perspektiv.....	25
Naturlig föryngring av tall.....	25
Tallens geografiska utbredning.....	25
Generella råd vid föryngring med fröträd.....	26
Naturlig föryngring utan fröträd.....	26
Naturlig föryngring av gran.....	27
Arter av Picea och Abies som föryngras med naturliga metoder.....	27
Granens geografiska utbredning.....	28
Fröproduktion, frögroning och groddplantor.....	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.....	35

Skador kan öka blomningen.....	36
Trädens ålder och diameter .....	36
Välj träd med många kottar.....	37
Frökvalitet.....	37
Grobarhetsprocent och groningsenergi .....	38
Anatomisk potential (AP) .....	38
Fröviktt.....	40
Temperaturens betydelse för frömognaden.....	40
Frön och frövingar hos gran och tall.....	42
Groddplantans utseende och utveckling .....	43
Tallplantan.....	43
Granplantan.....	44
Mark och markbehandling .....	45
Markberedning för naturlig förnygring.....	45
Fördelar och nackdelar med öppen mineraljord .....	45
Betydelsen för plantbeståndets jämnhet och planttillväxt .....	46
Markberedning är en färskvara .....	46
Rätt tidpunkt för markberedning.....	47
Mekanisk markberedning.....	49
Friska marker .....	49
Torra marker.....	51
Fuktiga marker .....	53
Marker med finkorniga jordar .....	53
Marker med sand och grövre jordar.....	54
Alternativa markbehandlingsmetoder.....	54
Bränning.....	54
Övriga metoder .....	55
Kväveläckage.....	56
Förnygringsresultat vid skärmställning utan markberedning .....	56
Bottenskiktets och fältskiktets betydelse för frögroning och planttillväxt .....	57
Skärmeffekter.....	58
Lufttemperatur .....	58
Marktemperatur.....	61
Grundvattnets nivå och humusens fuktighet.....	61
Kvävetets tillgänglighet och utlakning .....	63
Kväveutlakning efter avverkning.....	63
Vind.....	63
Ljus .....	64
Markvegetation .....	64
Mykorrhiza.....	66
Snytbagge.....	66
Varför blir snytbaggeskadorna mindre under skärm än på kalhygge? ...	67
Andra skadegörare .....	68
Landskapsbilden .....	68
Häckning av fåglar.....	68
Fröträdens/skärmträdens reaktion vid friställning .....	69
Barr-, skott-, kott- och fröproduktion.....	70
Stammens volymtillväxt .....	71
Stamformsförändring .....	72

Rottillväxt .....	72																																																																											
Plantornas reaktion vid friställning .....	73																																																																											
Direkta avverknings-skador .....	73																																																																											
Gran .....	73																																																																											
Tall .....	74																																																																											
Indirekta avverknings-skador .....	74																																																																											
Torkskador .....	75																																																																											
Skador av snytbagge och tallvivel .....	75																																																																											
Plantornas tillväxt efter friställning .....	76																																																																											
Skador på träd, frön och plantor .....	78																																																																											
Skador och avgångar på skär <tr> <td>    Vindfällning .....</td> <td>78</td> </tr> <tr> <td>    Snöbrott .....</td> <td>82</td> </tr> <tr> <td>    Svampskador .....</td> <td>82</td> </tr> <tr> <td>    Insektsskador .....</td> <td>83</td> </tr> <tr> <td>Skador och konsumtion av frön .....</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>  Skador och konsumtion av frön före fröspridning .....</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>  Skador och konsumtion av frön efter fröspridning .....</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>Skador på groddplantor .....</td> <td>86</td> </tr> <tr> <td>  Skador av djur .....</td> <td>86</td> </tr> <tr> <td>  Svampskador .....</td> <td>86</td> </tr> <tr> <td>  Klimatiska skador .....</td> <td>87</td> </tr> <tr> <td>Skador på etablerade plantor .....</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td>  Insektsskador .....</td> <td>88</td> </tr> <tr> <td>  Svampskador .....</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>  Skador av klövvilt, gnagare och fåglar .....</td> <td>91</td> </tr> <tr> <td>  Klimatiska skador .....</td> <td>93</td> </tr> <tr> <td>Arbetsgång vid naturlig föryngring av tall .....</td> <td>94</td> </tr> <tr> <td>  Lämpliga bestånd och ståndorter .....</td> <td>94</td> </tr> <tr> <td>    Klimat .....</td> <td>94</td> </tr> <tr> <td>    Markegenskaper och markvegetation .....</td> <td>94</td> </tr> <tr> <td>    Bestånd .....</td> <td>94</td> </tr> <tr> <td>  Planera för natur- och kulturmiljö .....</td> <td>94</td> </tr> <tr> <td>  Förberedande avverkning .....</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>  Skyddszon runt fröträdsbeståndet .....</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>  Beståndsföryngrade plantor kan nyttjas .....</td> <td>96</td> </tr> <tr> <td>  Underröjning (hyggesrensning) .....</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>  Föryngringsavverkning .....</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>    Avgränsning, dokumentation och avverkningsanmälan .....</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>    Fröträdens antal, diameter och grundyta .....</td> <td>97</td> </tr> <tr> <td>    Fröträdsval efter yttre egenskaper .....</td> <td>98</td> </tr> <tr> <td>    Markering av fröträd .....</td> <td>99</td> </tr> <tr> <td>    Kontroll av fröträdens grundyta, antal och förband .....</td> <td>99</td> </tr> <tr> <td>  Markberedning .....</td> <td>99</td> </tr> <tr> <td>    Markbered rätt år .....</td> <td>99</td> </tr> <tr> <td>    Markbered rätt tid på året .....</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>    Kontroll av antalet kottar inför markberedning .....</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>  Återväxtinventering .....</td> <td>101</td> </tr> <tr> <td>    Nollyteinventering .....</td> <td>102</td> </tr>	Vindfällning .....	78	Snöbrott .....	82	Svampskador .....	82	Insektsskador .....	83	Skador och konsumtion av frön .....	85	Skador och konsumtion av frön före fröspridning .....	85	Skador och konsumtion av frön efter fröspridning .....	85	Skador på groddplantor .....	86	Skador av djur .....	86	Svampskador .....	86	Klimatiska skador .....	87	Skador på etablerade plantor .....	88	Insektsskador .....	88	Svampskador .....	90	Skador av klövvilt, gnagare och fåglar .....	91	Klimatiska skador .....	93	Arbetsgång vid naturlig föryngring av tall .....	94	Lämpliga bestånd och ståndorter .....	94	Klimat .....	94	Markegenskaper och markvegetation .....	94	Bestånd .....	94	Planera för natur- och kulturmiljö .....	94	Förberedande avverkning .....	95	Skyddszon runt fröträdsbeståndet .....	95	Beståndsföryngrade plantor kan nyttjas .....	96	Underröjning (hyggesrensning) .....	97	Föryngringsavverkning .....	97	Avgränsning, dokumentation och avverkningsanmälan .....	97	Fröträdens antal, diameter och grundyta .....	97	Fröträdsval efter yttre egenskaper .....	98	Markering av fröträd .....	99	Kontroll av fröträdens grundyta, antal och förband .....	99	Markberedning .....	99	Markbered rätt år .....	99	Markbered rätt tid på året .....	100	Kontroll av antalet kottar inför markberedning .....	100	Återväxtinventering .....	101	Nollyteinventering .....	102
Vindfällning .....	78																																																																											
Snöbrott .....	82																																																																											
Svampskador .....	82																																																																											
Insektsskador .....	83																																																																											
Skador och konsumtion av frön .....	85																																																																											
Skador och konsumtion av frön före fröspridning .....	85																																																																											
Skador och konsumtion av frön efter fröspridning .....	85																																																																											
Skador på groddplantor .....	86																																																																											
Skador av djur .....	86																																																																											
Svampskador .....	86																																																																											
Klimatiska skador .....	87																																																																											
Skador på etablerade plantor .....	88																																																																											
Insektsskador .....	88																																																																											
Svampskador .....	90																																																																											
Skador av klövvilt, gnagare och fåglar .....	91																																																																											
Klimatiska skador .....	93																																																																											
Arbetsgång vid naturlig föryngring av tall .....	94																																																																											
Lämpliga bestånd och ståndorter .....	94																																																																											
Klimat .....	94																																																																											
Markegenskaper och markvegetation .....	94																																																																											
Bestånd .....	94																																																																											
Planera för natur- och kulturmiljö .....	94																																																																											
Förberedande avverkning .....	95																																																																											
Skyddszon runt fröträdsbeståndet .....	95																																																																											
Beståndsföryngrade plantor kan nyttjas .....	96																																																																											
Underröjning (hyggesrensning) .....	97																																																																											
Föryngringsavverkning .....	97																																																																											
Avgränsning, dokumentation och avverkningsanmälan .....	97																																																																											
Fröträdens antal, diameter och grundyta .....	97																																																																											
Fröträdsval efter yttre egenskaper .....	98																																																																											
Markering av fröträd .....	99																																																																											
Kontroll av fröträdens grundyta, antal och förband .....	99																																																																											
Markberedning .....	99																																																																											
Markbered rätt år .....	99																																																																											
Markbered rätt tid på året .....	100																																																																											
Kontroll av antalet kottar inför markberedning .....	100																																																																											
Återväxtinventering .....	101																																																																											
Nollyteinventering .....	102																																																																											

Skogsvårdslagens krav .....	102
Skogsstyrelsens inventeringsmetod .....	102
Hjälpåtgärder .....	103
Avverkning av fröträd .....	104
Spara några naturvårdsträd .....	104
Plantbeståndets höjd vid fröträdsavverkning .....	104
Arbetsgång vid naturlig föryngring av gran under högskärm .....	106
En komplex metod som kräver god kunskap .....	106
Beståndet glesas ut stegvis .....	106
Lämpliga bestånd och ståndorter .....	108
Klimat .....	108
Beståndsföryngring viktig .....	108
Markegenskaper och markvegetation .....	108
Första kontrollen av beståndsföryngring och bestånd .....	109
Planera för natur- och kulturmiljö .....	109
Förberedande avverkning .....	110
Skyddszon runt skärmen .....	110
Andra kontrollen av beståndsföryngring och bestånd .....	110
Underröjning .....	111
Föryngringsavverkning (Skärmhuggning) .....	111
Avgränsning, dokumentation och avverkningsanmälan .....	111
Tidpunkt för föryngringsavverkning .....	111
Skärmens täthet .....	112
Val av skärmträd .....	112
Markberedning .....	113
Skyddsdikning eller dikesrensning .....	113
Kontroll av skärmträd och återväxt .....	114
Hjälplantering .....	114
Utglesning av skärmen .....	114
Avverkning av skärmträd (Skärmavveckling) .....	114
Tidpunkt .....	114
Fällning .....	115
Vinterförhållanden .....	117
Avverkningsmetod .....	117
Återväxtinventering .....	117
Kombinationsmetoder .....	118
Drettingemetoden eller Kombinationsmetoden .....	118
Ett landsomfattande experiment .....	118
En uppföljning av praktiken .....	120
Några praktiska råd vid användning av Drettingemetoden (Kombinationsmetoden) .....	120
Antalet planterade granplantor kan minskas .....	121
Ekonomisk kalkyl .....	122
Jämförande nuvärdeskalkyler .....	122
Jämförelse mellan naturlig föryngring, plantering och sådd av tall .....	122
Jämförelse mellan naturlig föryngring och plantering av gran .....	124
Litteratur .....	126

# NATURLIG FÖRYNGRING AV TALL OCH GRAN

## Förord

Naturlig föryngring av tall har under de senaste 40 åren i genomsnitt tillämpats på ca 60 000 hektar per år i Sverige. Det motsvarar cirka 25 % av den årliga föryngringsarealen. För gran är andelen cirka 1 %.<sup>1</sup> Dessa siffror speglar att föryngringssättet är enklare att använda, och mer beprövat, för tall än för gran.

Studier rörande naturlig föryngring 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 föryngring av tall och gran bör utföras utifrån dagens kunskap. I första delen (s 10-93) vill vi ge läsaren en grundläggande förståelse för fröbiologi, markberedning, skärmeffekter och skador mm. Dessutom vill vi ge djupare insikter om konstaterade orsakssamband. I den andra (fr o m s 94) delen beskriver vi hur man praktiskt går till väga. Skötselrekommendationerna grundar vi oftast på forskningsresultat, men även på vissa bedömningar när dokumenterad kunskap saknas.

Texterna bygger till stor del på tre tidigare publicerade skrifter om naturlig föryngring:

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

<sup>1</sup> Strömberg, C m fl: Föryngring av skog – metoder, åtgärder och resultat. *Rapport 8D*, Skogsstyrelsen. 2001.

**Allmänt.** Bestånd kan föryngras naturligt med frön från fröträd eller skärmträd som lämnas kvar efter en avverkning. Det kan också ske genom att plantor som kommit upp innan beståndet avverkas tas tillvara. 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 då inte dra fördel av plantagefröets förädlade genetiska egenskaper. 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, är mindre skadedrabbad och fröträden får oftast en högre värdetillväxt. Markberedning är lättare att utföra under 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 hos tall och 1,5–2 år 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.** 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.

**Skärmeffekter.** Högskärmnar medför (jämfört med kalhyggen) att risken för plantskador orsakade av frost och insekter blir mindre. Det blir mindre mängd konkurrerande vegetation, grundvattennivåns höjning blir mindre och kvävehalten i markvattnet lägre. Skärmnar påverkar också den biologiska mångfalden och landskapsbilden.

**Trädens reaktion vid friställning.** De friställda frö- eller skärmträden reagerar på den minskade konkurrensen genom ökad tillväxt. För tall ökar fröproduktionen kraftigt i både antal och vikt per frö.



**Plantornas reaktion vid friställning.** Vid föryngringsavverkning och skärmavveckling 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 skärmavveckling. 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 vindfällningar 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 plantor som kommit upp innan beståndet avverkas tas tillvara. 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 t ex 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 Mellaneuropa.<sup>2,3</sup>

Här använder vi begreppet skärmställning i betydelsen *högskärm*, dvs en skärm av fullvuxna träd som lämnats kvar efter slutavverkning. 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

<sup>2</sup> Smith, D M m fl: *The Practice of Silviculture*. John Wiley & Sons, New York. 1996.

<sup>3</sup> Matthews, J D: *Silvicultural System*. Oxford University Press. 1994.

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 föryngring. 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, t.ex. 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.”<sup>4</sup>

### Timmerställning

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

### Nyföryngring och beståndsföryngring

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

Det går att nyttja beståndsföryngrade plantor, under förutsättning att de växer i större sammanhängande grupper och att variationen i höjd är måttlig. Beståndsföryngrade plantor kan vara allt ifrån små tynande tallplantor på magra tallhedar till växtliga granplantor som växer som underskikt i bördiga granskogar. Beståndsföryngrade plantor är oftast nödvändiga eller rent av avgörande för att lyckas med naturlig föryngring 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 föryngring av tall på friska marker. Under 1950-talet var bränning under fröträd av tall vanligt vid tallföryngring i norra Sverige.

Markberedning är ofta nödvändig för att lyckas med naturlig föryngring.<sup>5</sup>

### 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.

<sup>4</sup> Hagner, S: Naturlig föryngring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4. 1962.

<sup>5</sup> Se ”Mark och markbehandling”, s 45.

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, men bör användas med förstånd.<sup>6</sup>

## Avverkningsbegrepp

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

**Föryngringsavverkning (skärmhuggning)** 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 steg varav den första avverkningen kallas *skärmutglesning*.

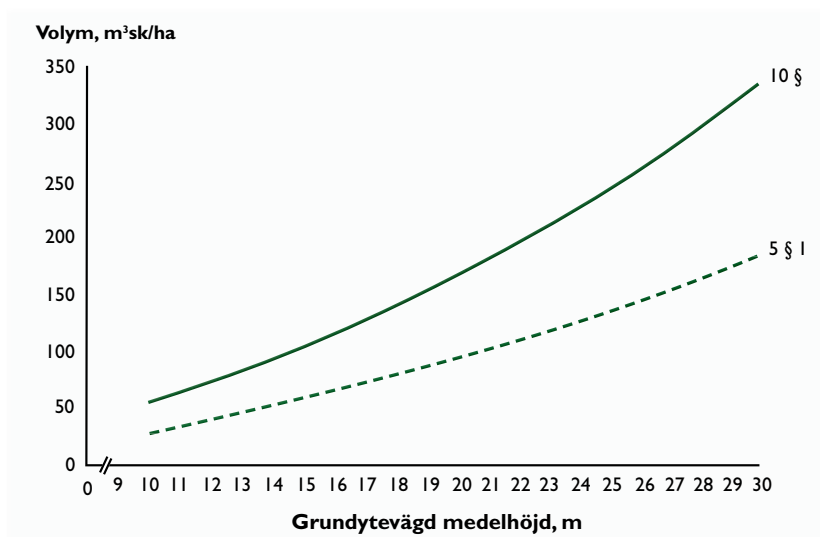
Skogsvårdslagen särskiljer avverkningar vars ändamål är att *gynna återväxt av ny skog* från avverkningar vars syfte är att *främja skogens utveckling*. Avverkningar som syftar till att skapa skärmställningar och fröträdsställningar tillhör den första kategorin och ska anmälas till Skogsstyrelsen senast 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 ska gynna det nuvarande beståndets utveckling). Vi rekommenderar att markägaren gör en avverkningsanmälan i samband med föryngringsavverkningen även om man inte underskrider volymen enligt § 5.

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

<sup>6</sup> Se ”Underröjning (hyggesrensning)”, s 97, och ”Underröjning”, s 111.



*Figur NF1* 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)<sup>7</sup>. 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 att man strävar efter trädslagsrena bestånd, dvs monokulturer. 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*<sup>8,9</sup>. 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.

**Självsådd i skogskulturer.** Sådder och planteringar etablerade på kala hyggen innehåller många gånger en betydande andel naturligt förnygrade plantor av olika trädslag.<sup>10</sup> Vid röjningen har man möjlighet att bestämma beståndets framtida trädslagsfördelning samt fördelningen mellan naturligt förnygrade och planterade plantor.

<sup>7</sup> Skogsstyrelsen. *Skogsvårdslagen, handbok*. 2006.

<sup>8</sup> Freij, J: *Drettingemetoden – kombinerad plantering och naturlig förnyring under skärm. Resultat 6, Skogsarbeten*. 1990.

<sup>9</sup> Nilsson U, G Örlander & M Karlsson: Establishing mixed forests in Sweden by combining planting and natural regeneration – Effects of shelterwoods and scarification. *Forest Ecology and Management* 237, s 301–311. 2006.

<sup>10</sup> Ackzell L, B Elfving & D Lindgren: Occurrence of naturally regenerated and planted main crop plants in plantations in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management* 65, s 105–113. 1994.

**Naturkultur.** Under 1990-talet lanserades en kombinationsmetod kallad naturkultur<sup>11</sup>. Metoden går ut på att använda ett blädningsliknande 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 sk primärträds­slag. Med det menas ett träds­slag 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 blädningsliknande 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 föryngring utan fröträd

Det finns några metoder för naturlig föryngring där fröträd inte används. De tillämpas mycket sällan i Sverige, men är betydligt vanligare i andra länder, t ex Norge.<sup>12</sup> Dessa metoder beskrivs endast kort här.<sup>13</sup>

**Kantföryngring.** Ibland används kantföryngring utan fröträd. Denna utförs vanligen som långsmala hyggen och är främst tillämplig för gran.<sup>14</sup> 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 föryngrat.

<sup>11</sup> Hagner M: *Naturkultur*. Mats Hagners Bokförlag, Umeå. 2005.

<sup>12</sup> Holt-Hanssen, K: Effects of seedbed substrates on regeneration of *Picea abies* from seeds. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17, s 511–521. 2002.

<sup>13</sup> Se även *Skogsskötselserien* nr 1, Skogsskötselns grunder och samband. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

<sup>14</sup> Hallsby, G: *Nya Tidens Skog: skogsskötsel för ökad tillväxt*. LRF Skogsägarna. 2007.

## Naturlig föryngring jämförd 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 då inte dra fördel av plantagefröets förädlade genetiska egenskaper.**

Valet av föryngringsmetod 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 t ex vindfällning, vilket är speciellt viktigt vid naturlig föryngring. Vid valet av föryngringsmetod är det många faktorer att ta hänsyn till, bl a målsättning, marktyp och klimat.

Ett skäl att nyttja naturlig föryngring är att skogsskötaren vill uppnå vissa syften, t ex ett mycket högt plantantal, vilket kan bli dyrt med enbart skogsodling.

Det finns även några principiellt viktiga skillnader mellan naturlig föryngring och skogsodling som kan styra metodvalet. Det gäller fröets ursprung (*proveniens*), plantornas rumsliga 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 föryngring 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.<sup>15,16</sup> Det beror bl a på att plantagefrö i förhållande till lokalt beståndsfrö

- har högre överlevnad
- kommer från speciellt utvalda moderträd med högre volymtillväxt än medelträdet
- har högre vikt, vilket också påverkar beståndsetablering och volymtillväxt positivt.

<sup>15</sup> Rosvall, O m fl: *Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar*. Redogörelse 1, Skogforsk. 2001.

<sup>16</sup> Wennström, U: Direct seeding of *Pinus sylvestris* (L) in the boreal forest using orchard or stand seed, *Silvestria* 204. Doktorsavhandling. Inst f skogsskötsel, SLU. 2001.

Frö från de plantager som börjat anläggas i början av 2000-talet (tredje generationens fröplantager) förväntas ge 25 % mer volymtillväxt än beståndsfrö.<sup>17</sup> För vissa skogsägare kan det emellertid vara ett värde i sig att den nya generationen har lokal proveniens.

### **Plantornas areella fördelning**

Vid plantering sätts plantor i ett regelbundet mönster och med visst avstånd – förband – som bestäms av skogsskötaren, medan naturligt uppkomna plantor etableras från frön som sprids slumpmässigt över arealen. Frövitalitet och ståndortsfaktorer<sup>18</sup> avgör då till stor del vilka frön som gror och utvecklas till livskraftiga plantor. Ofta blir det gynnsamma gronings- och tillväxtbetingelser i gränsen mellan humus och mineraljord.

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. Vid sådd placeras i regel fröet på mineraljord, mitt i det markberedda spåret.

### **Gronings- och uppväxtmiljö**

Miljön för frögroning och tidig planttillväxt blir i flera avseenden gynnsammare under en högskärm än på ett kalhygge.<sup>19</sup> Strålningsbalans<sup>20,21</sup> och temperaturklimat skiljer, vilket minskar risken för uppfrysning och för frostskador 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. Skärmträd erbjuder kontinuitet för vissa skogslevande organismer, t ex mykorrhizasvampar.<sup>22</sup>

<sup>17</sup> Rosvall, O m fl: *Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar*. Redogörelse 1, Skogforsk. 2001.

<sup>18</sup> Se *Skogsskötselserien* nr 1, ”Skogsskötselns grunder och samband”.

[www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

<sup>19</sup> Mer om effekterna av en högskärm finns i avsnittet ”Skärmeffekter”, s 58.

<sup>20</sup> 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.

<sup>21</sup> Lundmark, J-E: *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk del 1 – Grunder*. Skogsstyrelsen. 1986.

<sup>22</sup> Kårén, O: Effects of air pollution and forest regeneration methods on the community structure of ectomycorrhizal fungi, *Silvestria* 33. Doktorsavhandling. Inst f skoglig mykologi och patologi, SLU. 1997.



## **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 förnygrade plantor.<sup>23,24</sup>

Detta beror på att:

- kalmarkstiden kan förkortas vid plantering, dels för att plantorna är minst ett år (en vegetationsperiod) gamla vid planteringstillfället, dels för att plantbildningen i den naturliga förnygringen oftast pågår under flera år<sup>25</sup>
- planterade plantor växer snabbare de första åren, dels för att de är större, dels för att de inte utsätts för konkurrens från moderträden (om det 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 förnygrat bestånd med samma stamantal under en omloppstid på 100 år.<sup>26</sup>

### **Själsådd kan ge högre stamantal än plantering**

Skogsbestånd som uppkommit genom sådd eller naturlig förnygring får ett större stamantal per hektar än planterade bestånd när förnygringsarbetet 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. Därmed kan en lyckad naturlig förnygring som givit 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.

<sup>23</sup> Elfving, B: Återväxtens etablering och utveckling till röjningstidpunkten. *Arbetsrapporter* 67, Inst f skogsskötsel, SLU. 1992.

<sup>24</sup> Ackzell, L: A comparison of planting, sowing and natural regeneration for *Pinus sylvestris* (L.) in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management* 61, s 229–245. 1993.

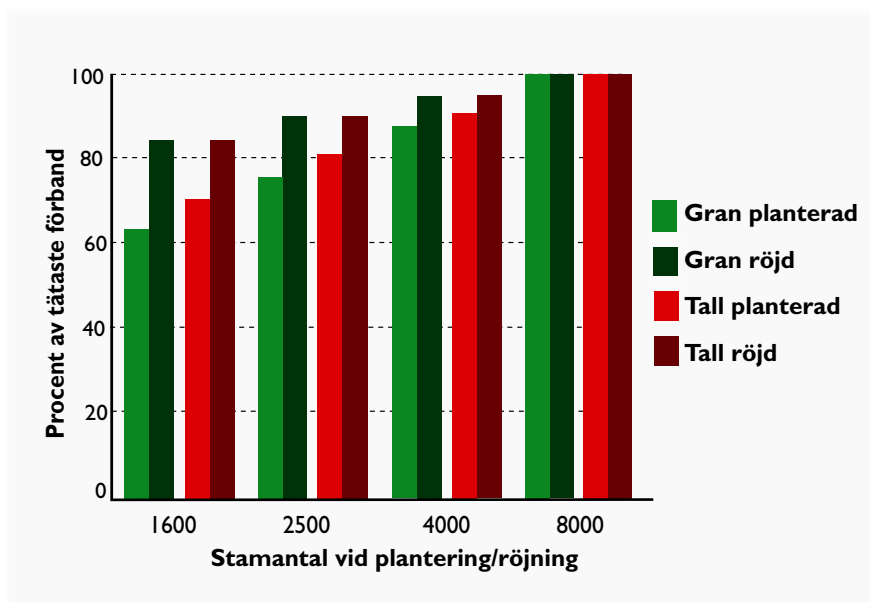
<sup>25</sup> Se vidare ”Skärmeffekter”, s 58.

<sup>26</sup> Ekö, P M & Agestam, E: A comparison of naturally regenerated and planted Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on fertile sites in southern Sweden. *Forest & Landscape research* 1, s 111–126. 1994.

## Röjning ger en urvalseffekt på volymproduktionen

Ett tallbestånd som röjts från 8 000 st/ha till 2 500 st/ha har vid första gallring tappat ca 10 % i volymproduktion jämfört med ett oröjt bestånd med 8 000 st/ha. Ett tallbestånd som planterats med 2 500 st/ha har däremot tappat nästan 20 % i produktion jämfört med ett bestånd som planterats med 8 000 st/ha. För planterad gran är förlusten nästan 25 % (figur NF2.) Dessa resultat kommer från försöksytor med liten plantavgång. Orsaken till att man tappar mindre produktion vid röjning till ett lägre förband än vid plantering till ett lägre förband är troligen i första hand urvalseffekter som beror på att man vid röjningstillfället lämnat individer med högre tillväxt än de bortröjda. Variationen mellan trädindivider är större bland naturligt föryngrade träd än bland planterade. 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.<sup>27</sup>

## 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.<sup>28</sup>

<sup>27</sup> Pettersson, N: 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, *Rapport 34*, Inst f skogsproduktion, SLU. 1992.

<sup>28</sup> Se vidare ”Fröträdens/skärmträdens reaktion vid friställning”, s 69.

## **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).<sup>29</sup>

## **Virkesegenskaper**

Naturligt föryngrade eller sådda tallbestånd med hög stamtäthet är oftast en förutsättning för att tallen ska få god timmerkvalitet. Denna kvalitet bestäms till stor del av rotstockens raket och kvistarnas 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). Självföryngrade och sådda tallar kan däremot genom högre stamantal få betydligt klenare grenar.<sup>30</sup> För gran är sambandet mellan stamtäthet i ungskogsfasen och kvistgrovlek 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 st/ha. Vid 17 meters höjd skilde det ca 4 mm mellan de grövsta grenarna på rotstocken (5 m) i det tätaste och glesaste förbandet.<sup>31</sup> Motsvarande skillnad i en svensk studie av tallbestånd var ca 6 mm.<sup>32</sup>

En studie av sambandet mellan årsringsbredd och kvistgrovlek visar ett svagare samband för gran än för tall.<sup>33</sup>

Trängseleffekten i ungskogen ger även smalare årsringar, vilket inom normala variationer ger virke med högre densitet.<sup>34,35</sup>

## **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.

<sup>29</sup> Se vidare ”Ekonomisk kalkyl”, s 122.

<sup>30</sup> Ruha, T & Varmola, M: Precommercial thinning in naturally regenerated Scots pine stands in northern Finland. *Silva Fennica* 31 (4), s 401–415. 1997.

<sup>31</sup> Braastad, H & Tveite, B: Ungskogpleie i granbestand. Effekten på tilvekst, diameterfordeling, kronehøyde og kvisttykkelse. *Rapport fra skogforskningen* 11. 2000.

<sup>32</sup> Fahlvik, N, P M Ekö & N Pettersson: Influence of precommercial thinning grade. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20, s 243–251. 2005.

<sup>33</sup> Moberg, L: Predicting knot properties of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* from generic tree descriptors. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21, s 48–61. 2006.

<sup>34</sup> Ericson, B, T Johnson & A Persson: Ved och sulfatmassa från tall i orörda bestånd. *Rapporter och Uppsatser* 25, Inst f skogsproduktion, Skogshögskolan. 1973.

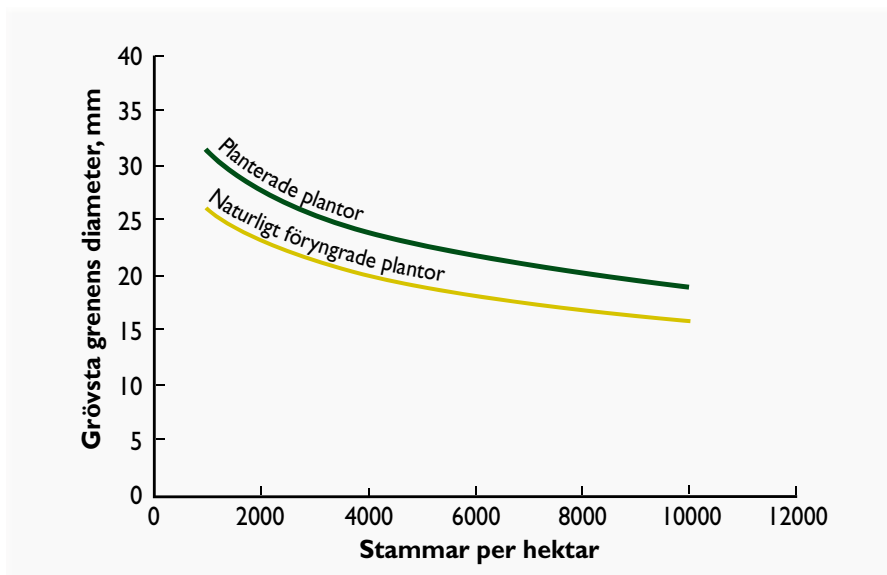
<sup>35</sup> Nylinder, P & Hägglund, E: Ståndorts- och trädegenskapers inverkan på utbyte och kvalitet vid framställning av sulfatmassa av gran. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 44:11. 1954.

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.

Överskärning innebär att något fler kvistvarv bildas per löpmeter stamvirke, medan däremot antalet grenar per grenvarv blir större på planterade plantor som vuxit upp utan överskärning. Dessa två effekter kan antas ta ut varandra så att planterade och naturligt förnygrade träd har ungefär samma grenantal per meter stamvirke.<sup>36</sup>

### 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.<sup>37</sup>



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.<sup>38,39</sup>

<sup>36</sup> Ekö, P M & Agestam, E: A comparison of naturally regenerated and planted Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on fertile sites in southern Sweden. *Forest & Landscape research* 1, s 111–126. 1994.

<sup>37</sup> Agestam, E, P M Ekö & U Johansson: Timber quality and volume growth in naturally regenerated and planted Scots pine stands in S.W. Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 204. 1998.

<sup>38</sup> Persson, A: Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall. *Rapporter och Uppsatser* 45. Inst f skogsproduktion, Skogshögskolan. 1977.

<sup>39</sup> Fahlvik, N, P M Ekö & N Pettersson: Influence of precommercial thinning grade. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20, s 243–251. 2005.

## **Mindre risk för rotdeformation vid naturlig föryngring**

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:

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 klena stödjande sidorötter, istället för få och kraftiga, och därigenom sämre stabilitet än de naturligt föryngrade plantorna.<sup>40,41</sup>
2. Rötterna kan deformeras mekaniskt på grund av plantodlingssystem och planteringsmetod. På barrotsplantor är orsaken oftast att rötterna kläms ihop 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.<sup>42,43</sup> 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.<sup>44</sup>

## **Föryngringsresultat**

Skogsstyrelsens Polytax 5/7<sup>45</sup> visar att naturlig föryngring i genomsnitt inte givit tätare bestånd än plantering.<sup>46</sup> Många bestånd är luckiga och ojämna. Planterade bestånd har i medeltal givit högre andel godkända för-

<sup>40</sup> Rebane, A: Root function and morphology of *Pinus sylvestris* seedlings and its application in forest renewal. *Rapport 17*. Licentiatavhandling, Inst f skogshushållning, SLU. 2001.

<sup>41</sup> Lindström, A & Rune, G: Root deformation in plantations of container-grown Scots pine trees: effects on root growth, tree stability and stem straightness. *Plant and soil* 217, s 29–37. 1999.

<sup>42</sup> Lindström, A: Root deformation and its implications for containerized seedling establishment and future quality development. *Redogörelse 7*, Skogforsk, s 51–60. 1998.

<sup>43</sup> Lindström, A & Rune, G: Root deformation in plantations of container-grown Scots pine trees: effects on root growth, tree stability and stem straightness. *Plant and soil* 217, s 29–37. 1999.

<sup>44</sup> Lindström, A: Root deformation and its implications for containerized seedling establishment and future quality development. *Redogörelse 7*, Skogforsk, s 51–60. 1998.

<sup>45</sup> Skogsstyrelsen utför inventeringar (Polytax 5/7) för att kontrollera föryngringarna i Sverige. I södra Sverige görs inventeringen fem tillväxtperioder efter avverkning och i norra Sverige samt på Gotland efter sju tillväxtperioder.

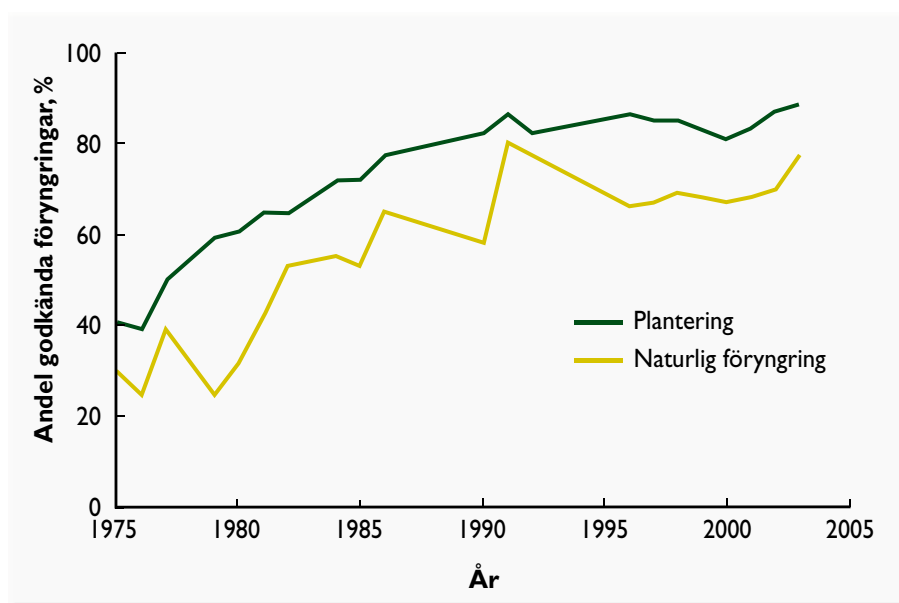
<sup>46</sup> Strömberg, C m fl: Föryngring av skog – metoder, åtgärder och resultat. *Rapport 8D*, Skogsstyrelsen. 2001.

yngringar (figur NF4). Enligt Skogsstyrelsen beror detta på att skogsskötaren varit alltför passiv. Vanliga fel i förnyringsarbetet är t ex att:

- man inte har markberett
- man har lämnat för få fröträd/skärträd
- man gjort ett felaktigt ståndortsval (t ex höjdläge)
- fröträd har vindfällts på grund av att beståndet varit för dåligt gallrat före förnyringsavverkningen.

Ett problem med Skogsstyrelsens inventeringsmetod är att naturligt förnygrade plantor vid inventeringstillfället är små, och det är svårt att inventera plantor kortare än 10 cm på så stora ytor som Polytax använder. Inventeringen tar inte hänsyn till att de naturligt förnygrade bestånden i genomsnitt ligger minst 5 år efter de planterade bestånden i höjduveckling. Dessutom är den naturliga förnyringen i många fall ännu ej avslutad vid inventeringstillfället.

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



Figur NF4 Andel godkända förnyringar enligt Skogsstyrelsens återväxtinginventeringar.<sup>47</sup>

<sup>47</sup> Skogsstyrelsen: *Skogsstatistisk årsbok*. 2007.

## Jämförelser mellan tall och gran

**Tall lämpar sig bättre för naturlig föryngring än gran. Den har en jämnare fröproduktion, är mindre skadedrabbad och fröträden får oftast en högre värdetillväxt. Markberedning är lättare att utföra under tall. Naturlig föryngring av gran kan ta betydligt längre tid.**

Naturlig föryngring av gran är relativt ovanlig som aktiv föryngringsmetod i Sverige. Enligt Skogsstyrelsens inventering 1999–2001 användes metoden endast på ca 1 % av föryngringsarealen, medan motsvarande andel var 24 % för naturlig föryngring av tall.<sup>48</sup>

För att förstå varför naturlig föryngring av tall är så vanlig jämfört med naturlig föryngring 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.<sup>49</sup> Efter friställning stimuleras tall till ökad fröproduktion.<sup>50</sup> För gran är inte någon liknande reaktion påvisad.<sup>51</sup>

### Dödlighet och skador

För friställda granar är nedsatt vitalitet och högre dödlighet vanligare än för friställda tallar. Detta ökar i sin tur risken för angrepp av granbarkborrar, som sedan kan sprida sig till angränsande granbestånd.

### Virkesegenskaper och värdeutveckling

Naturligt föryngrade tallbestånd med hög stamtäthet är ofta en förutsättning för att tallen ska få hög virkeskvalitet, t ex 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. Detta kan leda till sämre stabilitet och att rotröta sprids bland skärmträden. Granskärmar är ofta stamrikare än fröträdsställningar av tall, vilket ger sämre och ojämnare markberedning.

<sup>48</sup> Strömberg, C m fl: Föryngring av skog – metoder, åtgärder och resultat. *Rapport 8D*, Skogsstyrelsen. 2001.

<sup>49</sup> Hagner, S: Cone crop fluctuations in Scots pine and Norway spruce. *Studia Forestalia Suecica* 33. 1965.

<sup>50</sup> Karlsson, C: Seed production of *Pinus sylvestris* after release cutting. *Canadian Journal of Forest Research* 30, s 982–989. 2000.

<sup>51</sup> Heikinheimo, O: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume, *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24:4. 1937.

## Vindfällning

Granen drabbas mer av vindfällning än tall. Detta anses dels bero på att gran ofta växer på instabilare mark än tall, t ex marker med högt grundvatten, dels på att granen ofta blir högre, beroende på att den växer på bördigare mark än tall.<sup>52</sup> 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 fröträdställning av tall har normalt en föryngringstid – från föryngrings-avverkning till fröträdsavveckling – på ca 10 år. Motsvarande tid för en granskärm är vanligen 15–20 år.<sup>53</sup> Orsakerna är bl a 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 ofta avvecklas i två steg

<sup>52</sup> Persson, P: Stormskador på skog. *Rapporter och Uppsatser* 36. Inst f skogsproduktion, Skogshögskolan. 1975.

<sup>53</sup> Holgén, P & Hånell, B: Performance of planted and naturally regenerated seedlings in *Picea abies*-dominated shelterwood stands and clearcuts in Sweden. *Forest Ecology and Management* 127, s 129–138. 2000.



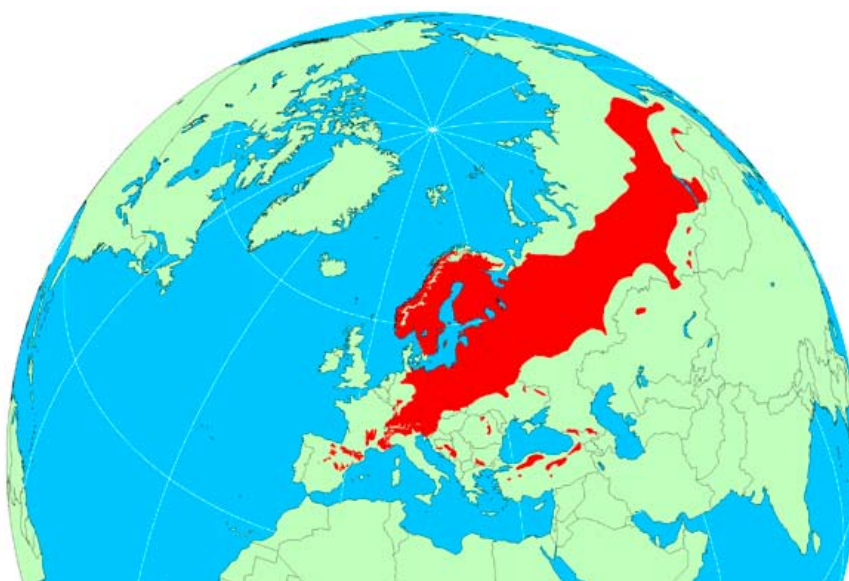
## Internationellt perspektiv

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.

### Naturlig föryngring av tall

#### Tallens geografiska utbredning

”Vanlig tall” (*Pinus sylvestris*). Naturlig föryngring av tall 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*) utbredningsområde.<sup>54</sup>

**Övriga tallarter.** I Nordamerika används naturlig föryngring med fröträd eller skärmträd vid föryngring av bl a 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*)

<sup>54</sup> Källa: [http://www.biodiversityinternational.org/Networks/Euforgen/Euf\\_Distribution\\_Maps.asp](http://www.biodiversityinternational.org/Networks/Euforgen/Euf_Distribution_Maps.asp)

I norra delarna av Indien och Pakistan föryngras Chir pine (*Pinus roxburghi*) med fröträäd.<sup>55</sup>

### Generella råd vid föryngring med fröträäd

Några generella skötselråd som ofta rekommenderas<sup>56</sup> 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.<sup>57</sup>

### 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 t ex 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.<sup>58</sup>

<sup>55</sup> Matthews, J D: *Silvicultural Systems*. Oxford University Press. 1994.

<sup>56</sup> Matthews, J D: *Silvicultural Systems*. Oxford University Press. 1994.

<sup>57</sup> Karlsson, C: Fertilization and release cutting increase seed production and stem diameter growth in Scots pine (*Pinus sylvestris*) seed trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21, s 317–326. 2006.

<sup>58</sup> Smith, D M m fl: *The Practice of Silviculture*. John Wiley & Sons, New York. 1996.

## 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 bl a många arter av släkterna *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>	Sløjgran	Nordamerika
<i>Picea engelmannii</i>	Engelmanngran	Nordamerika
<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 föryngring. 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.<sup>59</sup> Flertalet av dessa saknar vedertagen artbestämning.

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

<sup>59</sup> Boratynska, K: Geographic distribution. I: Tjoelker, M G, A Boratynski & W Bugala (Eds): *Biology and Ecology of Norway spruce*, Forestry Sciences 78, s 23–36. Springer, Nederländerna. 2007.

## 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 Karpaterna<sup>60</sup>
2. norra Europa fram till Uralbergen
3. öster om Uralbergen.



Figur NF6 Granens (*Picea abies*) naturliga utbredning i Europa.<sup>61</sup>  
 Populationen öster om Ural (Asien) betraktas ofta som en underart–obovata–och visas inte i denna figur.

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.<sup>62</sup>

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.

De största områdena med gran i Europa (exklusive Ryssland) återfinns i Sverige och Tyskland, därefter Österrike, Tjeckien, Polen och Frankrike.<sup>63</sup>

<sup>60</sup> Rubner, K: Das ursprüngliche Areal der Fichte in Europa, *Beihefte zum Botanischen Centralblatt*. 49, s 396–407. 1932.

<sup>61</sup> Källa: [http://www.biodiversityinternational.org/Networks/Euforgen/Euf\\_Distribution\\_Maps.asp](http://www.biodiversityinternational.org/Networks/Euforgen/Euf_Distribution_Maps.asp)

<sup>62</sup> von Teuffel, K, B Heinrich & M Baumgarten: Present distribution of secondary Norway spruce in Europe. I: Spiecker, H, J Hansen, E Klimo, J P Skovsgaard, H Sterba & K von Teuffel (eds): *Norway spruce conversion – options and consequences*. European Forest Institute Research Report 18, s 63–96. Brill, Leiden – Boston. 2004.

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

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 utbredningsområdet. 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.

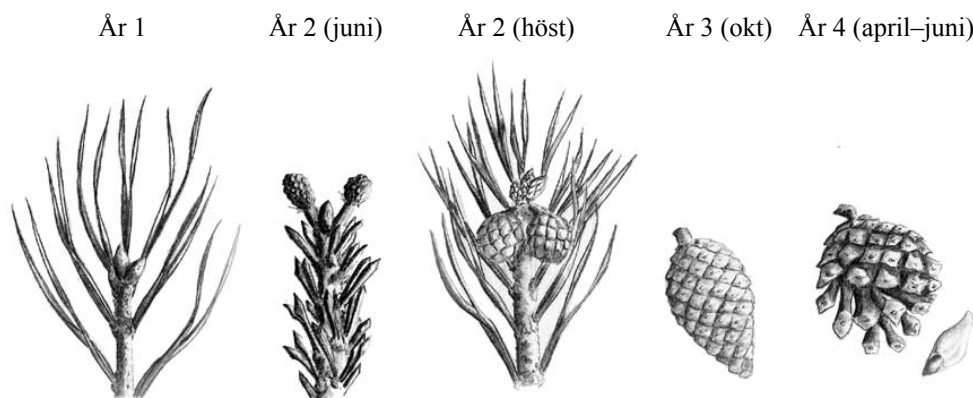
Möjligheterna till kalhuggning på större områden än två hektar har kraftigt beskurits i flera länder som t ex Österrike, Polen, och Tjeckien. I Tyskland och Schweiz är kalhuggning praktiskt taget otillåten. Det innebär att plantering utförs i allt mindre utsträckning och att naturlig förnygring (som ofta resulterar i blandskog) tillämpas allt mera. Exempelvis förnyas 70–90 % av granskogarna i Österrike, Tyskland och Schweiz via naturlig förnygring. Framtidsprognosen är sålunda att skogsförnyelsemetoder som bygger på naturlig förnygring ökar, medan andelen gran – särskilt ren granskog – minskar.

## Fröproduktion, frögroning och groddplantor

Från knopp till fröspridning tar det tre år hos tall och 1,5–2 år 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).<sup>64</sup>



Figur NF7 Tallens reproduktionscykel. Tallens honblommor (kottar) växer ut ur en eller flera *sidoknappar* på *årsskotten*. 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.<sup>65</sup>

**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.<sup>66</sup>

<sup>64</sup> Sarvas, R: Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 53:4. 1962.

<sup>65</sup> Wilhelmsson, L, U Eriksson & Ö Danell: Produktion av förädlad frö. *Redogörelse* 3, s 17–23. Skogforsk. 1993.

<sup>66</sup> Sarvas, R: Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 53:4. 1962.



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). De är vid blomningstillfället 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.<sup>67</sup> 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 *ärtkotte* 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.

*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

<sup>67</sup> Sarvas, R: Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*, *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 53:4. 1962.

på de mindre vitala grenarna i kronans undre del. 2–3 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.<sup>68</sup> 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 försämrans 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 grobarhetstest<sup>69</sup>. 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.<sup>70</sup>

*Frövikten*<sup>71</sup> hos matat frö är beroende av såväl ärftliga egenskaper som miljöfaktorer, t ex näring och temperatur.<sup>72,73</sup>

**År 4: Fröspridning.** Nästan alla tallfrön sprids i april–juni på bar mark. De flesta tallfrön hamnar inom en trädängds avstånd från moderträdet, och stannar i de flesta fall på den plats som det landar.<sup>74</sup> Det är därför viktigt att träden väljs så att de står någorlunda jämnt fördelade över föryngringsytan.

I studier från två lokaler i Mellansverige (Garpenberg och Gnesta) 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 under den period då temperatursumman (> 5 °C) uppnått 50–100 dygnsgrader.<sup>75</sup> 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

<sup>68</sup> Kardell, L: *Tallfröstudier i Norrland I: Studier över tallens (Pinus sylvestris L.) frö- och kottmognad i södra Västerbottens inland*. Allmänna Förlaget, Lund. 1973.

<sup>69</sup> Se s 38.

<sup>70</sup> Wilhelmsson, L, U Eriksson & Ö Danell: Produktion av förädlad frö. *Redogörelse 3*, s 17–23, Skogforsk. 1993.

<sup>71</sup> Se s 40.

<sup>72</sup> Eklundh-Ehrenberg, C & Simak, M: Flowering and pollination in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 46:12. 1956.

<sup>73</sup> Johnsson, H, Kiellander C L & Stefansson E: Kottutveckling och fröbeskaffenhet hos ympträd av tall. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 51, s 358–389. 1953.

<sup>74</sup> Lehto, J: Studies on the Natural Reproduction of Scots Pine on the Upland Soils of Southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 66:2. 1956.

<sup>75</sup> Hannerz, M, C Almqvist & R Hörnfeldt: Timing of seed dispersal in *Pinus sylvestris* stands in central Sweden. *Silva Fennica* 36:4, s 757–765. 2002.

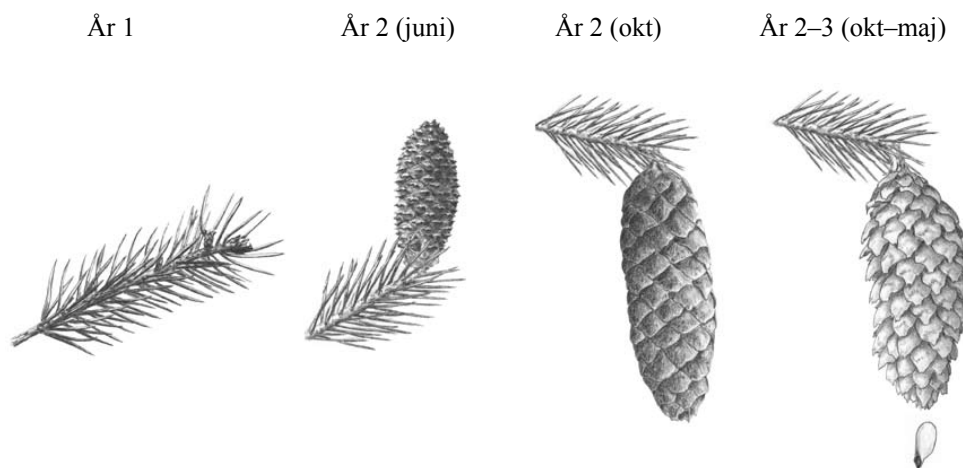


3 % i juli.<sup>76</sup> I Hedmark i Norge har det största fröfallet uppmätts under maj–juni.<sup>77</sup> Samtliga studier visar alltså att fröfallet är som intensivast under maj.

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.<sup>78</sup> 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 spetsknoppen 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.<sup>79</sup>

**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.

<sup>76</sup> Heikinheimo, O: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24:4. 1937.

<sup>77</sup> Skoklefeld, S: Spot scarification in a mountainous Scots pine forest in Norway, *Research Papers* 567, The Finnish Forest Research Institute, s 85–90. 1995.

<sup>78</sup> Granström, A: *Seed banks in forest soils and their role in vegetation succession after disturbance*, Doktorsavhandling. Inst f skoglig ståndortslära, SLU. 1986.

<sup>79</sup> Wilhelmsson, L, U Eriksson & Ö Danell: Produktion av förädlat frö. *Redogörelse* 3, s 17–23, Skogforsk. 1993.

*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).<sup>80</sup>

*Hanblommorna* bildas i *fjolårsskottens bas*. Pollenmängden är troligen sål-  
 lan eller aldrig begränsande för granens fröproduktion.<sup>81</sup>

En grankotte innehåller normalt 80–100 matade frön och 35–50 tomma frön.<sup>82</sup>



*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.

**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.<sup>83</sup>

Trädens rumsliga fördelning har betydelse för hur jämnt fröet sprids över förnygringsarealen. En effektiv fröspridning sker endast inom 30–40 meter från ett fröträd och få frön hamnar längre bort än 70–100 meter från moderträdet.<sup>84</sup>

<sup>80</sup> Eriksson, G, A Jonsson & D Lindgren: Flowering in a clone trial of *Picea abies*. *Studia Forestalia Suecica* 110, s 39. 1973

<sup>81</sup> Eriksson, G, A Jonsson & D Lindgren: Flowering in a clone trial of *Picea abies*. *Studia Forestalia Suecica* 110, s 39. 1973

<sup>82</sup> Wilhelmsson, L, U Eriksson & Ö Danell: Produktion av förädlat frö, *Redogörelse* 3, s 17–23, Skogforsk. 1993.

<sup>83</sup> Hesselman, H: Fortsatta studier över tallens och granens fröspridning samt kalhyggets besåning. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 31. 1938.

<sup>84</sup> Lehto, J: Studies on the Natural Reproduction of Scots Pine on the Upland Soils of Southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 66:2. 1956.

## 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.<sup>85</sup>

### 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.

**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.<sup>86</sup>

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.<sup>87</sup>

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.<sup>88</sup>

### 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 gödning (ökad näringstillgång) och friställning (ökning av både ljus- och näringstillgång) (figur NF12). Hos de tallar i slutna skog som enbart gödslades var fröproduktionen 3,5 gånger högre än för ogödslade träd efter fem år. Ökningen skedde till största delen i den ljusexponerade toppen av kronan. Träd som både friställdes och gödslades

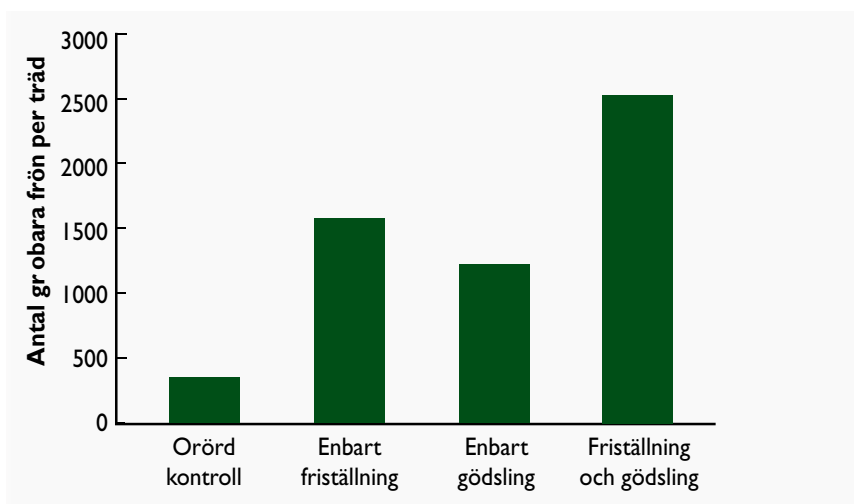
<sup>85</sup> Koski, V & Tallqvist, R: Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees. *Folia Forestalia* 364. 1978.

<sup>86</sup> Hagner, S: Om fröproduktion, fröträdsväl och plantuppslag i försök med naturlig föryngring. *Studia Forestalia Suecica* 27. 1965.

<sup>87</sup> Leikola, M, J Raulo & T Pukkala: Prediction of the variations of the seed crop of Scots pine and Norway spruce. *Folia Forestalia* 537, s 1–60. 1982.

<sup>88</sup> Lindgren, K, I Ekberg & G Eriksson: External factors influencing female flowering in *Picea abies*. *Studia Forestalia Suecica* 142. 1977.

hade 7 gånger högre fröproduktion. Friställda träd ökade frömängden 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.<sup>89</sup>

Fröproduktionen ökar med ökande ståndortsindex, och är i genomsnitt ca dubbelt så stor vid ståndortsindex T26 som vid ståndortsindex T20.<sup>90</sup> För ståndortsindex T15 är det maximala fröfallet ca 160 frön/m<sup>2</sup> medan motsvarande värde för ståndortsindex T28 är ca 400 frön/m<sup>2</sup>.<sup>91</sup>

**Gran.** Näringsens och ljusets betydelse för granens fröproduktion är inte lika väl utforskade.

### Skador kan öka blomningen

*Strangulering* är en metod för att på ett artificiellt sätt öka blomningen. Det innebär att man med ett starkt band snör 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.<sup>92</sup> 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.<sup>93</sup>

<sup>89</sup> Karlsson, C: Fertilization and release cutting increase seed production and stem diameter growth in Scots pine (*Pinus sylvestris*) seed trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21, s 317–326. 2006.

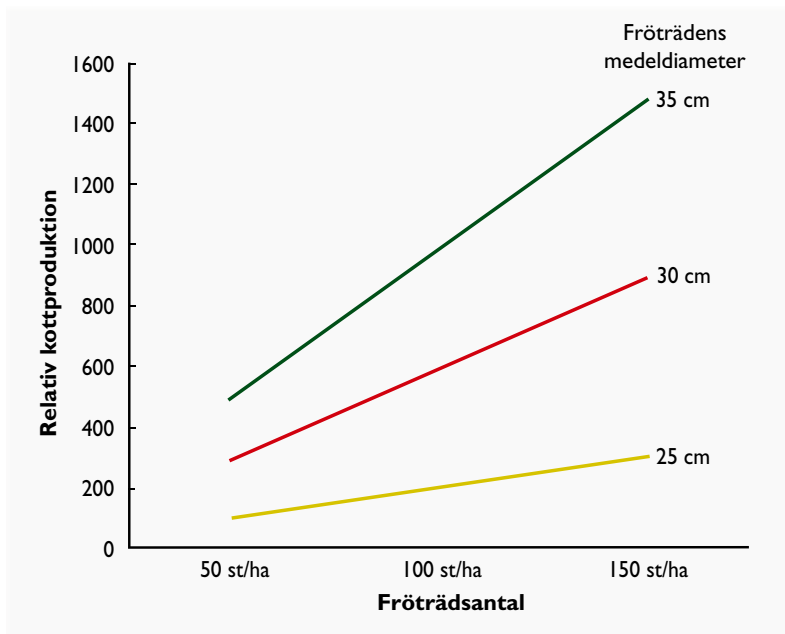
<sup>90</sup> Sarvas, R: Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 53:4. 1962.

<sup>91</sup> Koski, V & Tallqvist, R: Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees. *Folia Forestalia* 364. 1978.

<sup>92</sup> Remröd, J: *Blomning, skötsel och fröproduktion i tallplantager*, Stencil. Institutet för Skogsförbättring. 1977.

<sup>93</sup> Børset, O: *Skogskjøtsel 1, Skogøkologi*, s 248. Landbruksforlaget, Oslo. 1985.

Kottproduktionen ökar starkt med ökande diameter hos fröträd av såväl tall som gran.<sup>94</sup> 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).



Figur NF13 Relativ kottproduktion vid olika stamantal och medeldiameter hos fröträden.<sup>95</sup> Talet 100 motsvarar kottproduktionen för 50 fröträd med medeldiameter 25 cm.

### Välj träd med många kottar

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.<sup>96</sup>

### Frökvalitet

Ökad frökvalitet ger på grund av säkrare och snabbare groning fler och större plantor.<sup>97</sup> Några mått på frökvalitet är:

- grobarhetsprocent
- groningsenergi
- anatomisk potential
- frövik.

<sup>94</sup> Hagner, S: Om fröproduktion, fröträdsval och plantuppslag i försök med naturlig förnyring. *Studia Forestalia Suecica* 27. 1965

<sup>95</sup> Karlsson, C: Seed production of *Pinus sylvestris* after release cutting. *Canadian Journal of Forest Research* 30, s 982–989. 2000.

<sup>96</sup> Hagner, S: Om fröproduktion, fröträdsval och plantuppslag i försök med naturlig förnyring. *Studia Forestalia Suecica* 27. 1965.

<sup>97</sup> Wennström, U: Direct seeding of *Pinus sylvestris* (L) in the boreal forest using orchard or stand seed. *Silvestria* 204. Doktorsavhandling, Inst f skogsskötsel, SLU. 2001.

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

### 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 %.<sup>98</sup>

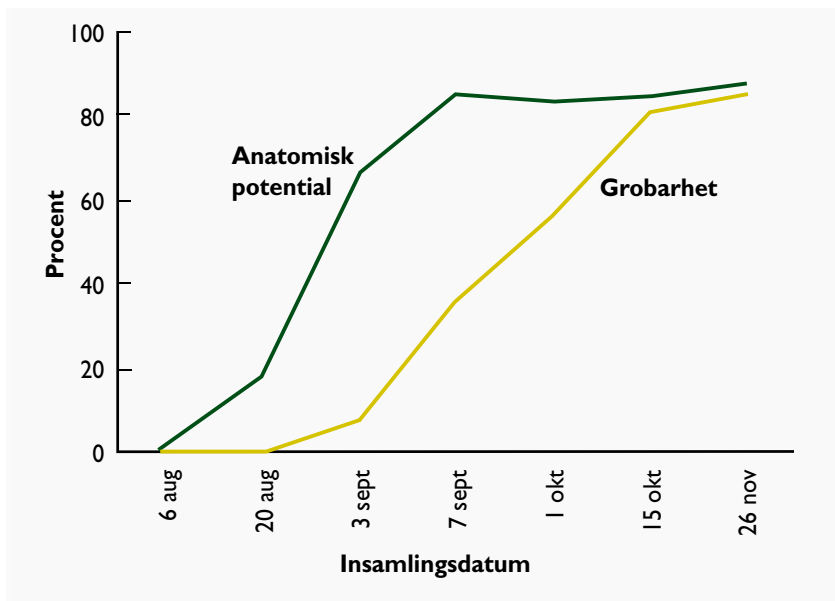
### Anatomisk potential (AP)

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.

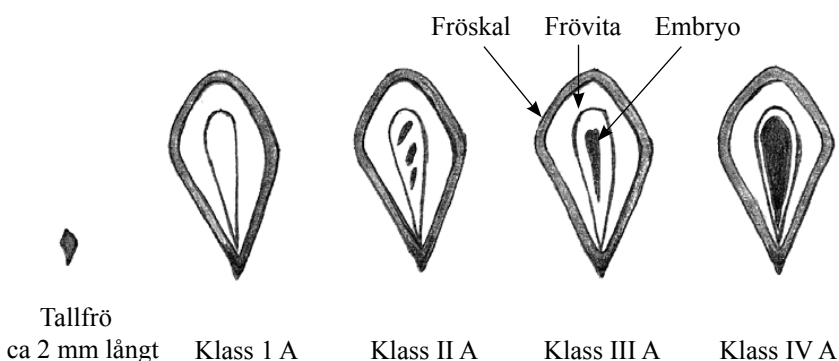
Varje embryoklass har en viss sannolikhet att gro i ett groningstest. Tallfröets sannolikheter framgår av figur NF15. För gran är motsvarande sannolikheter: klass I – 0 %, klass II – 36 %, klass III – 82 % och klass IV – 97 %. Fröpartiets genomsnittliga sannolikhet att gro kallas *anatomisk potential* (AP).<sup>99</sup>

<sup>98</sup> Lestander, T: Analyser av kott och frö från barrträd. *Information Skogsträdsförädling* 6. 1984.

<sup>99</sup> Lestander, T: Konsten att göra kott- och fröanalyser. *Intern rapport* 174. Institutet för skogsförbättring. 1987.



Figur NF14 Utveckling av grobarhetsprocent och anatomisk potential för tallfrön insamlade i Lycksele år 1990.<sup>100</sup>



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 %.<sup>101</sup> 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.

<sup>100</sup> Diagram konstruerat efter data ur Sahlén, K: *Anatomical and physiological ripening of Pinus sylvestris L. seeds in northern Fennoscandia*. Doktorsavhandling, Inst f skogsskötsel, SLU. 1992.

<sup>101</sup> Simak, M: Analys av tall- och granfröets tekniska kvalitet och tillämpning av detta. *Arbetsrapport 3*. Inst f skogsskötsel, SLU. 1982.

## Frövikt

Frövikten uttrycks i gram per 1 000 frön, och benämns *tusenkor nvikt*. Denna vikt bör överstiga 3 gram för att ge upphov till livskraftiga plantor.

Frövikten avser normalt enbart matat frö, och påverkas bl a av sommartemperaturen under frömognadsåret och av fröträdet näringstatus. Frövikten påverkas i stort sett alltid positivt av kvävegödsling och troligen även av kalium- och fosforgödsling.<sup>102</sup> 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.<sup>103</sup>

## Temperaturens betydelse för frömognaden

Grobarheten påverkas i stort sett enbart av temperaturen.<sup>104</sup>

**Tall.** För tall krävs en temperatursumma (tröskelvärde  $> 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) på ca 1 000 dygnsgrader för att grobarheten ska bli 90 %, <sup>105</sup> vilket vi anser är en nedre gräns för att uppnå acceptabel plantbildning i fält. Översatt i medeltemperatur för perioden juni–augusti motsvarar detta ca  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$  i Dalarna och  $14\text{ }^{\circ}\text{C}$  i Västerbotten (figur NF16). I södra Sverige och längs Norrlandskusten är temperatursumman de flesta år tillräckligt hög för god frömognad (figur NF17). 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 NF18 och NF19), medan frö i Norrbotten endast i kustnära områden har god grobarhet.

**Gran.** För gran krävs en temperatursumma ( $> 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) på ca 900 dygnsgrader för att grobarheten ska bli 90 %.<sup>106</sup> Översatt i medeltemperatur för perioden juni–augusti motsvarar detta ca  $12\text{ }^{\circ}\text{C}$  i Dalarna och  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$  i Västerbotten (figur NF16).

**Temperatursumman.** Användning av naturlig föryngring i områden där temperatursumman normalt understiger 800 dygnsgrader är chansartad och bör därför undvikas. Inom intervallet 800–1 000 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.

<sup>102</sup> Karlsson, C: Fertilization and release cutting increase seed production and stem diameter growth in Scots pine (*Pinus sylvestris*) seed trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21, s 317–326. 2006.

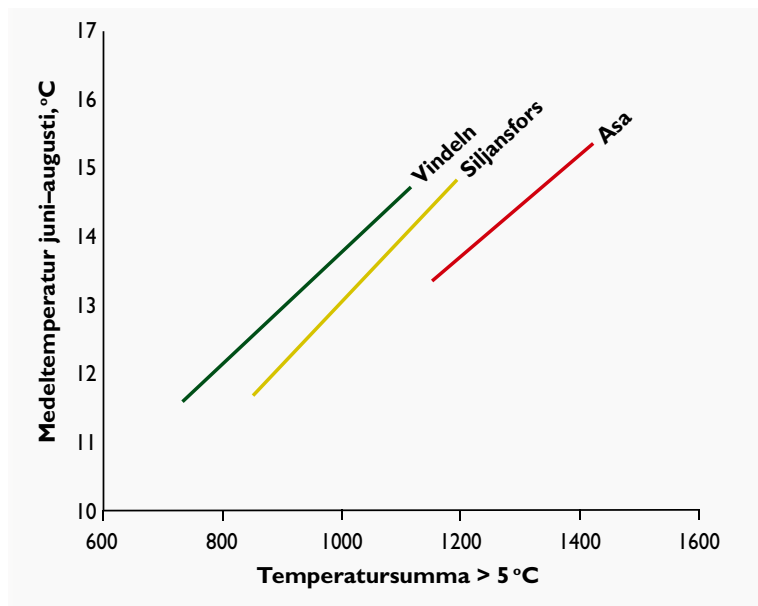
<sup>103</sup> Wennström, U: Direct seeding of *Pinus sylvestris* (L.) in the boreal forest using orchard or stand seed, *Silvestria* 204. Doktorsavhandling, Inst f skogsskötsel, SLU. 2001.

<sup>104</sup> Almqvist, C, U Bergsten, L Bondesson & U Eriksson: Predicting germination capacity of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seeds using temperature data from weather stations. *Canadian Journal of Forest Research* 28, s 1530–1535. 1998.

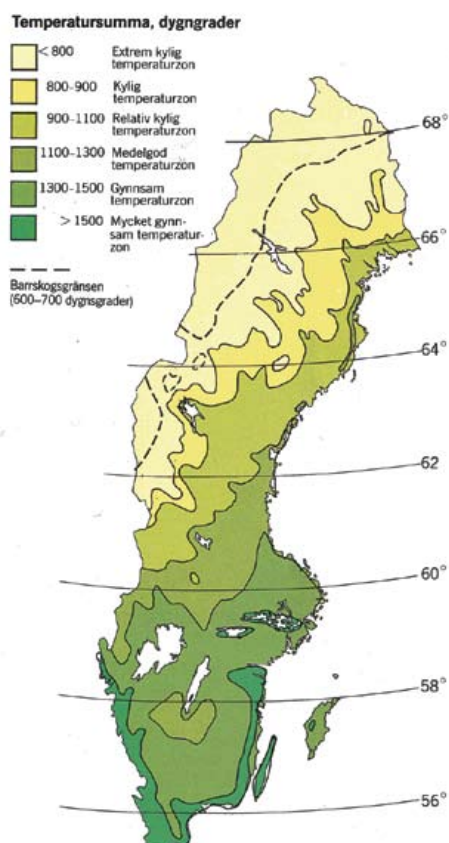
<sup>105</sup> Almqvist, C, U Bergsten, L Bondesson & U Eriksson: Predicting germination capacity of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seeds using temperature data from weather stations. *Canadian Journal of Forest Research* 28, s 1530–1535. 1998.

<sup>106</sup> Almqvist, C, U Bergsten, L Bondesson & U Eriksson: Predicting germination capacity of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seeds using temperature data from weather stations. *Canadian Journal of Forest Research* 28, s 1530–1535. 1998.



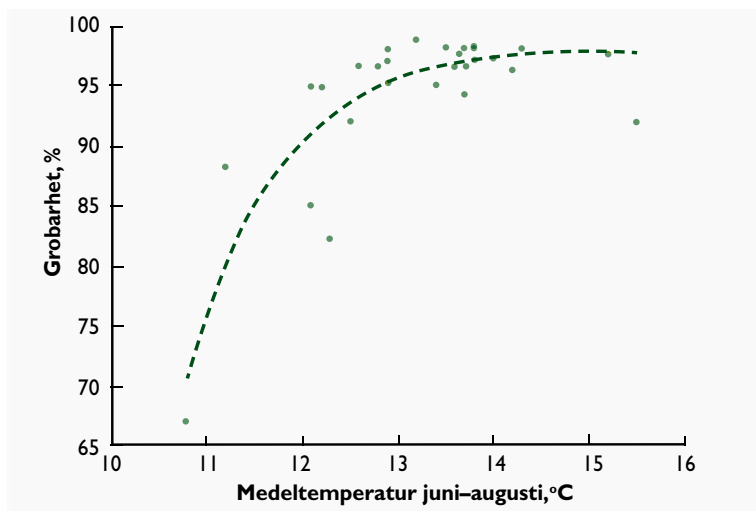


Figur NF16 Sambandet mellan temperatursumma (tröskelvärde > 5 °C) och medeltemperatur under juni–augusti i Västerbotten, Dalarna och Småland. (Referensmätningar vid SLU:s försöksparker i Vindelns, Siljansfors och Asa.)



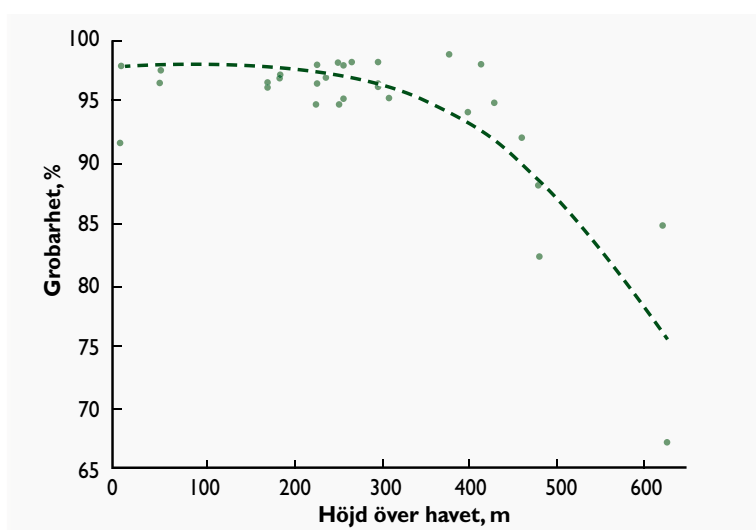
Figur NF17 Karta över Sverige med temperatursumma.<sup>107</sup>

<sup>107</sup> Lundmark, J-E: *Skogsmarkens ekologi. Ståndortanpassat skogsbruk del 1 – Grunder*. Skogsstyrelsen. 1986.



Figur NF18 Grobarhet hos tallfrö vid olika medeltemperatur under månaderna juni till augusti. Data från Mellansverige åren 1999 och 2000.<sup>108</sup>

**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.<sup>109</sup>



Figur NF19 Grobarhet hos tallfrö i Mellansverige åren 1999 och 2000 vid olika höjd över havet.<sup>110</sup>

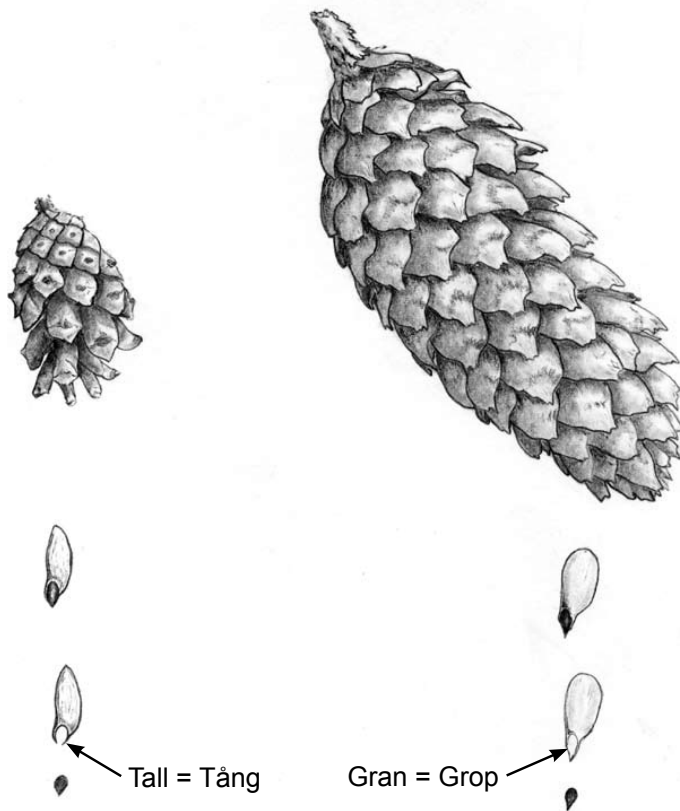
### Frön och frövingar hos gran och tall

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 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).

<sup>108</sup> Karlsson, C: Ny metod talar om när det är dags att markbereda. *Skogseko* 1, s 16–17. 2001.

<sup>109</sup> Simak, M: Låga temperaturers inverkan på embryoutvecklingen hos tallfrö (Pinus silvestris L.). *Rapporter och Uppsatser* 36. Inst f skogsförnygring, Skogshögskolan. 1972.

<sup>110</sup> Karlsson C: Ny metod talar om när det är dags att markbereda. *Skogseko* 1, s 16–17. 2001.



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:<sup>111</sup>

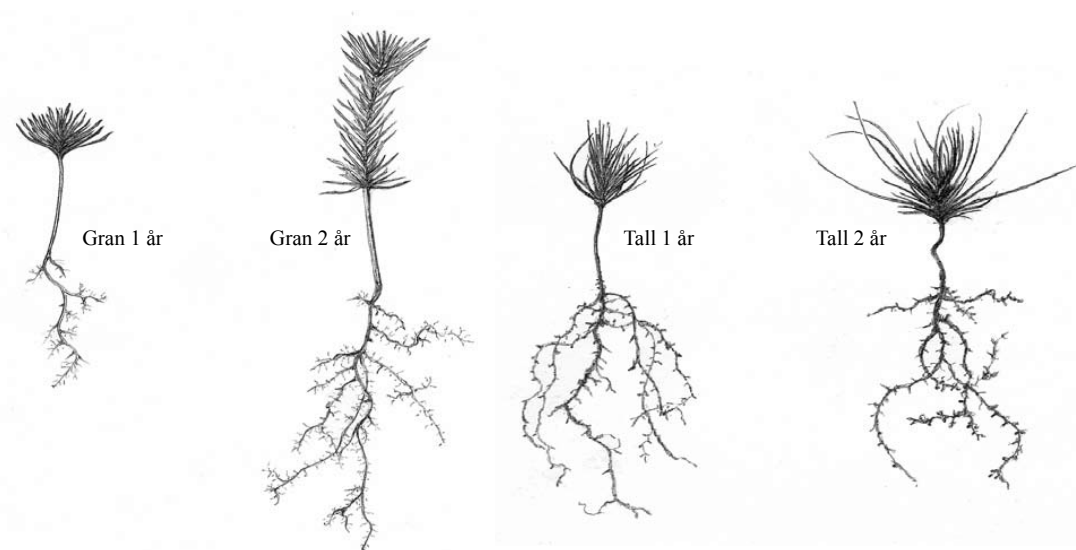
- Första året växer det ut ett 2–5 cm långt toppskott med *otan-*dade hjärtblad och primärbarr som är *tandade* i kanten (figur NF21). Primärbarren sitter ett och ett och kallas även enkelbarr. Endast i sällsynta fall utvecklas sekundärbarr (dubbelbarr) under den första sommaren. Detta kan ske under mycket varma somrar i södra Sverige. Under sådana förhållanden kan även sidogrenar utbildas (figur NF22).

<sup>111</sup> Thompson, S: Shoot morphology and shoot growth potential in 1-year-old Scots pine seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 11, s 789–795. 1981.

- 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. Foto Ulfstand Wennström.



Figur NF22 Planter av gran och tall 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 liksom hjärtbladen är fint tandade. De vanliga barren utvecklas under det andra året och de första sidogrenarna kommer vanligen år 3.<sup>112,113</sup> (figur NF22.

<sup>112</sup> Haller, E & Julius, H: *Skogshushållning*. Albert Bonniers förlag, Stockholm. 1908.

<sup>113</sup> Wahlgren, A: *Skogsskötsel*. P A Norstedt & Söners förlag, Stockholm. 1922.

## Mark och markbehandling

**Markberedning under fröträäd 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 textur<sup>114</sup>
- markvegetationens sammansättning och riklighet.

Det sista 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 – genom friläggning av mineraljord – 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.

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, grisebökning och ångbehandling är några alternativa metoder.

### **Fördelar och nackdelar med öppen mineraljord**

En markberedning som blottlägger mineraljord ger en rad fördelar för frön och plantor jämfört med orörd mark:<sup>115</sup>

- 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 snytbaggar mm minskar.

I färsk markberedningsfläckar på frisk mark ligger plantbildningsprocenten<sup>116</sup> vanligen mellan 10 och 30 %, medan motsvarande andel i osårat marktäckte ofta är mindre än 1 %.

<sup>114</sup> Textur = fördelningen av olika kornstorlekar i en jordart.

<sup>115</sup> Utförlig beskrivning av markbehandling finns i *Skogsskötselserien* nr 3, ”Plantering av barrträd”. [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien).

<sup>116</sup> Med plantbildningsprocent (groningsprocent) avses den andel av de totalt nerfallna grobara fröna som bildar groddplantor.

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.

Nackdelar som kan uppstå är uppfrysningsproblem och för hög fuktighet i låga partier av frilagd mineraljord, speciellt på finkorniga jordar.<sup>117</sup>

Vid naturlig föryngring sprids frön över hela arealen. Därför kommer en viss andel frön att hamna på ställen där gröningsmiljön är bäst medan andra hamnar där tillväxten är bäst. Förutsättningarna kan även variera från år till år – beroende på väder – och då är det en fördel att det nya beståndet byggs upp av 2–3 års fröfall.

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 groning. Dessa miljöer skiljer sig från varandra.

Erfarenheter från såddstudier<sup>118</sup> visar att:

- Den bästa såddmiljön skapas efter mikroreparering 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.

### Betydelsen för plantbeståndets jämnhet och planttillväxt

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

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 klena 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, t ex genom att ökad marktemperatur och tillgång på näring.<sup>119</sup>

### Markberedning är en färskvara

Markberedningsfläckarnas föryngringsmottaglighet avtar snabbt med ökande ålder (figur NF23). Vid ståndortsindex T20 har markberedningen effekt under ca sju vegetationssäsonger, men efter 3–4 år är dock effekten halverad. Vid högre ståndortsindex kan man räkna med att markberedningseffekten

<sup>117</sup> Örlander, G & Gemmel, P: Markberedning, *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3. 1989.

<sup>118</sup> Wennström, U: Skogssådd med inblandning av plantagefrö ger bättre återväxt. *Resultat 20*, Skogforsk. 2002.

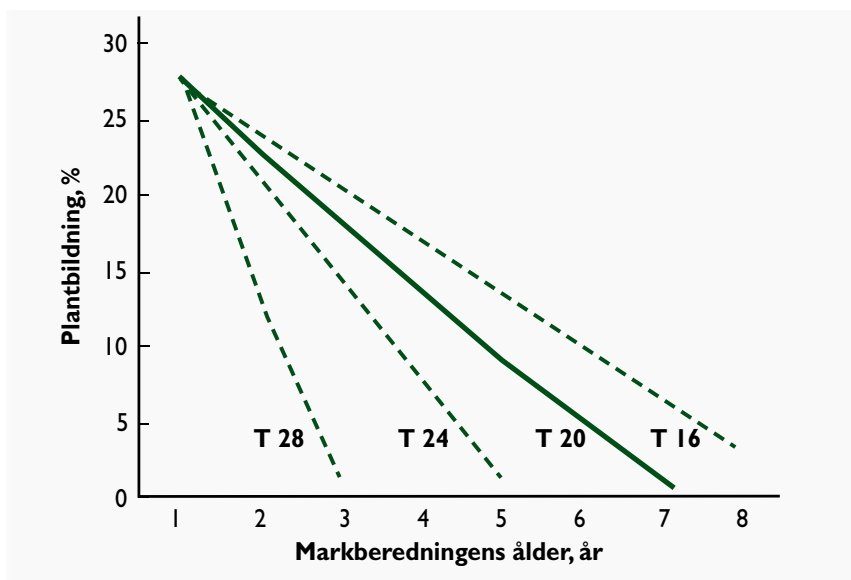
<sup>119</sup> Lundmark, J-E: *Skogsmarkens ekologi. Ståndortanpassat skogsbruk del 2 – Tillämpning*. Skogsstyrelsen. 1988.

avtar ännu snabbare, framför allt på grund av ökad förekomst av gräs. Under regnväder sker en mikroerosion i färska markberedningsfläckar som gör att fröet täcks med lite mineraljord, vilket gör att fröet får lättare att gro.

Redan efter en vegetationssäsong börjar mineraljorden bli hård i ytan (stelnar) och det blir svårare för fröet att gro.<sup>120</sup> Dessutom börjar vegetation som mossor, lavar, gräs och örter att etablera sig på ytan och konkurrera. Även förorenningar från omgivningen som faller ned i gröningsbädden utgör hinder för fröets groning. Vegetationens invandring i en fläck är bl a beroende av:

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

I en studie i södra Norrland inventerades vegetationen i markberedda fläckar några år efter markberedningen. Resultaten visade att vegetationen i frilagd mineraljord under täta skärmar, 300–400 stammar/ha, var endast en tredjedel jämfört med under fröträdsställningar med 50 stammar/ha.<sup>121</sup>



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.<sup>122</sup>

### 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 föryngringsavverkningen.<sup>123</sup>

<sup>120</sup> Bjor, K: Forstmeteorologiske, jordbunnsklimatiske og spireøkologiske undersøkelser. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 108, Bind 28, s 429–526. 1971.

<sup>121</sup> Hagner, S: Naturlig föryngring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4. 1962.

<sup>122</sup> Karlsson, C & Örlander, G: Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed tree stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 256–266. 2000.

<sup>123</sup> Se ”Fröträdens/skärmträdens reaktion vid friställning”, s 69.

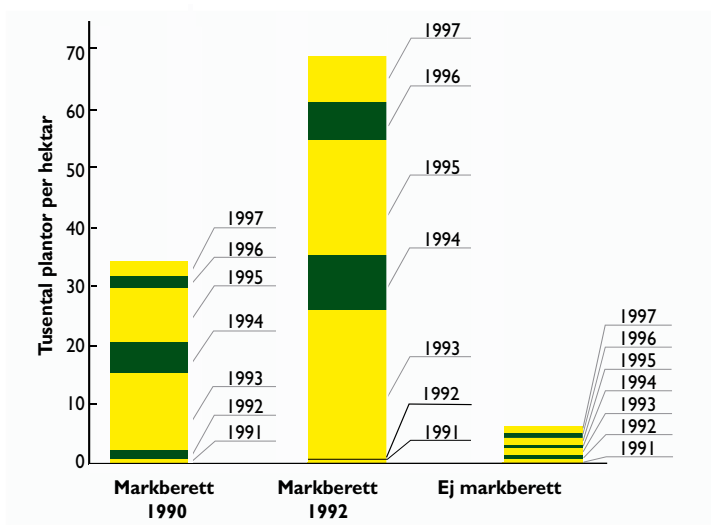
Som schablon rekommenderar vi därför:

- 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 högt.<sup>124</sup>

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.<sup>125,126</sup>

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 fröträdd av tall eventuellt utföras tidigt på våren, före mitten av april.



Figur NF24 Effekten av markberedning på plantbildning första hösten (1990) respektive tredje hösten (1992) efter förnygringsavverkning samt effekten av att inte markbereda. Diagrammet visar antalet årligen nyförnygrade plantor under sju år efter förnygringsavverkning när fröträdd av tall lämnades. Årtalen anger plantornas gröningsår. Experiment från Dalarna.<sup>127</sup>

<sup>124</sup> Se ”Kontroll av antalet kottar inför markberedning”, s 100.

<sup>125</sup> Skoklefeld, S: *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.

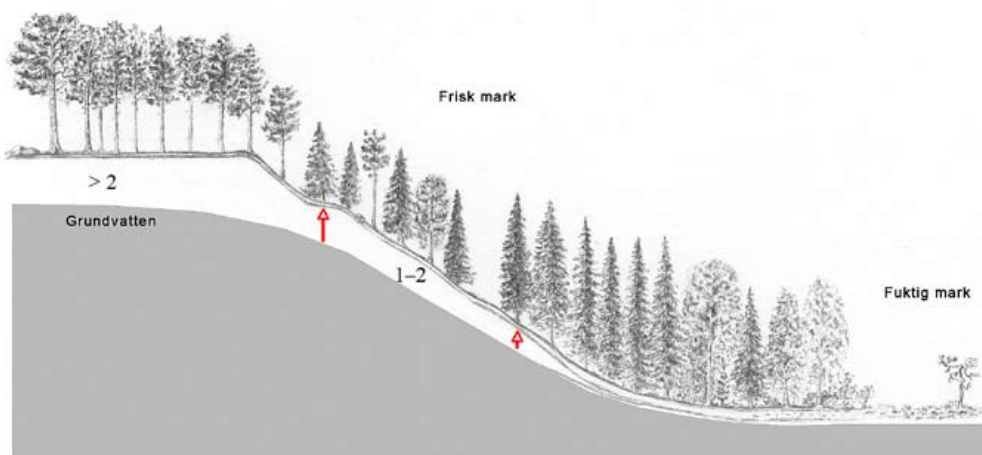
<sup>126</sup> Skoklefeld, S: Spot scarification in a mountainous Scots pine forest in Norway. *Research Papers* 567, s 85–90. The Finnish Forest Research Institute. 1995.

<sup>127</sup> Karlsson, C & Örlander, G: Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed tree stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 256–266. 2000.



## Mekanisk markberedning

Behovet av och förutsättningarna för mekanisk markberedning på olika skogsmarker beror mycket på markens fuktighet (figur NF25). På mark som inte är markberedd 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 torr och 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 bl a med hjälp av topografin.<sup>128</sup> Teckning Jerry Boberg.

### 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 förnygring av tall är lämplig på blåbärsristyper och mindre näringsrika vegetationstyper som lingonris-, kråkbärsris- och lavtyper.<sup>129,130</sup>
- Naturlig förnygring av gran kan komma ifråga på blåbärsristyper och mer näringsrika vegetationstyper.
- På blåbärsristyper kan det även vara lämpligt att blanda gran och tall.

<sup>128</sup> Hägglund, B & Lundmark, J-E: *Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringsystem*. Skogsstyrelsen. 1981.

<sup>129</sup> Karlsson, C & Örlander, G: Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed tree stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 256–266. 2000.

<sup>130</sup> Beland, M m fl: 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, s 247–255. 2000.

Naturlig förnygring utan markberedning ger oftast dåligt resultat på friska marker. Detta gäller för både tall<sup>131,132</sup> och gran<sup>133,134</sup>.

**Markberedningsaggregat för friska marker.** Vid markberedningen av friska marker bör man sträva efter att frilägga en stor del (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),<sup>135</sup> eftersom dessa kan precisionsstyras och därmed ger mindre skador på skärmträden och större andel markberedd yta.



Figur NF26 Traditionellt aggregat för harvning. Foto Christer Karlsson.

<sup>131</sup> Karlsson, C & Örlander, G: Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed tree stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 256–266. 2000.

<sup>132</sup> Beland, M m fl: 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, s 247–255. 2000.

<sup>133</sup> Holt-Hanssen, K m fl: Performance of sown and naturally regenerated *Picea abies* seedlings under different scarification and harvesting regimens. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18, s 351–361. 2003.

<sup>134</sup> Glöde, D & von Hofsten, H: Förnygringsresultat efter markberedning under högskärm av gran med Bräcke B390 och Huddig 960. *Arbetsrapport* 419. Skogforsk. 1999.

<sup>135</sup> Westerberg, D & von Hofsten, H: Markberedning under skärm. *Resultat* 8. Skogforsk. 1996.



*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 > 1 000 dygnsgrader) betecknas som ”lättföryngrade” och kan ofta föryngras utan markberedning. Undersökningar visar att tallfrö gror och överlever bättre i renlav än i t ex väggmossa, som är vanlig på friska marker.<sup>136</sup> På lavdominerade marker kan föryngringen pågå under många år eftersom konkurrensen från övriga växter är liten.

I kyliga klimatlägen (temperatursumma < 1 000 dygnsgrader) är markberedning oftast en nödvändig åtgärd för att erhålla en tillräckligt stor mängd plantor samt för att gynna planttillväxten.<sup>137,138</sup>

Om kråkbär och ljung utgör ett markant inslag bör markberedning även utföras i goda klimatlägen, eftersom dessa växter hämmar tallfröets groningen och rot-tillväxt med hjälp av kemiska substanser. Fenomenet benämns allelopati.<sup>139,140</sup>

<sup>136</sup> Steijlen, I, M C Nilsson & O Zackrisson: Seed regeneration of Scots pine in boreal forest stands dominated by lichen and feather moss. *Canadian Journal of Forest Research* 25, s 713–723. 1995.

<sup>137</sup> Hagner, S: Naturlig förnygring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4. 1962.

<sup>138</sup> Skoklefald, S: Spot scarification in a mountainous Scots pine forest in Norway. *Research Papers* 567, s 85–90, The Finnish Forest Research Institute. 1995.

<sup>139</sup> Hytönen, J: Allelopathic potential of peatland plant species on germination and early seedling growth of Scots pine, silver birch and downy birch. *Silva Fennica* 26:2, s 63–73. 1992.

<sup>140</sup> Zackrisson, O & Nilsson, M C: Allelopathic effects by *Empetrum hermaphroditum* on seed germination of two boreal tree species. *Canadian Journal of Forest Research* 22, s 1310–1319. 1992.

**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 sk hyggesplöjning – en extrem markbearbetningsmetod som är förbjuden sedan 1994 (figur NF28).

En ny generation aggregat har nu utvecklats för att dels vara skonsamma mot marken, dels för att 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).

En annan intressant teknisk utveckling utgör de kranspetsmonterade aggregaten. De är flexibla beträffande radavstånd/fläckavstånd samt användning på marktyper där hinder i form av t ex träd och stenar förekommer.



*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.<sup>141</sup> Om markberedning trots allt utförs på fuktiga marker görs den i form av dikning (plöjning) och/eller högläggning eftersom dränering är viktig på dessa marker. Sumpskogar kräver av naturvårdsskäl ofta speciella hänsyn.<sup>142</sup>

Naturlig föryngring 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.<sup>143</sup> De flesta resultaten från uppfrysningsstudier kommer dock från såddförsök, och det finns stora skillnader mellan sådd och naturlig föryngring. Vid sådd placeras i regel fröet på mineraljord, vilket ger hög risk för uppfrysning. I rostjord 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.<sup>144</sup>

Vid naturlig föryngring sprids frö över hela arealen. Ofta blir det gynnsamma grönings- och tillväxtbetingelser i gränsen mellan humus och mineraljord. 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.

Få studier av naturlig föryngring nämner uppfrysning som ett problem, medan många såddstudier uppger uppfrysning som ett stort problem. Beskuggning, t ex med fröträd, minskar uppfrysningsrisken för plantor.<sup>145</sup>

<sup>141</sup> Hagner, S: Naturlig föryngring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4. 1962.

<sup>142</sup> Nitare, J: *Signalarter – indikatorer på skyddsvärd skog. Flora över kryptogamer*. Skogsstyrelsen. 2000.

<sup>143</sup> Goulet, F: Frost heaving of forest tree seedlings: a review. *New Forests* 9, s 67–94. 1995.

<sup>144</sup> Hagner, M & de Jong, A: Radsådd efter harvning. *Rapport* 127, Umeå universitet, Inst f skoglig produktionslära. 1982.

<sup>145</sup> Graber, R E: Frost heaving seedling losses can be reduced. *USDA Tree Planters' Notes*, 22:4, 24–28. 1971.

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 markbehandlingsmetoder

### Bränning

I de nordiska länderna användes bränning som föryngringsåtgärd för tall främst från 1940-talet fram till slutet av 1960-talet.<sup>146</sup> Bränning har ökat de senaste åren, t ex 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.<sup>147,148</sup>

**Nackdelar med bränning.** Rotmurklan<sup>149</sup> (*Rhizina undulata*) kan gynnas och skada plantorna.<sup>150</sup> Snytbagge (*Hylobius abietis*) har dessutom visat sig

<sup>146</sup> Örlander, G & Gemmel, P: Markberedning, *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3. 1989.

<sup>147</sup> Wretling, J E: Om hyggesbränningarna inom Malå revir. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 49, s 243–331. 1932.

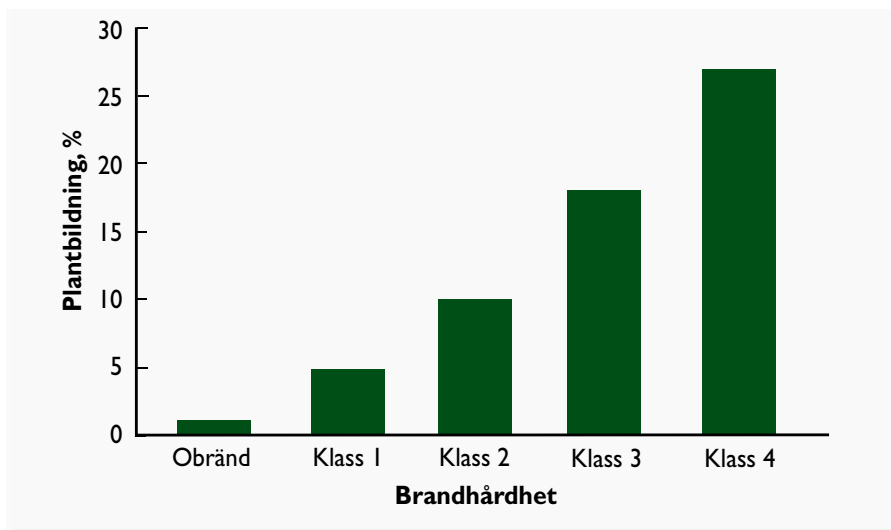
<sup>148</sup> Uggla, E: Mark- och lufttemperaturer vid hyggesbränning samt eldens inverkan på vegetation och humus. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 74, s 443–500. 1957.

<sup>149</sup> Hagner, M: Några faktorer av betydelse för rotmurklans skadegörelse. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* s. 245–270. 1962.

<sup>150</sup> Eidmann, H H & Klingström, A: *Skadegörare i skogen*. LT förlag, Stockholm. 1990.

vara aggressiv efter bränning. De studier som gjorts av rotmurkle- och snytbaggescador på brända hyggen gäller dock planteringar och inte naturligt förnygrade plantor.<sup>151</sup>

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.<sup>152</sup>



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.<sup>153</sup>

## Övriga metoder

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

**Ångbehandling** är ett effektivt sätt att döda fältvegetation och kan stimulera frögroningen.<sup>154</sup> Ångbehandling har endast studerats i forskningsprojekt.

<sup>151</sup> von Hofsten, H & Weslien, J-O: Temporal patterns of seedling mortality by pine weevils (*Hylobius abietis*) after prescribed burning in northern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20, s 130–135. 2005.

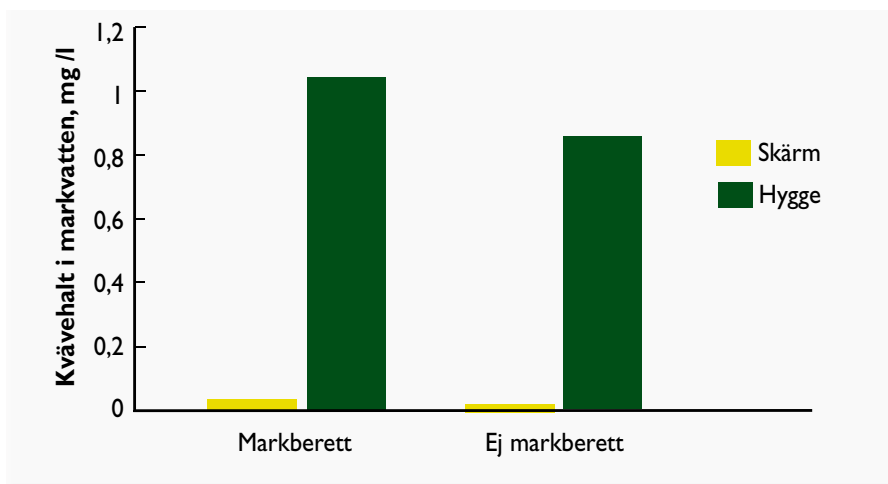
<sup>152</sup> Granström, A, O Ericsson & J Schimmel: Fröet, grodden och fienderna. *Skog & Forskning* 1, s 34–40. 1995.

<sup>153</sup> Diagram efter data ur Schimmel, J: *On Fire. Fire behaviour, fuel succession and vegetation response to fire in Swedish boreal forest*. Doktorsavhandling. Inst f skoglig vegetationsekologi, SLU. 1993.

<sup>154</sup> Norberg, G: Steam treatment of forest ground vegetation to improve tree seedling establishment and growth. *Silvestria* 170, Doktorsavhandling. Inst f skoglig vegetationsekologi, SLU. 2000.

## Kväveläckage

Normalt påverkas 30–50 % av markytan på markberedda arealer. Trots detta visar flera försök att markberedning inte har särskilt stor inverkan på markvattnets kvävehalt,<sup>155</sup> speciellt då markberedningen görs i skärmar (figur NF33). Skärnträden tar troligen upp en del av det kväve som frigörs vid hyggesupptagningen. Dessutom verkar markvegetationens utveckling efter markberedning ha betydelse för läckaget av bl a kväve.<sup>156,157</sup> Det är troligt att kväve-mineraliseringen 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 ( $\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$ ) 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/ha och markberedning var utförd med harv. Medelvärde för de tre lokalerna och de tre första åren efter markberedning som gjordes hösten efter avverkning.<sup>158,159</sup>

## Föryngringsresultat vid skärmställning utan markberedning

Skogforsk har utfört två stora studier i södra och mellersta Sverige av föryngringsresultat efter skärmställning av gran utan markberedning.<sup>160,161</sup> Man

<sup>155</sup> Ring, E: 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, s 7–16. 1996.

<sup>156</sup> Palviainen, M m fl: Development of ground vegetation biomass and nutrient pools in a clear-cut disc-plowed boreal forest. *Plant and Soil* 297, s 43–52. 2007.

<sup>157</sup> Piirainen, S: Carbon, nitrogen and phosphorus leaching after site preparation at a boreal forest clear-cut area. *Forest Ecology and Management* 243, s 10–18. 2007.

<sup>158</sup> Nilsson, U, G Örlander & M Karlsson: Naturlig föryngring av tall och anläggning av blandskog. *Arbetsrapporter* 23, Inst f sydsvensk skogsvetenskap, SLU. 2000.

<sup>159</sup> Akselsson, C, O Westling & G Örlander: Skogsskötsel och vattenkvalitet. En sammanställning av resultat från skärm- och bårdförsök inom SUFOR. *IVL Rapport* B1752. 2007.

<sup>160</sup> Sikström, U: Avgång i skärmen och plantetablering vid föryngring av gran under högskärm – en surveystudie. *Arbetsrapport* 369, Skogforsk. 1997.

<sup>161</sup> Sikström, U & Pettersson, F: Föryngring av gran under högskärm. *Arbetsrapport* 589, Skogforsk. 2005.



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

- På fuktiga marker etablerades naturligt föryngrade 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 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 föryngrade granplantorna på fuktig mark etablerar sig på upphöjda platser såsom tuvor, mossbevuxna rotben, stubbar, stockar och lågor.<sup>162</sup>

### **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 friskmossor,<sup>163</sup> t ex väggmossa (*Pleurozium schreberi*), husmossa (*Hylocomium splendens*), kammossa (*Ptilium crista-castrensis*) och kvastmossor (*Dicranum* spp).<sup>164,165</sup> Detta beror troligen på att vitmossor ger fröet en god miljö beträffande fukt och temperatur.

Överlevnaden av groddplantorna är dock i vissa fall sämre på vitmossor än på friskmossor, eftersom vitmossor ofta växer snabbare än groddplantorna vilka därmed kvävs.<sup>166</sup> 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.<sup>167</sup>

<sup>162</sup> Hörnberg, G, M Ohlson & O Zackrisson: Influence of bryophytes and microrelief conditions on *Picea abies* seed regeneration patterns in boreal old-growth swamp forests. *Canadian Journal of Forest Research* 27, s 1015–1023. 1997.

<sup>163</sup> Friskmossor används av riksskogstaxeringen som en sammanfattande benämning av mossor på friska marker.

<sup>164</sup> Holt-Hanssen, K: Effects of seedbed substrates on regeneration of *Picea abies* from seeds. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17, s 511–521. 2002.

<sup>165</sup> Hörnberg, G, M Ohlson & O Zackrisson: Influence of bryophytes and microrelief conditions on *Picea abies* seed regeneration patterns in boreal old-growth swamp forests. *Canadian Journal of Forest Research* 27, s 1015–1023. 1997.

<sup>166</sup> Ohlson, M & Zackrisson, O: Tree establishment and microhabitat relationships in north Swedish peatlands. *Canadian Journal of Forest Research* 22, s 1869–1877. 1992.

<sup>167</sup> Hytönen, J: Allelopathic potential of peatland plant species on germination and early seedling growth of Scots pine, silver birch and downy birch. *Silva Fennica* 26:2, s 63–73. 1992.

## Skärmeffekter

**Högskärmarna medför (jämfört med kalhyggen) att risken för plantskador orsakade av frost och insekter blir mindre. Det blir mindre mängd konkurrerande vegetation, grundvattennivåns höjning blir mindre och kvävehalten i markvattnet lägre. Skärmar påverkar också den biologiska mångfalden och landskapsbilden.**

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

Skärmen påverkar många miljöfaktorer, både abiotiska och biotiska, ofta till fördel för plantorna. Men skärmträden kan även, bl a genom konkurrens, inverka negativt på plantorna 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 nyckelbiotoper, kantzoner, olika trädslag, döda träd, lågor mm, 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.<sup>168</sup> Den maximala yttemperaturen under dagen kan på hygget vara mycket hög – normalt är den 10–30° högre än i skogen, och den kan nå upp till +60 °C.<sup>169</sup> En hög yttemperatur är dock sällan skadlig för plantor, med undantag för syd- och sydvästvända kalytor där små plantor kan skadas.<sup>170</sup>

**Frost.** Den största positiva skärmeffekten på föryngringen är troligen den minskade frostrisken, som har samband med att minimitemperaturen är högre och att beskuggningen är större än på ett hygge.<sup>171</sup>

Efter en frostnatt uppstår större skador på plantor som utsätts för kraftigt solljus än på plantor som står beskuggade.<sup>172,173</sup> Det betyder att plantor under en skärm skadas mindre än plantor på ett kalhygge om plantorna utsätts för

<sup>168</sup> Ottosson-Löfvenius, M: *Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area*. Doktorsavhandling, Inst f skogsekologi, SLU. 1993.

<sup>169</sup> Lundmark, J-E: *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk del 2 –Tillämpning*. Skogsstyrelsen. 1988.

<sup>170</sup> Braathe, P: Skermstilling og dens betydning for foryngelsen, *Tidskrift for Skogbruk* 64, s 21–31. 1956.

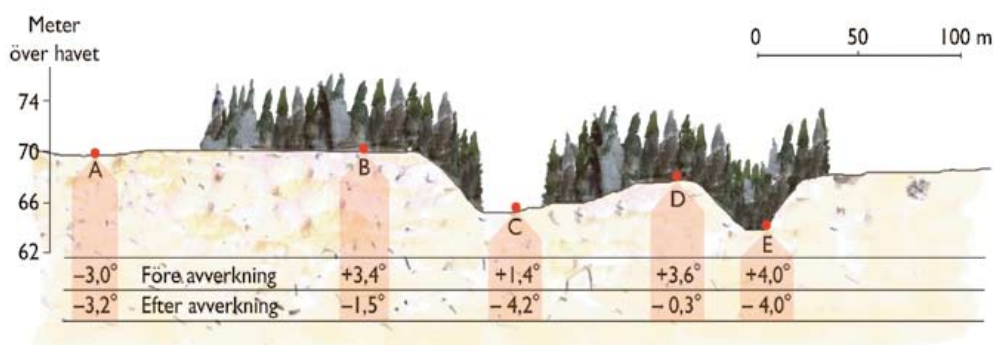
<sup>171</sup> Langvall, O & Örlander, G: Effects of pine shelterwoods on microclimate and frost damage to Norway spruce seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 31, s 155–164. 2001.

<sup>172</sup> Lundmark, T & Hällgren, J-E: Effects of frost on shaded and exposed spruce and pine seedlings planted in the field. *Canadian Journal of Forest Research* 17, s 1197–1201. 1987.

<sup>173</sup> Örlander, G: Shading reduces both visible and invisible frost damage to Norway spruce seedlings in the field. *Forestry* 66, s 27–36. 1993.

samma minimitemperatur. Skärmens skuggeffekt är störst i början och slutet av växtsäsongen, eftersom solen då står lågt och risken för låga temperaturer är hög.<sup>174</sup>

Risken för sommarfrost är mycket stor i låga partier och på plan mark. Under vindstilla nätter med klart väder kan topografiska ojämnheter på någon enstaka meter orsaka frost (figur NF34). I sådana frostsäckor 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 var skog fanns före avverkningen. Efter avverkning var hela området kallt. Skogen betyder mycket för minimitemperaturen i terrängsvackor.<sup>175,176</sup> 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 (figur NF35).<sup>177</sup>

<sup>174</sup> Ottosson-Löfvenius, M: *Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area*. Doktorsavhandling, Inst f skogsekologi, SLU. 1993.

<sup>175</sup> Odin, H: Några meteorologiska förändringar vid hyggesupptagning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1, s 60–65. 1974.

<sup>176</sup> Källa: Lundmark, J-E: *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk del 2 – Tillämpning*. Skogsstyrelsen. 1988.

<sup>177</sup> Örlander, G & Langvall, O: The ASA-shuttle – A system for mobile sampling of air temperature and radiation. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8, s 359–372. 1993.



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

Skärmträden påverkar minimitemperaturen bl a genom att kronskiktet förhindrar värmeutstrålning under natten. Träden magasineras 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.<sup>178</sup>

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.<sup>179</sup> I högläggesskog, där temperaturen är begränsande för humusomsättning och frögroning, kan skärmen vara till nackdel för föryngringen.<sup>180</sup>

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 vårfröst. Skottets härdning senareläggs dock under skärmen, och en tidig höstfröst kan därför slå lika hårt under skärm som på kalhygge.<sup>181</sup>

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.<sup>182</sup>

<sup>178</sup> Ottosson-Löfvenius, M: *Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area*. Doktorsavhandling, Inst f skogsekologi, SLU. 1993.

<sup>179</sup> Odin, H: Några meteorologiska förändringar vid hyggesupptagning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1, s 60–65. 1974.

<sup>180</sup> Braathe, P: Skermstilling og dens betydning for foryngelsen. *Tidskrift for Skogbruk* 64, s 21–31. 1956.

<sup>181</sup> Braathe, P: Skermstilling og dens betydning for foryngelsen. *Tidskrift for Skogbruk* 64, s 21–31. 1956.

<sup>182</sup> Langvall, O, M Hannerz & U Nilsson: Räkna med frost – på webben, *Plantaktuellt* nr 3. 2005; samt <http://www.kunskapdirekt.se/frost>.

*Tabell NF2* Skärmställningens temperatureffekt, 30 cm över mark, beroende på skärmens stamantal och medelhöjd.

Skärmtyp	Temperatureffekt		
<b>Lågskärm</b>	<i>2–4 m hög</i>	<i>4–6 m hög</i>	<i>6–8 m hög</i>
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
<b>Högskärm</b>	<i>15–20 m hög</i>	<i>20–25 m hög</i>	<i>&gt;25 m hög</i>
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

## Marktemperatur

I skogen är snötäcket tunnare, och tjälen djupare än på hygget. Tjälen ligger också kvar längre på våren.<sup>183</sup> Tillväxten i täta granbestånd i kärva klimatlägen kan sänkas avsevärt på grund av tjäle och försenad snösmältning.<sup>184</sup>

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.<sup>185</sup>

## Grundvattnets nivå och humusens fuktighet

Efter avverkning av ett bestånd kan en höjd grundvattennivå förväntas.<sup>186</sup> 10–40 % mer nederbörd når marken och avdunstningen (evapotranspirationen<sup>187</sup>) minskar. Grundvattennivån kan efter en kalavverkning stiga upp till en meter.<sup>188</sup> 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.<sup>189</sup> En tät skärm (högre volym) förbrukar mer vatten och sänker grundvattnet mer än en gles skärm.<sup>190</sup>

<sup>183</sup> Söderström, V: *Ekonomisk skogsproduktion, del 1–3*, LT:s förlag, Stockholm. 1979.

<sup>184</sup> Ebeling, F: Mera skog norr. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 4. 1979.

<sup>185</sup> Ottosson-Löfvenius, M, M Kluge & T Lundmark: Snow and soil frost depth in two types of shelterwood and a clear-cut area. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18, s 54–63. 2003.

<sup>186</sup> Troedsson, T & Utbult, K: Hydrologiska och markfysikaliska förändringar genom kalhuggning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1, s 66–74. 1974.

<sup>187</sup> Evapotranspiration är den sammanlagda avdunstningen från mark och vegetation. Den kan delas upp i avdunstning från den icke-levande miljön (evaporation) och avdunstning på grund av växternas vattenupptag (transpiration).

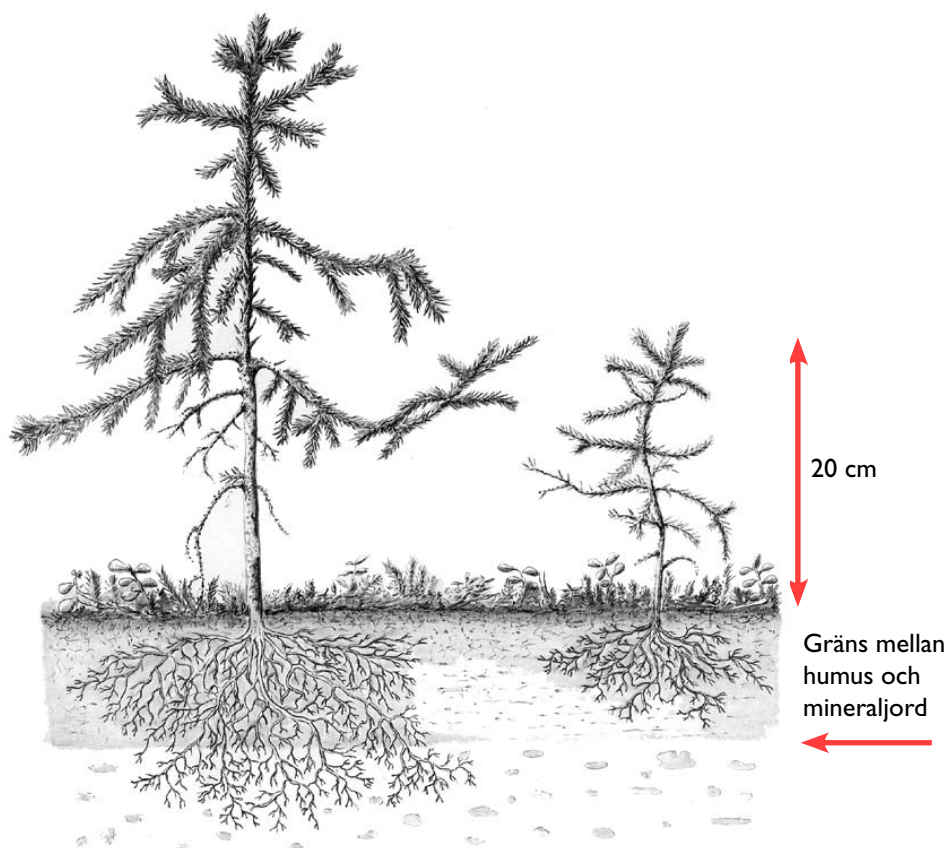
<sup>188</sup> Lundin, L: Kalhuggningens inverkan på markvattenhalt och grundvattennivå. *Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära* 36, SLU. 1979

<sup>189</sup> Lundmark, J-E: *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk del 2 – Tillämpning*. Skogsstyrelsen. 1988.

<sup>190</sup> Hånell, B: Förnyelse av gransumpskog på bördiga torvmarker genom naturlig förnygring under högskärm. *Rapporter* 32, Inst f skogsskötsel, SLU. 1991.

Trots lägre grundvattennivå i en skärm är fuktigheten i humusskiktet och det översta mineraljordslaget 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.<sup>191</sup>

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 möjligheter till överlevnad och tillväxt. En planta som växer under skärm har även ett mindre vattenbehov än motsvarande planta på ett kalhygge.<sup>192</sup>



*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.<sup>193</sup> Teckning: Jerry Boberg.

<sup>191</sup> Lundin, L: Kallhuggningens inverkan på markvattenhalt och grundvattennivå. *Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära* 36. SLU. 1979.

<sup>192</sup> Braathe, P: Skermstilling og dens betydning for fornygelsen. *Tidskrift for Skogbruk* 64, s 21–31. 1956.

<sup>193</sup> Örlander, G & Karlsson, C: Influence of shelterwood density on survival and height growth of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 20–29. 2000.

## 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.<sup>194</sup> Den lägre tillväxten hos små plantor under skärm beror i högre grad på näringskonkurrens än på ljuskonkurrens.<sup>195</sup>

## Kväveutlakning efter avverkning

**Frisk mark.** Jämfört med kalhuggning blir markvattnets kvävehalt<sup>196</sup> lägre om man lämnar en skärmställning vid avverkning – åtminstone gäller detta för friska marker i södra Sverige – vilket är en fördel ur miljösynpunkt.

I en försöksserie från Skåne, Småland och Dalarna jämfördes markvattnets kvävehalt i tallskärmar (ca 140 st/ha) med kvävehalten 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.<sup>197</sup>

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.<sup>198</sup>

**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.<sup>199</sup>

## Vind

Vindhastigheten i slutna skog är ca 20 % av vindhastigheten på ett kalhygge. I en skärm påverkas vindhastigheten i hög grad av skärmens täthet. På plan mark når läeffekten från skogen/skärmen ut över ett kalhygge på en sträcka på 20–30 gånger kantbeståndets/skärmens medelhöjd.<sup>200</sup> Under vindstilla

<sup>194</sup> Örlander, G & Karlsson, C: Influence of shelterwood density on survival and height increment of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 20–29. 2000.

<sup>195</sup> Björkman, E: Studier över ljusets betydelse för föryngringens höjdtillväxt på norrländska tallhedar. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 34, s 497–542. 1945.

<sup>196</sup> Nilsson, U, G Örlander & M Karlsson: Naturlig föryngring av tall och anläggning av blandskog. *Arbetsrapporter* 23, Inst f sydsvensk skogsvetenskap, SLU. 2000.

<sup>197</sup> Akselsson, C, O Westling & G Örlander: Skogsskötsel och vattenkvalitet. En sammanställning av resultat från skärm- och bårdförsök inom SUFOR. *IVL Rapport B1752*. 2007.

<sup>198</sup> Akselsson, C, O Westling & G Örlander: Skogsskötsel och vattenkvalitet. En sammanställning av resultat från skärm- och bårdförsök inom SUFOR. *IVL Rapport B1752*. 2007.

<sup>199</sup> Lundin, L: Effects on hydrology and surface water chemistry of regeneration cuttings in peatland forests. *International Peat Journal* 9, s 118–126. 1999.

<sup>200</sup> Odin, H: Några meteorologiska förändringar vid hyggesupptagning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1, s 60–65. 1974.

förhållanden kan dock turbulensen vara högre i en skärm än på ett hygge.<sup>201</sup>

Ökad vind ger minskad frostrisk och mindre snödjup, vilket i sin tur kan påverka andelen skadade plantor.<sup>202</sup>

## Ljus

I en studie i Asa försökspark uppmättes i augusti 1991 ca 14 gånger högre ljusmängd (17,2 MJ/m<sup>2</sup>) på hygge än i sluten skog (1,2 MJ/m<sup>2</sup>).<sup>203</sup> 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.<sup>204</sup>

Det kortvågiga ljuset minskar med ca 50 % i en tät fröträdställning (138 stammar/ha) av tall. Skärmen har störst effekt på instrålningen i början och i slutet av vegetationssäsongen, då solen står lägre och trädens skuggeffekt 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.<sup>205</sup> Efter en frostnatt uppstår större skador på plantor som utsätts för kraftigt solljus än plantor som står beskuggade.<sup>206,207</sup>

## Markvegetation

Markvegetationens biomassa ökar ofta kraftigt efter en avverkning (figur NF37).<sup>208</sup>

Pionjärarter, som kan tillgodogöra sig de nya förhållandena, ökar på bekostnad av den gamla skogens arter.<sup>209</sup> Arter som levt tillbakatryckta i den slutna skogen kan öka med vegetativ spridning, och fröbanksarter kan gro.<sup>210</sup> Ettåriga pionjärarter som t ex pipdån (*Galeopsis tetrahit*) och korsört (*Senecio vulgaris*) kan dominera de första åren efter avverkning, men kan därefter konkurreras ut av fleråriga arter som t ex mjölkört (*Epilobium angustifolium*) och hallon (*Rubus idaeus*) på bördiga marker.<sup>211</sup>

<sup>201</sup> Ottosson-Löfvenius, M: *Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area*. Doktorsavhandling, Inst f skogsekologi, SLU. 1993.

<sup>202</sup> Lundmark, J-E: *Skogsmarkens ekologi. Ståndortsanpassat skogsbruk del 2 –Tillämpning*. Skogsstyrelsen. 1988.

<sup>203</sup> Örlander, G & Langvall, O: The ASA-shuttle – A system for mobile sampling of air temperature and radiation. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8, s 359–372. 1993.

<sup>204</sup> Jeansson, E & Laestadius, L: Markberedning, naturlig föryngring och beståndsföryngring vid återbeskogning i Sovjet. *Rapporter* 6, Inst f skogsskötsel, SLU. 1981.

<sup>205</sup> Ottosson-Löfvenius, M: *Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area*. Doktorsavhandling, Inst f skogsekologi, SLU. 1993.

<sup>206</sup> Lundmark, T & Hällgren, J-E: Effects of frost on shaded and exposed spruce and pine seedlings planted in the field. *Canadian Journal of Forest Research* 17, s 1197–1201. 1987.

<sup>207</sup> Örlander, G: Shading reduces both visible and invisible frost damage to Norway spruce seedlings in the field. *Forestry* 66, s 27–36. 1993.

<sup>208</sup> Kardell, L & Eriksson, L: Skogsbär och skogsskötsel – Skogsskötselmetodernas inverkan på bärproduktionen. *Rapport* 30, Avd f landskapsvård, SLU. 1983.

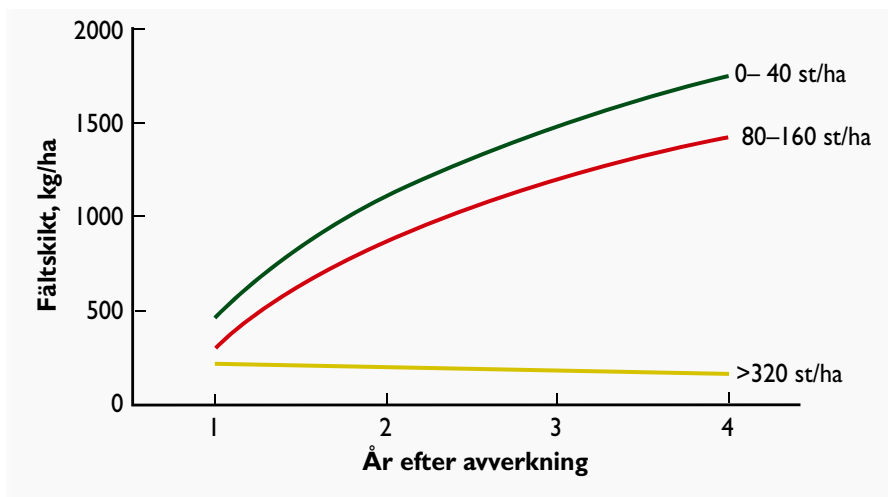
<sup>209</sup> Hannerz, M & Hånell, B: Changes in the vascular plant vegetation after different cutting regimes on a productive peatland site in central Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8, s 193–203. 1993.

<sup>210</sup> Granström, A: Seed banks in five boreal stands originating between 1810 and 1963. *Canadian Journal of Botany* 60, s 1815–1821. 1982.

<sup>211</sup> Ingelög, T: Vegetationsförändringar efter förnyelseingrepp. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1, s 91–103. 1974.



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



Figur NF37 Fältskiktets tillväxt av gräs mm efter förnygringsavverkning till olika antal fröträd. Småland, SI = T30.<sup>212</sup>

En studie<sup>213</sup> 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. Bärris, 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/ha 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 bördiga marker* – inte ens täta skärmar kunde hindra uppkomsten av en frodig markvegetation.

<sup>212</sup> von Sydow, F & Örlander, G: The influence of shelterwood density on *Hylobius abietis* (L.) occurrence and feeding on planted conifers. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9, s 367-375. 1994.

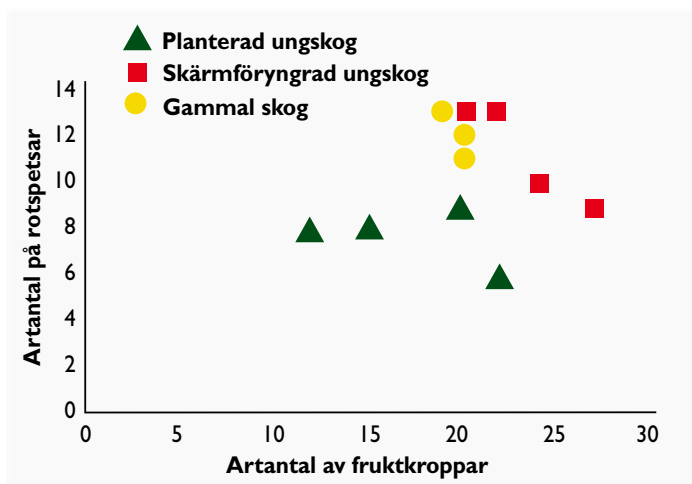
<sup>213</sup> Hagner, S: Naturlig förnygring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut*, 52:4. 1962.

**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.<sup>214</sup>

På nio försöksområden på bördiga torvmarker jämfördes hyggesvegetationens inverkan på planterade granplantor under skärm och på kalhygge. Fem år efter förnygringsavverkningen var ca 25 % av plantorna på hygget starkt besvärade av vegetationen, jämfört med ca 10 % under skärmen.<sup>215</sup>

## Mykorrhiza

Studier av svampars fruktkroppar och av mykorrhizarötter i Siljansfors försökspark visade att skärmförnygrade tallungskogar hade en högre artrikedom av mykorrhizasvampar än kalavverkade och planterade tallungskogar. Artsammansättningen i de skärmförnygrade tallungskogarna liknade den i de gamla naturskogarna (figur NF38). En trolig förklaring är att svamparter, som var vanliga i tidigare skogsgenerationer, kunde överleva på skärmträdens rötter och sedan etablera sig i det nya beståndet.



Figur NF38 Antal arter av svamp inom 11 skogsbestånd i Siljansfors där planterade och skärmförnygrade skogar jämfördes. Svamparna inventerades dels traditionellt som fruktkroppar, dels genom DNA-analys av rotspetsar.<sup>216</sup>

## 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 st/ha)

<sup>214</sup> Hannerz, M & Hånell, B: Effects on the flora in Norway spruce forests following clear-cutting and shelterwood cutting. *Forest Ecology and Management* 90, s 29–49. 1997.

<sup>215</sup> Hånell, B: Skogsförnyelse på högproduktiva torvmarker genom naturlig förnygring under högskärm, *Rapporter* 34, Inst f skogsskötsel, SLU. 1992.

<sup>216</sup> Kårén, O: Effects of air pollution and forest regeneration methods on the community structure of ectomycorrhizal fungi. *Silvestria* 33. Doktorsavhandling, Inst f skoglig mykologi och patologi, SLU. 1997.

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.<sup>217</sup>

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 st/ha eller mer. För glesare skärmar och kalmark var dödligheten 22–60 %. Det fanns inga signifikanta skillnader mellan gran- och tallplantor.<sup>218</sup>

### 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 (2008).

Antalet snytbaggar är ungefär lika i skärmställningar som på kalytor.<sup>219</sup> 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.<sup>220</sup>

En hypotes har varit att skadorna minskar på grund av att skärmar erbjuder mer alternativ föda för snytbaggen än vad kalytor gör. Snytbaggen gnager t ex 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.<sup>221</sup> En annan födoresurs för snytbaggen utgörs av skärmträdens rötter och av en större mängd av t ex blåbärsris än på ett hygge. Experiment har visat att detta har betydelse, men det behövs fler studier innan säkra slutsatser dras.<sup>222</sup>

<sup>217</sup> Petersson, M & Örlander, G: Effectiveness of combinations of shelterwood, scarification, and feeding barriers to reduce pine weevil damage. *Canadian Journal of Forest Research* 33, s 64–73. 2003.

<sup>218</sup> von Sydow, F & Örlander, G: The influence of shelterwood density on *Hylobius abietis* (L.) occurrence and feeding on planted conifers. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9, s 367–375. 1994.

<sup>219</sup> Nordlander, G, H Bylund, G Örlander & K Wallertz: Pine weevil population density and damage to coniferous seedlings in regeneration areas with and without shelterwood. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18, s 438–448. 2003.

<sup>220</sup> Nordlander, G, G Örlander & O Langvall: Feeding by the pine weevil *Hylobius abietis* in relation to sun exposure and distance to forest edge. *Agricultural and forest entomology* 5, s 191–198. 2003.

<sup>221</sup> Örlander, G, G Nordlander, K Wallertz & H Nordhem: Feeding in the crowns of Scots pine trees by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 194–201. 2000.

<sup>222</sup> Örlander, G, G Nordlander & K Wallertz: Extra food supply decreases damage by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16, s 450–454. 2001.

## Andra skadegörare

**Däggdjur.** Skärmar tycks inte ha någon avgörande betydelse för *viltbetning* på granplantor.<sup>223,224</sup> För tallplantor saknas forskningsresultat i detta avseende.

Angreppen av *gnagare* är mindre i naturliga föryngringar än i planteringar.<sup>225</sup>

**Svampar.** I Danmark är angrepp av *honungsskivling* på plantor något mindre under skärm än på kalyta.<sup>226</sup>

Ett problem som noterats vid föryngring 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 föryngringar svårt. *Gremmeniella* angriper också granplantor, men skadorna brukar bli mindre allvarliga än hos tall. Forskning om detta saknas dock.

## 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 tolkar 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 mycket mer positiv om friska, vuxna träd lämnades som skärmträd på en föryngringsyta. Om träden däremot var av dålig kvalitet var det ingen skillnad i uppfattning mot en kalyta.<sup>227</sup>

## Häckning av fåglar

I en studie i Uppland jämfördes antalet häckande fåglar på och i närheten av kalhyggen med antalet fåglar på och i fröträdsställningar/skärmställningar. Flera arter hade signifikant färre antal häckningar (missgynnades) på kalhygge och i dess närmaste omgivning (50 m) med äldre sluten skog, än i fröträdsställningar/skärmställningar och dess närmaste omgivning.<sup>228</sup>

Arterna var: Kungsfågel (*Regulus regulus*), talgoxe (*Parus major*), blåmes (*Parus caeruleus*), svartmes (*Parus ater*), tofsmes (*Parus cristatus*), talltita (*Parus montanus*), nötväcka (*Sitta europaea*) och trädkrypare (*Certhia familiaris*)

<sup>223</sup> Bergquist, J, Y Kullberg & G Örlander: Effects of shelterwood and soil scarification on deer browsing on planted Norway spruce *Picea abies* L. (Karst.) seedlings. *Forestry* 74, s 359–367. 2001.

<sup>224</sup> Hånell, B: Skogsförnyelse på högproduktiva torvmarker genom naturlig föryngring under högskärm. *Rapporter* 34, Inst f skogsskötsel, SLU. 1992.

<sup>225</sup> Larsson, T: Smågnagarskadorna på skogskulturer i Sverige 1900–1970. *Rapporter och uppsatser* 14, Inst f skogszoologi, Skogshögskolan. 1973.

<sup>226</sup> Braathe, P: Skermstilling og dens betydning for foryngelsen. *Tidsskrift for Skogbruk* 64, s 21–31. 1956.

<sup>227</sup> Tønnes, S, E Karjalainen, I Löfström & M Neuovone: Scenic impacts of retention trees in clear-cutting areas. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19, s 348–357. 2004.

<sup>228</sup> Söderström, B: Effects of different levels of green- and dead-tree retention on hemiboreal forest bird communities in Sweden. *Forest Ecology and Management* 257, s 215–222. 2009.

## Fröträdens/skärmträdens reaktion vid friställning

**De friställda frö- eller skärmträden reagerar på den minskade konkurrensen genom ökad tillväxt. För tall ökar fröproduktionen 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/skärmträden som i alla fall för tall resulterar i dels ökad blomning och fler och tyngre frön, dels ökad tillväxt för barr, stam och rötter (figur NF39).



Barrens längd och vikt ökar och ger kronan ett grönare utseende

Ökade halter av kväve, fosfor och kalium i barren

Ökad kott- och fröproduktion

Ökad frövikt

Ökad diametertillväxt

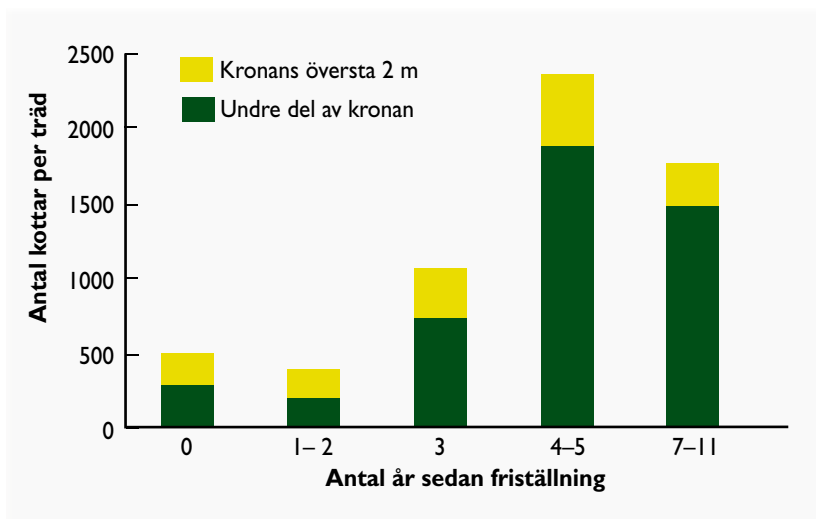
*Figur NF39 Olika friställningseffekter på fröträd av tall.<sup>229</sup>  
 Teckning Jerry Boberg.*

<sup>229</sup> Karlsson, C: Fertilization and release cutting increase seed production and stem diameter growth in Scots pine (*Pinus sylvestris*) seed trees. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21, s 317–326. 2006.

## 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 NF40). 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.<sup>230</sup>



Figur NF40 Antalet kottar per fröträd, för tallar som varit friställda 0–11 år.<sup>231</sup> 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 sluten skog.

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 (Figur NF 40).

De två första åren efter fröträdets friställning kan fröproduktionen tillfälligt bli lägre än före friställningen. Denna minskning orsakas bl a av skador av *större* och *mindre mörghor*, 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 NF47). När de har ätit ur mörghen dör skotten och ramlar ned under hösten, och på en del av dessa skott finns 1-årskottar och 2-årskottar.<sup>232</sup>

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 följden av friställningen.

<sup>230</sup> Karlsson, C & Örlander, G: 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, s 183–191. 2002.

<sup>231</sup> Karlsson, C: Seed production of *Pinus sylvestris* after release cutting. *Canadian Journal of Forest Research* 30, s 982–989. 2000.

<sup>232</sup> Sylvén, H: Något om våra mörghorrs skadegörelse och utvecklingsmöjligheter. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 14, s 667–695. 1916.

**Gran.** Gran stimuleras inte på samma sätt som tall till ökad fröproduktion efter friställning.<sup>233</sup> Gran har dock inte undersökts lika detaljerat i detta avseende som tall.

### **Stammens volymtillväxt**

Skärmhuggning är – liksom förberedande avverkning och utglesning av en skärm – 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, s k gallringsreaktion.<sup>234,235</sup> 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 5-10 års friställning i fröträdställningar är det vanligt att volymtillväxten hos fröträden fördubblats jämfört med hur fröträden i genomsnitt växte före friställning (figur NF41). För tall är denna extra tillväxt särskilt värdefull, eftersom tall av god kvalitet ökar i pris per m<sup>3</sup> 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.<sup>236,237</sup>

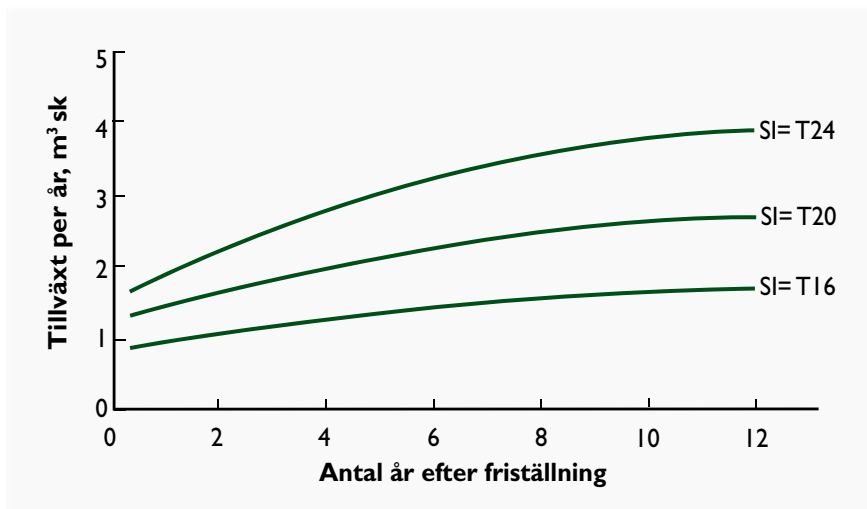
<sup>233</sup> Heikinheimo, O: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24:4. 1937.

<sup>234</sup> Jonsson, B: Thinning response functions for single trees of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* (L.) Karst. *Scandinavian Journal of Forest Research* 10, s 353–369. 1995.

<sup>235</sup> Näslund, M: Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 33. 1942.

<sup>236</sup> Andersson, O & Fries, J: Ett exempel på tillväxten hos fröträd av tall. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2, s 112–122. 1979.

<sup>237</sup> Niemistö, P, E Lappalainen & A Isomäki: Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protracted regeneration period. *Folia Forestalia* 826. 1993.



Figur NF41 Tillväxt för 100 fröträd per ha efter friställning vid olika ståndortsindex. Undersökningen gjordes i södra Norrland.<sup>238</sup>

### Stamformsförändring

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/skärträd blir värdefull. Stamformens utveckling går, liksom rötternas, i riktning mot att stabilisera träden.<sup>239</sup>

### Rottillväxt

Den årliga tillväxten av tallens finrötter är mycket stor,<sup>240</sup> även om hastigheten på rotomsättningen har ifrågasatts på senare tid.<sup>241</sup> 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.<sup>242</sup>

<sup>238</sup> Hagner, S: Naturlig förnygring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4. 1962.

<sup>239</sup> Lundqvist, L & Valinger, E: Vind och snöskador – Slump och biomekanik. *Skog & Forskning* 3, s 34–39. 1995.

<sup>240</sup> Persson, H: Death and replacement of fine roots in a mature Scots pine stand. *Ecological Bullentins* 32, s 251–260. 1980.

<sup>241</sup> Majdi, H, Nylund J-E & Ågren G I: Root respiration data and minirhizotron observations conflict with root turnover estimates from sequential soil coring. *Scandinavian Journal of Forest Research* 22, s 299–303. 2007.

<sup>242</sup> Örlander, G: Stormskador i sydsvenska tallskärmar. *Skog & Forskning* 3, s 52–56. 1995.



## Plantornas reaktion vid friställning

**Vid föryngringsavverkning och skärmavveckling 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 skärmavveckling. Plantor högre än 50 cm har goda möjligheter att överleva, medan mindre plantor ofta dör av torka och snytbaggeangrepp.**

*Beståndsföryngrade plantor* friställs i en första omgång vid föryngringsavverkningen, och sedan i en andra omgång vid avverkning av skärmträd/fröträd. *Nyföryngrade plantor* har etablerats efter föryngringsavverkningen och friställs följaktligen enbart när skärmträden/fröträden avverkas. Naturlig föryngring av tall bygger oftast på nyföryngrade plantor.

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

Graden av friställning påverkar plantornas överlevnad och tillväxt,<sup>243,244</sup> liksom i vissa fall även trädslagsammansättningen i föryngringen. På vissa marktyper kan t ex starka gallringar gynna uppslag av löv, medan försiktigare uttag gynnar granplantor.<sup>245</sup>

### Direkta avverknings-skador

#### Gran

Vid avverkning med skördare kan den totala plantavgången (döda och ej utvecklingsbara) vara 30–50 % enligt fältstudier i granskärmar. Omfattningen beror bl a 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 m<sup>3</sup>sk per hektar. Men det förutsätter att man är försiktig vid avverkningen och att föryngringen 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.

<sup>243</sup> Örlander, G & Karlsson, C: Influence of shelterwood density on survival and height increment of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 20–29. 2000.

<sup>244</sup> Glöde, D: Survival and growth of *Picea abies* regeneration after shelterwood removal with single and double grip harvester. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17, s 417–426. 2002.

<sup>245</sup> Sikström, U & Pettersson, F: Föryngring av gran under högskärm. *Arbetsrapport* 589, Skogforsk. 2005.

Då krävs extra stor försiktighet eller en uppdelning av avvecklingen i två omgångar.<sup>246,247,248</sup>

Många granplantor som inte skadas allvarligt vid föryngringsavverkning eller skärmavveckling har goda chanser att inte bara överleva utan också att växa förhållandevis bra.<sup>249,250</sup>

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.<sup>251</sup>

## Tall

När fröträd av tall avverkas är volymen oftast mindre än 100 m<sup>3</sup>sk per hektar, och det totala plantantalet för en lyckad föryngring 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.<sup>252,253,254</sup> Det är framför allt terrängtransporten som orsakar allvarliga skador. En tät föryngring 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.<sup>255</sup>

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

## Indirekta avverkningssskador

Överlevnad och skador hos plantor beror på deras höjd och hur tät skärm som lämnas vid föryngringsavverkning. Plantor högre än 50 cm har goda möjligheter att överleva, även om de vid föryngringsavverkningen ser oväxtliga ut. Plantor lägre än 20 cm dör däremot ofta efter friställning (figur NF42). De vanligaste orsakerna till denna dödlighet är torka och snytbaggeangrepp.

<sup>246</sup> Sikström, U & Glöde, D: Damage to *Picea abies* regeneration after final cutting of shelterwood with single- and double-grip harvester systems. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 274–283. 2000.

<sup>247</sup> Glöde, D & Sikström, U: Two felling methods in final cutting of shelterwood, Single-grip harvester productivity and damage to the regeneration. *Silva Fennica* 35, s 71–83. 2001.

<sup>248</sup> Sikström, U & Glöde, D: Studie av en- och tvågreppsskördare i skärmhuggning. *Arbetsrapport* 316, Skogforsk. 1996.

<sup>249</sup> Glöde, D: Survival and growth of *Picea abies* regeneration after shelterwood removal with single and double grip harvester. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17, s 417–426. 2002.

<sup>250</sup> Sikström, U & Pettersson, F: Föryngring av gran under högskärm. *Arbetsrapport* 589, Skogforsk. 2005.

<sup>251</sup> Eliasson, L, H Lageson & E Valinger: Influence of sapling height and temperature on damage to advance regeneration. *Forest Ecology and Management* 175, s 217–222. 2003.

<sup>252</sup> Andersson, O & Fries, J: Orienterande försök rörande plantskador vid fröträdsavverkning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2, s 123–129. 1979.

<sup>253</sup> Karlsson, C: Skador och höjdtillväxt på tallplantor efter avverkning av fröträd. *Arbetsrapport* 1, Siljansfors försökspark, SLU. 2002.

<sup>254</sup> Westerberg, D & Berg, S: Avverkning av överståndare. *Redogörelse* 10, Skogforsk. 1994.

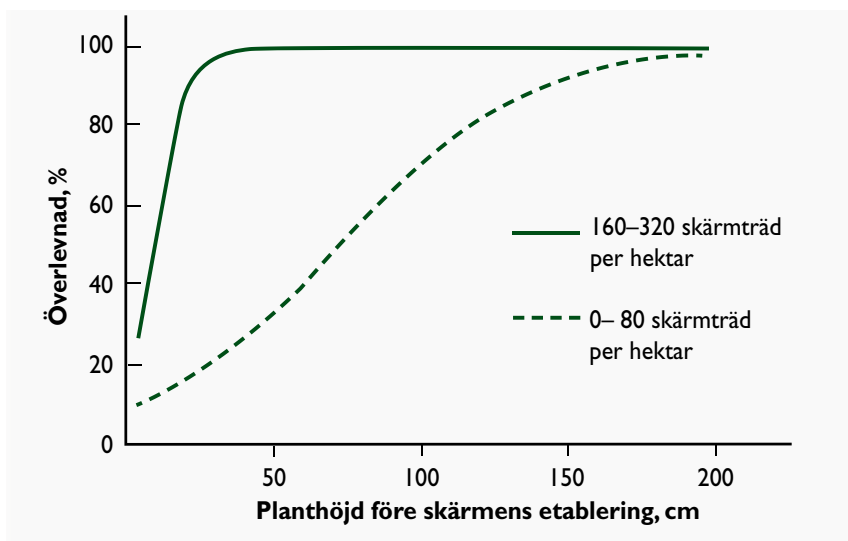
<sup>255</sup> Andersson, O & Fries, J: Orienterande försök rörande plantskador vid fröträdsavverkning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2, s 123–129. 1979.

Andra vanliga skador, men sällan dödande, är frost<sup>256</sup> 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.

Ofta samverkar de beskrivna skadefaktorerna, vilket många gånger gör det svårt att ange en entydig dödsorsak.<sup>257,258</sup>

### 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 NF42 Sannolikheten för beståndsförnygrade granplantors överlevnad beroende på planthöjden och antalet skärmträd efter föryngringsavverkning.<sup>259</sup>

### Skador av snytbagge och tallvivel

Snytbaggaskador beskrivs även i kapitlet om skärmeffekter och skador.<sup>260</sup> Här nedan beskrivs studier som gjorts i samband med föryngringsavverkning 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

<sup>256</sup> Se även s 58.

<sup>257</sup> Robertsdotter-Gnojek, A: *Physiological response of suppressed Norway spruce to release from overstorey birch*. Licentiatavhandling, Inst f skogsproduktion, SLU. 1992.

<sup>258</sup> Örlander, G & Karlsson, C: Influence of shelterwood density on survival and height increment of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 20–29. 2000.

<sup>259</sup> Örlander, G & Karlsson, C: Influence of shelterwood density on survival and height increment of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 20–29. 2000.

<sup>260</sup> Se s 66 och 88.

delarna av skärmen (10–80 st/ha). Studien visade att ju glesare skärm (större andel avverkade träd) och ju mindre planta desto mer skador av snytbagge.<sup>261</sup>

I en studie på nio lokaler i Norrbotten dödade snytbagge och tallvivel (*Pissodes sp*) 10–20 % av de beståndsförnygrade tallplantorna (höjd < 50 cm), under de första två åren efter skärmarnas etablering. Dödligheten ökade med ökande grad av friställning i skärmarna.<sup>262</sup>

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.<sup>263</sup> 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 särskiljdes 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.<sup>264,265</sup>

### **Plantornas tillväxt efter friställning**

Efter friställning tar det vanligtvis 2–4 år innan tillväxten ökar markant hos tidigare överskärnade granplantor.<sup>266,267</sup> Undantag är mycket gamla plantor som behöver längre tid för att anpassa sig.<sup>268</sup> Därefter kan överskärnade plantor få en liknande tillväxt som plantor med samma höjd, vilka vuxit upp utan överskärning (figur NF 43).<sup>269</sup>

<sup>261</sup> Örlander, G & Karlsson, C: Influence of shelterwood density on survival and height increment of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 20–29. 2000.

<sup>262</sup> Sundkvist, H: Mortality of *Pinus sylvestris* advance growth in northern Sweden following overstorey removal. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9, s 158–164. 1994.

<sup>263</sup> Wallertz, K, G Örlander & J Luoranen: Damage by pine weevil *Hylobius abietis* to conifer seedlings after shelterwood removal. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20, s 412–420. 2005.

<sup>264</sup> Karlsson, C: Skador och höjdtillväxt på tallplantor efter avverkning av fröträd. *Arbetsrapport 1*, Siljansfors försökspark, SLU. 2002.

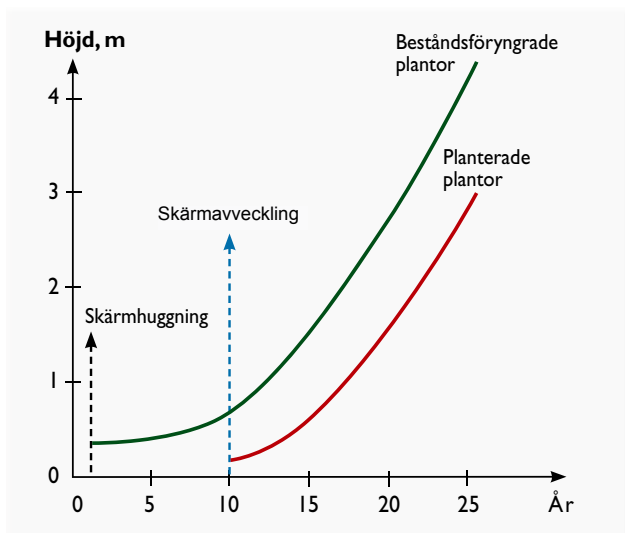
<sup>265</sup> Lekander, B: *Snytbaggeangrepp på en yta med självförnygrad tall i Vimmerbytrakten*. Stencil, Skogshögskolan, Stockholm. 1966.

<sup>266</sup> Koistinen, E & Valkonen, S: Models for height development of Norway spruce and Scots pine advance growth after release in southern Finland. *Silva Fennica* 27(3), s 179–194. 1993.

<sup>267</sup> Skoklefald, S: Fristilling av naturlig gjenvekst av gran. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 23, s 381–409. 1967.

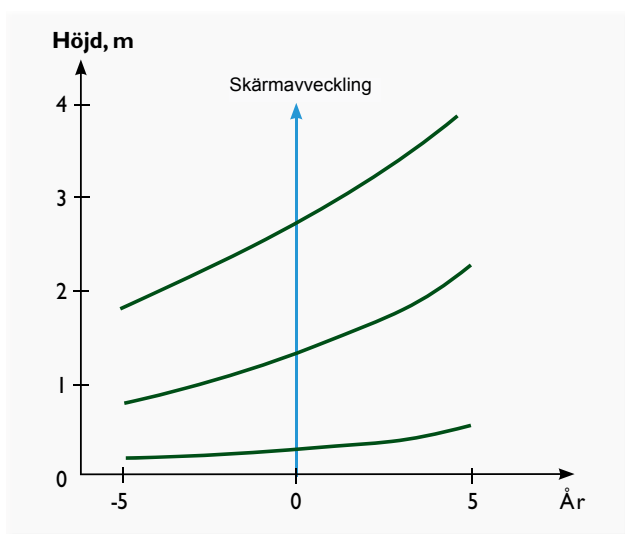
<sup>268</sup> Andersson, O: *Granmarbuskar som inslag vid beståndsanläggning*, Rapport 24. Inst f skogsproduktion, SLU. 1988.

<sup>269</sup> Skoklefald, S: Planting og naturlig foryngelse av gran under skjerm og på snauflete. *Rapport 6*, Norsk institutt for skogforskning. 1989.



Figur NF43 Exempel på höjdtillväxt för dels beståndsförnygrade granplantor som stått under en högskärm, dels planterade granplantor på kalhygge.<sup>270,271</sup> 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 friställningen (figur NF 44).<sup>272</sup>



Figur NF44 Exempel på att granplantors höjdtillväxt efter friställning blir större ju högre plantorna var före friställning.<sup>273,274</sup>

<sup>270</sup> Bergan, J: Skjermforyngelse av gran sammenlignet med planting i Grane i Nordland. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 28, s 191–211. 1971.

<sup>271</sup> Efter en tidigare publicerad figur i: Glöde, D & Sikström, U: *Förnygring av gran under högskärm*.Handledning från Skogforsk. 2001.

<sup>272</sup> Örlander, G & Karlsson, C: Influence of shelterwood density on survival and height increment of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 20–29. 2000.

<sup>273</sup> Skoklefeld, S: Fristilling av naturlig gjenvekst av gran. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 23, s 381–409. 1967.

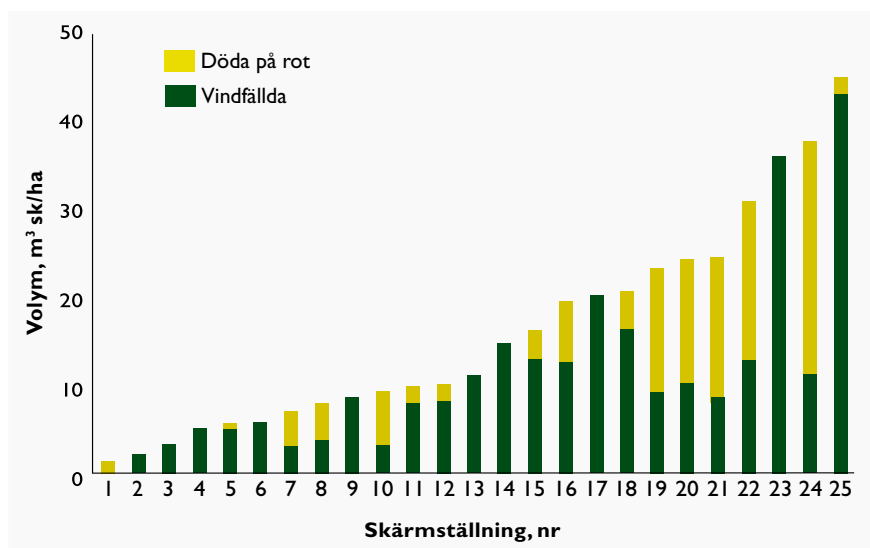
<sup>274</sup> Efter en tidigare publicerad figur i: Glöde, D & Sikström, U: *Förnygring av gran under högskärm*.Handledning från Skogforsk. 2001.

## Skador på träd, frön och plantor

Den mest uppenbara risken vid naturlig föryngring är vindfällningar 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 avverkningsgrepp ökar risken för avgångar under en period. Vid föryngring 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 NF45).



Figur NF45 Avgångar i 25 grandominerade skärmar på fastmark i Mellansverige.<sup>275</sup>

### Vindfällning

Vinden är den mest svårbemästrade och oberäkneliga faktorn vid naturlig föryngring med fröträd och skärmträd. Samtidigt är det den faktor som betyder mest för det ekonomiska utfallet av föryngringsarbetet: 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 NF46).

<sup>275</sup> Sikström, U, F Pettersson & S Jacobsson: Naturlig föryngring av gran under högskärm. Resultat 19, Skogforsk. 2005.

- *Exposition.* Skogsbestånd i sluttningar mot dominerande vindriktningar (figur NF46) är speciellt utsatta. Exempelvis drabbades Siljansfors försökspark i december 1988 av en hård storm som skapade sju kalytor, samtliga i exponerade lägen.<sup>276</sup>
- *Skyddande zon av orörd skog.* Karaktären på de omgivande bestånden runt en skärm påverkar med stor sannolikhet frekvensen av vindfällningar. Vindfällningsrisken minskar med ökad höjd hos det intilliggande beståndet i den dominerande vindriktningen.<sup>277</sup> De största vindskadorna i Sverige under de senaste hundra åren har orsakats av västliga och nordliga vindar. Genom att lämna skyddszoner av vindfasta träd mot framför allt norr och väster kan man till viss del skydda fröträden mot vindfällning. En skyddszon bör vara minst 10 m 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 finkorniga 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 mycket grunt.<sup>278</sup> Enligt den studien skulle dessa markförhållanden kräva täta skärmar. Ser man enbart till risken för vindfällning bör man inte lämna fröträd/skärpträd 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.<sup>279,280</sup> 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 vindfällningsrisken i granskärmar är 50–100 % högre än i tallskärmar.<sup>281</sup>

<sup>276</sup> Karlsson, C: Stormfällningen i Siljansfors. *Skog & Forskning* 3, s 52–56. 1995.

<sup>277</sup> Lohmander, P & Helles, F: Windthrow probability as a function of stand characteristics and shelter. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2, s 227–238. 1987.

<sup>278</sup> Hagner, S: Naturlig föryngring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4. 1962.

<sup>279</sup> Sikström, U: Avgång i skärmen och plantetablering vid föryngring av gran under högskärm – en surveystudie, *Arbetsrapport* 369, Skogforsk. 1997.

<sup>280</sup> Sikström, U & Pettersson, F: Föryngring av gran under högskärm. *Arbetsrapport* 589, Skogforsk. 2005.

<sup>281</sup> Örlander, G: Stormskador i sydsvenska tallskärmar. *Skog & Forskning* 3, s 52–56. 1995.

- *Trädens höjd.* Vindfällningsrisken ökar med trädhöjden och därmed med beståndsåldern.<sup>282,283,284</sup> Risken för vindfällning är låg upp till 12–14 meters höjd för att sedan öka.<sup>285</sup> Vid högre höjd än 20–22 meter ökar risken starkt.<sup>286</sup> 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 vindhårdigheten. Mycket starka huggningsingrepp tidigt i beståndsåldern ökar förutsättningarna för ett vindstabil bestånd.<sup>287,288</sup>
- *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 vindhårdighet kan förväntas hos skärmställningar med 180 stammar/ha eller mer.<sup>289</sup>

Vindfällningen sker oftast inom ca fem år efter en avverkning, men den kan också ske senare. 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.<sup>290</sup>

<sup>282</sup> Persson, P: Stormskador på skog. *Rapporter och uppsatser* 36, Inst f skogsproduktion, Skogshögskolan. 1975.

<sup>283</sup> Laiho, O: Susceptibility of forest stands to windthrow in southern Finland. *Folia Forestalia* 706 (på finska med engelsk sammanfattning). 1987.

<sup>284</sup> Lohmander, P & Helles, F: Windthrow probability as a function of stand characteristics and shelter. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2, s 227–238. 1987.

<sup>285</sup> Neckelmann, J: Erfaringer fra danske hugstforsøg, *Kort meddelelse fra Forskningscenteret* 75. Forskningscentret for skov & landskab. 1991.

<sup>286</sup> Persson, P: Stormskador på skog. *Rapporter och uppsatser* 36, Inst f skogsproduktion, Skogshögskolan. 1975.

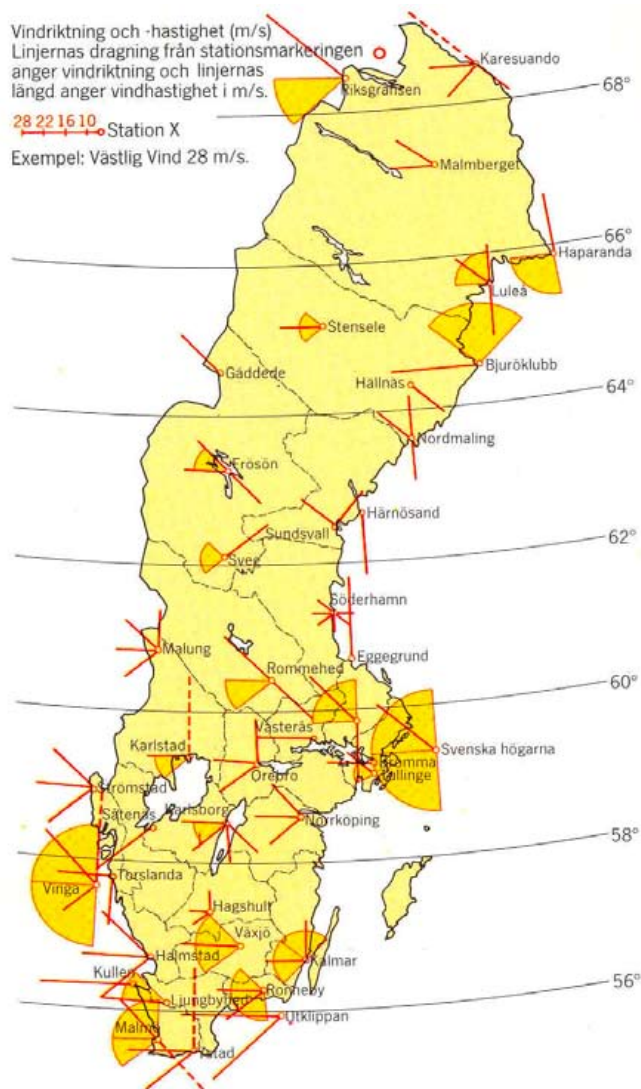
<sup>287</sup> Neckelmann, J: Erfaringer fra danske hugstforsøg. *Kort meddelelse fra Forskningscenteret* 75, Forskningscentret for skov & landskab. 1991.

<sup>288</sup> Helles, F: Stormskade på skov – En litteraturgenomgång. *Dansk Skovforenings Tidsskrift* 68, s 247–278. 1983.

<sup>289</sup> Hagner, S: Naturlig föryngring under skärm. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4. 1962.

<sup>290</sup> Persson, P: Stormskador på skog. *Rapporter och uppsatser* 36, Inst f skogsproduktion, Skogshögskolan. 1975.





Figur NF46 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.<sup>291,292</sup>

**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 %.<sup>293</sup> Skärmarna hade i genomsnitt 133 st/ha efter skärmhuggningen och bestod till 92 % av tall och 8 % gran. Vid skärmhuggningen avverkades i medeltal 55 % av volymen.

<sup>291</sup> Taesler, R: *Klimatdata för Sverige*. Bygghögskolan. 1972.

<sup>292</sup> Källa: Lundmark, J-E: *Skogsmarkens ekologi, del 2*. Skogsstyrelsen. 1988.

<sup>293</sup> Nilsson, U, G Örlander & M Karlsson: Establishing mixed forests in Sweden by combining planting and natural regeneration – Effects of shelterwoods and scarification. *Forest Ecology and Management* 237, s 310–311. 2006.

**Skärmställningar av gran på fastmark.** I 52 skärmställningar på fastmark i södra och mellersta Sverige vindfällades 15 % av skärmträden under studieperioden som 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.<sup>294</sup>

I en serie försök med 25 skärmställningar i Mellansverige (Västergötland till Hälsingland) vindfällades 8 % av stamantalet (6 % av volymen) under de första fem åren efter skärmhuggningen. I 80 % av skärmarna vindfällades 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 230. Gallringsuttaget var i denna försöksserie i genomsnitt 50 % av volymen och 61 % av stamantalet.<sup>295</sup>

**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) st/ha. 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.<sup>296</sup>

## Snöbrott

Snöskador drabbar framför allt klenta träd.<sup>297</sup> 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 kan den frysa fast i trädskronorna. 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.

## 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.<sup>298</sup>

<sup>294</sup> Sikström, U: Avgång i skärmen och plantetablering vid förnygring av gran under högskärm – en surveystudie. *Arbetsrapport* 369, Skogforsk. 1997.

<sup>295</sup> Sikström, U & Pettersson, F: Förnygring av gran under högskärm. *Arbetsrapport* 589, Skogforsk. 2005.

<sup>296</sup> Hånell, B & Ottosson-Löfvenius, M: Windthrow after shelterwood cutting in *Picea abies* peatland forests. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9, s 261–269. 1994.

<sup>297</sup> Persson, P: Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. *Rapporter och uppsatser* 23, Inst f skogsproduktion, Skogshögskolan. 1972.

<sup>298</sup> Eidmann, H H & Klingström, A: *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag. 1990.

**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 infektionskänslig färsk stubbyta och större sannolikhet för körskador 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 lärobok<sup>299</sup> 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 tallar på rot efter skärmhuggning.<sup>300,301</sup> Vanligen är detta en följd av nedsatt kondition och indirekta skador av granbarkborre (*Ips typographus*). Grova granar med hög krongränshöjd, i välslutna bestånd, är känsligast för kraftiga huggningar.<sup>302</sup> Barkborrarna trivs speciellt bra när barken blir solexponerad, vilket ger en gynnsam miljö för larvutveckling.<sup>303</sup> Typiskt för granbarkborren är att den kan orsaka små skador under långa perioder, för att under andra perioder (ofta 3–5 år långa) massföröka. En sådan massförökning gynnas ofta av torkstress hos granarna. Detta kan förvärras ytterligare om skogen är full av vindfällt virke under svärmningsperioden.<sup>304</sup>

**Större och mindre mörghor.** Vid avverkning i tallbestånd ökar skador av större- (*Tomicus piniperda*) och mindre mörghor (*Tomicus minor*). Större mörghorren är mycket vanlig i hela landet medan mindre mörghorren är mer lokal i sin förekomst och vanligast i Mellansverige. Mörghorren är de viktigaste skadegörarna på tallvirke och växande tallskog. Få träd dör som en direkt följd av mörghorreangrepp, 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 mörghor dör skotten och under hösten faller de till marken. På en del av dessa skott finns kottar och

<sup>299</sup> Leibundgut, H: *Die Waldpflege*. Verlag Paul Haupt, Bern. 1984.

<sup>300</sup> Sikström, U: Avgång i skärmen och plantetablering vid föryngring av gran under högskärm – en surveystudie. *Arbetsrapport* 369, Skogforsk. 1997.

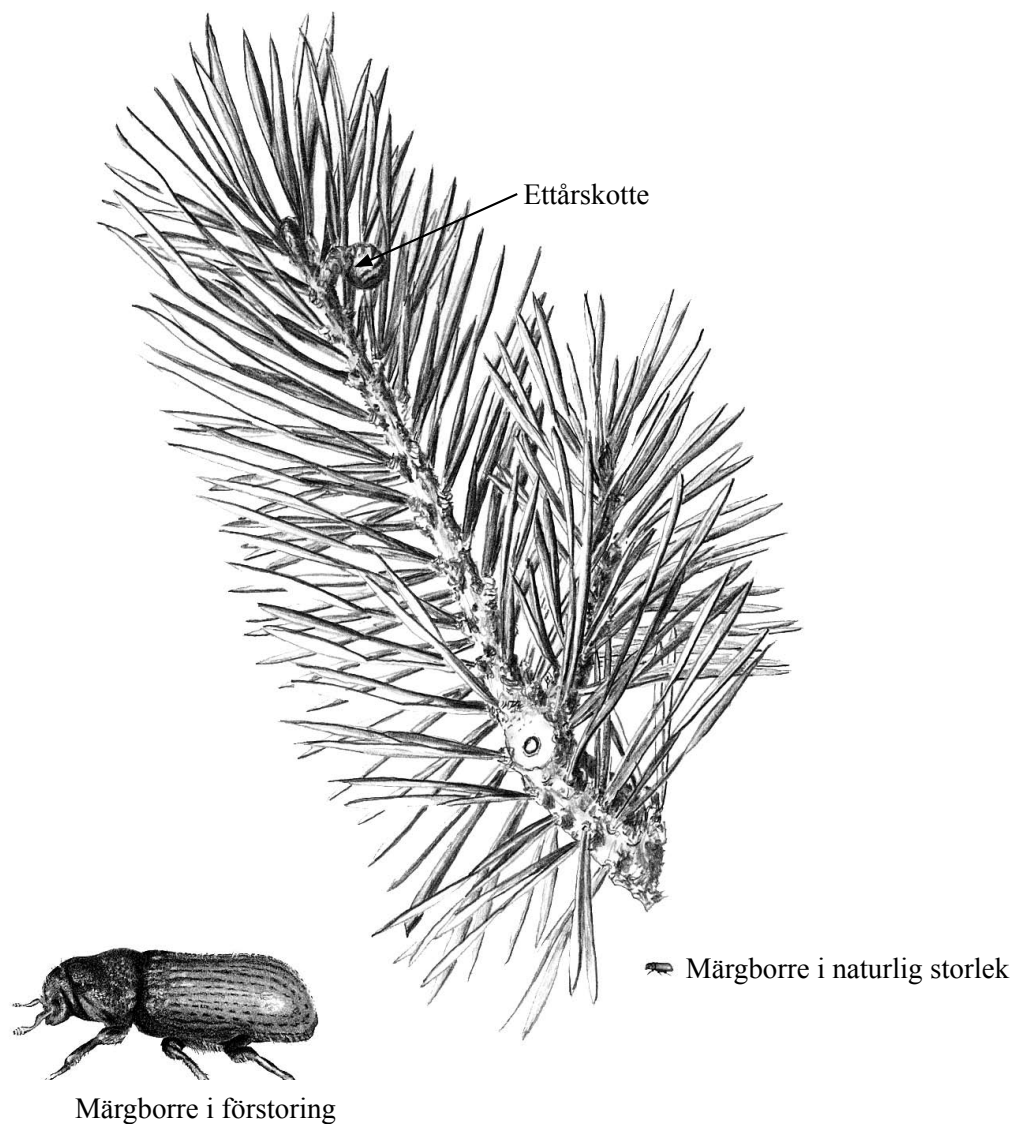
<sup>301</sup> Sikström, U & Pettersson, F: Föryngring av gran under högskärm – avgångar i skärmen, plantförekomst och planttillväxt. *Arbetsrapport* 589, Skogforsk. 2005.

<sup>302</sup> Näslund, M: Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 36:3. 1942.

<sup>303</sup> Butovitsch, V: Om granbarkborrens massförökning i södra Dalarna. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2. 1938.

<sup>304</sup> Worrell, R: Damage by the spruce bark beetle in South Norway 1970–1980. *Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning* 38:6. 1983.

kottanlag (figur NF47).<sup>305</sup> Man kan hålla angreppen på en låg nivå genom att inte lämna kvar stockar med skorp bark i beståndet efter avverkningen. Färska stockar med skorp bark utgör yngelplatser för mägborrarna.<sup>306</sup>



Figur NF47 Tallskott som angripits av mägborre. Lägga märke till ingångshålet. Teckning Jerry Boberg.

<sup>305</sup> Sylvén, H: Något om våra mägborrars skadegörelse och utvecklingsmöjligheter. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 14, s 667–695. 1916.

<sup>306</sup> Eidmann, H H & Klingström, A: *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag. 1990.

## 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.<sup>307</sup>

### Skador och konsumtion av frön före fröspridning

Ekorrens (*Sciurus vulgaris*) stapelföda är barrträdsfrö.<sup>308</sup> Bland fåglarna är större hackspett (*Dendrocopus major*) och större korsnäbb (*Loxia pytyopsittacus*) storkonsumenter av såväl tall- som granfrö, medan mindre korsnäbb (*Loxia curvirostra*) är specialiserad på granfrö.<sup>309</sup>

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.<sup>310</sup>

### Skador och konsumtion av frön efter fröspridning

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 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 åt mest frö var bofink (*Fringilla coelebs*), bergfink (*Fringilla montefringilla*) och gråsiska (*Carduelis flammea*).<sup>311</sup> 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.<sup>312</sup> 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.<sup>313</sup> 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.<sup>314</sup>

<sup>307</sup> Granström, A, O Ericsson & J Schimmel: Fröet, grodden och fienderna. *Skog & Forskning* 1, s 34–40. 1995.

<sup>308</sup> Jense, B: *Nordens Däggdjur*. Bokförlaget Prisma. 2004.

<sup>309</sup> Mullarney, K, L Svensson & D Zetterström: *Fåglarna*. Albert Bonniers Förlag. 2004.

<sup>310</sup> Eidmann, H H & Klingström, A: *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag. 1990.

<sup>311</sup> Bergsten, U: A study on the influence of seed predators at direct seeding of *Pinus sylvestris* L. *Rapporter* 13, Inst f skogsskötsel, SLU. 1985.

<sup>312</sup> Heikkilä, R: Destruction caused by animals to sown pine and spruce seed in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 89:5. 1977.

<sup>313</sup> Granström, A, O Ericsson & J Schimmel: Fröet, grodden och fienderna. *Skog & Forskning* 1, s 34–40. 1995.

<sup>314</sup> Bjor, K: Forstmeteorologiske, jordbunnsklimatiske og spireøkologiske undersøkelser. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* nr 108, Bind 28, s 429–526. 1971.

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.<sup>315</sup>

## Skador på groddplantor

### Skador av djur

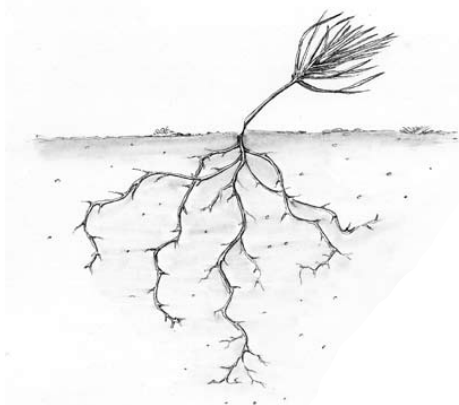
Groddplantor skadas av sniglar, skinnbaggar (trädgårdsstinkflyet, *Lygus pabulinus*), öronvivlar, ögonvivlar och fjärilslarver (bl a hallonsnabbvingen, *Callophrys rubi*) och en del andra små djur.

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.<sup>316,317</sup>

**Brun skogssnigel.** En av de vanligaste skadegörarna är brun skogssnigel (*Arion subfuscus*). Den är 3–4 cm lång, växlande till färgen men vanligen gråbrun eller grågul. Den bruna skogssnigeln finns i hela landet, men är särskilt vanlig i norra Sverige.

### Svampskador

**Fallsjuka** är ett sammanfattande namn för symtom orsakade av flera olika svamparter under groningenstadiet eller några veckor därefter. De angripna groddplantorna av tall och gran faller omkull och dör (figur NF48).<sup>318</sup>



Figur NF48 Fallsjuka på groddplanta. Teckning: Jerry Boberg.

<sup>315</sup> Granström, A, O Ericsson & J Schimmel: Fröet, grodden och fienderna. *Skog & Forskning* 1, s 34–40. 1995.

<sup>316</sup> Forslund, K-H: Något om djurlivets inverkan på barrskogens naturliga förnygring. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 42, s 366–376. 1944.

<sup>317</sup> Nystrand, O & Granström, A: Forest floor moisture controls predator activity on juvenile seedlings of *Pinus sylvestris*. *Canadian Journal of Forest Research* 27, s 1746–1752. 1997.

<sup>318</sup> Eidmann, H H & Klingström, A: *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag. 1990.

**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.<sup>319</sup>

### Klimatiska skador

**Uppfrysning** förekommer på jordarter med hög kapillär transportförmåga – dvs moiga moräner, finmo och mjäla – 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.<sup>320,321</sup>

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

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 groddplantor. Plantor som etableras i humus torkar ofta och dör, medan plantor som etableras i mineraljord har en betydligt säkrare vattenförsörjning tack vare kapillärkraften i jorden.<sup>322</sup>

<sup>319</sup> Eidmann, H H & Klingström, A: *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag. 1990.

<sup>320</sup> Örlander, G & Gemmel, P: Markberedning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3. 1989.

<sup>321</sup> Goulet, F: Frost heaving of forest tree seedlings: a review. *New Forests* 9, s 67–94. 1995.

<sup>322</sup> Winsa, H: *Effects of seed properties and environment on seedling emergence and early establishment of Pinus sylvestris L. after direct seeding*. Doktorsavhandling. Inst f skogsskötsel, SLU. 1995.

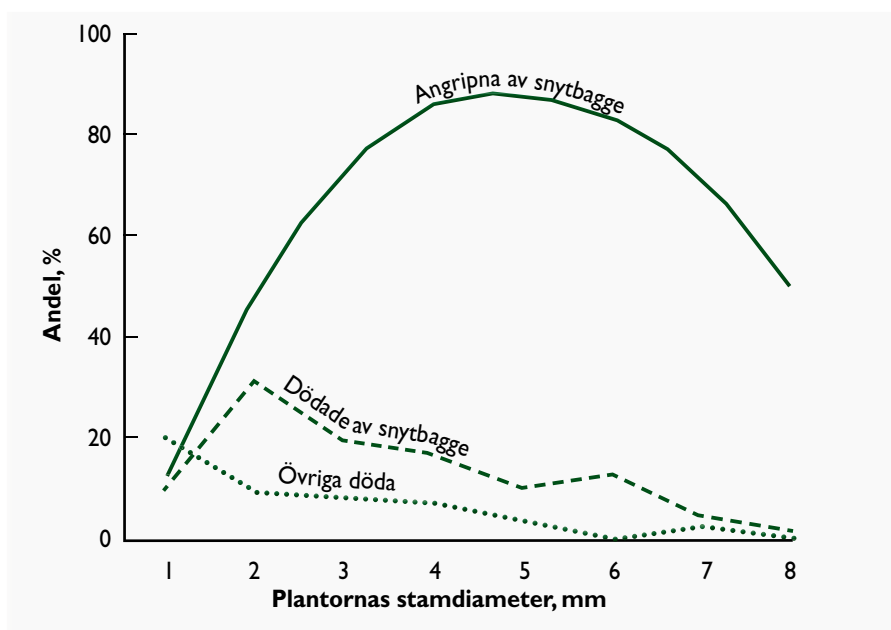
## Skador på etablerade plantor

### 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 plantor 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 färska stubbar för att lägga ägg i rötterna. Individer från såväl föräldragenerationen som den generation som i regel kläcks 1,5 eller två år senare gör sitt näringsgnag bl a på barken av plantornas stammar. Plantor i höjdintervallet 10–40 cm kan bli ringbarkade och dö efter baggarnas näringsgnag. Mindre plantor än 10 cm (diameter < 2 mm) angrips sällan och plantor högre än 40 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.<sup>323,324</sup>

Snytbaggeskadorna på planterade plantor hålls tillbaka av skärmar och av markberedning, samt av mekaniska och kemiska skydd (figur NF52).



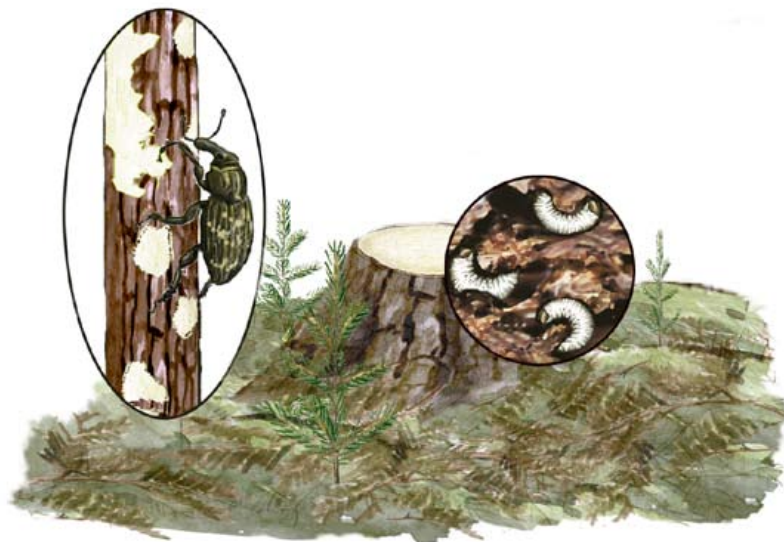
Figur NF50 Angripna och skadade naturligt förnygrade tallplantor vid olika stamdiametrar. Studien utförd efter avveckling av fröträd i Småland.<sup>325</sup>

<sup>323</sup> Thorsén, Å, S Mattsson & J Weslien: 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, s 54–66. 2001.

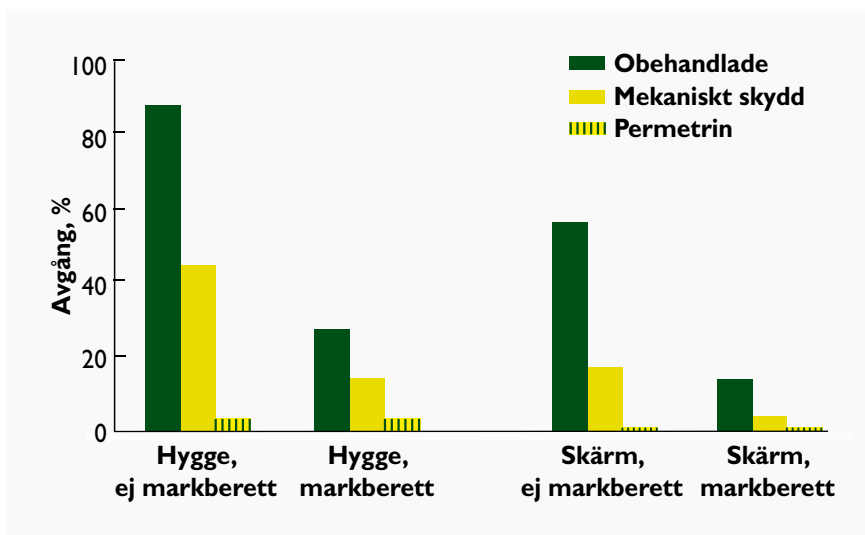
<sup>324</sup> Örlander, G & Nilsson, U: Effect of reforestation methods on Pine weevil (*Hylobius abietis*) damage and seedling survival. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14, s 341–354. 1999.

<sup>325</sup> Lekander, B: *Snytbaggeangrepp på en yta med självförnygrad tall i Vimmerbytrakten*. Stencil, Skogshögskolan, Stockholm. 1966.





Figur NF51 Snytbaggen skadar plantorna genom att gnaga av barken. Larverna övervintrar och förpuppas i anslutning till stubbar och rötter. Teckning Bo Persson.<sup>326</sup>



Figur NF52 Snytbaggesskador då skärm, markberedning och plantskydd kombinerats. Avgång (%) tre år efter plantering av gran. Data från fyra lokaler i södra Götaland.<sup>327</sup>

**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.<sup>328</sup> Det är oklart i vilken omfattning naturligt förnygrade plantor angrips.

<sup>326</sup> Källa: Skogsstyrelsen: *Grönare skog*. 1999.

<sup>327</sup> Petersson, M & Örlander, G: Combination of shelterwood, scarification, and seedling protection to reduce pine weevil damage. *Canadian Journal of Forest Research* 33, s 64–73. 2003.

<sup>328</sup> Lindelöw, Å: *Hylastes cunicularis* host orientation, impact of feeding in spruce plantations, and population sizes in relation to seedling mortality. Doktorsavhandling. Inst f entomologi, SLU. 1992.

## 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.

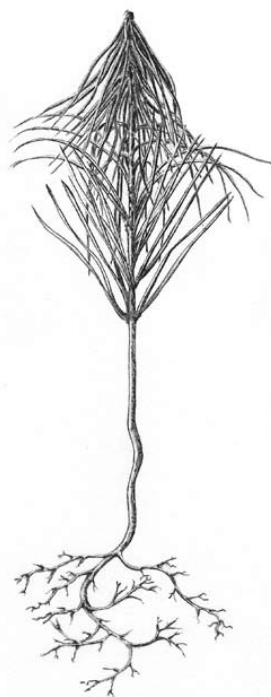
Fruktkropparna är runda och bildas på barren. Sporspridning sker på hösten och svampen växer sedan i skydd av snön under vintern. Vid snösmältningen kan man se svampens mycel som en spindelväv över grenar och barr. Barren blir först bruna, men ljusnar under sommaren till grått.

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.<sup>329</sup>

**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.<sup>330</sup>

**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 skärmarträden leda till skador på plantorna under skärmar.<sup>331</sup>



Figur NF53 Tallplanta skadad av Gremmeniella (paraplysjuka).  
 Teckning Jerry Boberg.

<sup>329</sup> Eidmann, H H & Klingström, A: *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag. 1990.

<sup>330</sup> Eidmann, H H & Klingström, A: *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag. 1990.

<sup>331</sup> Eidmann, H H & Klingström, A: *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag. 1990.

**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.<sup>332</sup>

**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.<sup>333</sup>

### Skador av klövvilt, gnagare och fåglar

**Älg och rådjur.** Av ryggradsdjuren är det främst älg och rådjur som orsakar skador i tallförnygringar. 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 självförnygring 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.<sup>334</sup>

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.<sup>335</sup> 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.<sup>336</sup> Dessa plantor betas i betydligt större omfattning än sådana som växer långsamt eller är skadade, men de klarar betningen bättre.<sup>337</sup> När man planterar under skärm tycks inte skärmen ha någon betydelse för betesfrekvensen. Inte heller markberedning eller beståndsstorlek har någon avgörande betydelse.<sup>338</sup>

<sup>332</sup> Eidmann, H H & Klingström, A: *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag. 1990.

<sup>333</sup> Eidmann, H H & Klingström, A: *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag. 1990.

<sup>334</sup> Skogsstyrelsen: Skogsvårdsorganisationens utvärdering av skogspolitikens effekter – SUS 2001. *Meddelande* 1. 2002.

<sup>335</sup> Bergström, R & Bergquist, G: Frequency and patterns of browsing by large herbivores on conifer seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12, s 288–294. 1997.

<sup>336</sup> Bergquist, J & Örlander, G: 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, s 283–293. 1998.

<sup>337</sup> Bergquist, J, G Örlander & U Nilsson: Interactions among forest regeneration treatments, plant vigour and browsing damage by deer. *New Forests* 25, s 25–40. 2003.

<sup>338</sup> Bergquist, J, Y Kullberg & G Örlander: Effects of shelterwood and soil scarification on deer browsing on planted Norway spruce *Picea abies* L. (Karst.) seedlings. *Forestry* 74, s 359–367. 2001.

Naturligt föryngrade plantor betas som regel i mindre omfattning än planterade.<sup>339</sup> En förklaring till detta kan vara en direkt effekt av tillväxthastigheten och plantornas näringsvärde.

Om den naturliga föryngringen lyckas och man får ett stamrikt bestånd innebär detta i sig en mindre risk för föryngringen 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/ha). Om föryngringen 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.<sup>340</sup>

Försök med lövinblandning i tall visar relativt entydigt att förväxande löv ökar skadorna, bl a 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 mer känsliga för bete.<sup>341</sup> 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.<sup>342</sup>

- 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 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.

Viltrepeller 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.<sup>343</sup> Praktisk erfarenhet av viltrepeller finns nästan bara för nysatta planterade plantor. Användning av repeller i naturliga föryngringar är troligen inte en realistisk metod. Det finns också individskydd i form av mekaniska plantskydd som t ex remsor, klämmor och hylsor som appliceras på plantorna för att skydda toppknoppen.

**Hare** kan skada tallplantor men ger sällan några betydande problem.

<sup>339</sup> Bergström, R & Bergquist, G: Frequens and patterns of browsing by large herbivores on conifer seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12, s 288–294. 1997.

<sup>340</sup> Lav Sund, S: Skogsskötsel och älgskador i tallungskog. *Resultat 6*, Skogforsk. 2003.

<sup>341</sup> Lav Sund, S: Skogsskötsel och älgskador i tallungskog. *Resultat 6*, Skogforsk. 2003.

<sup>342</sup> Bergquist, J, m fl: *Vilt och skog. Information om aktuell forskning vid SLU om vilt och dess påverkan på skogen och skogsbruket. Asa och Tönnersjöhedens försöksparkar samt SVS Jönköping-Kronoberg*, Temaexkursion 1. Asa försökspark, SLU. 2002.

<sup>343</sup> Bergquist, J & Örlander, G: 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, s 145–152. 1995.

**Sork.** Sorkskador förekommer under år med stora sorkstammar, framför allt på gräsrika ståndorter i norra Sverige. Åkersork gnager bark i stammens nedersta del. Snötäckta plantor kan ha skador så högt upp som snön ligger. Plantor som ringbarkas av sorken dör. Även vattensork och skogssork (ängs-sork) kan skada tallplantor, men är normalt inget problem i naturligt föryngrade bestånd.<sup>344</sup>

Under 1960-talet förekom omfattande sorkskador på skogsplantor i norra Sverige. Därefter har skadorna minskat för att sedan 1990-talet vara försumbara.<sup>345</sup>

**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. Tjäders vassa näbb klipper av barr och skott.<sup>346,347</sup>

### Klimatiska skador

Klimatiska skador orsakas i de nordiska länderna framför allt av låga temperaturer (frost), låg nederbörd (torra) samt av snö. Även alltför höga temperaturer kan vara skadliga. Under varma perioder med stor solinstrålning, kan yttemperaturen på kalytor kortvarigt uppgå till 60 °C även i norra Skandinavien,<sup>348</sup> 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.<sup>349</sup> 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.

<sup>344</sup> Eidmann, H H & Klingström, A: *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag. 1990.

<sup>345</sup> Hansson, L: Smågnagarskador på skogsföryngringar, *Fakta Skog* 15, SLU. 2002.

<sup>346</sup> Ringborg, M: Tjäder länsade tallplantering. *Mora Tidning* 9 augusti. 2004.

<sup>347</sup> Eidmann, H H & Klingström, A: *Skadegörare i skogen*. LT:s förlag. 1990.

<sup>348</sup> Vaartaja, O: Factors causing mortality of tree seeds and succulent seedlings. *Acta Forestalia Fennica* 62. 1955.

<sup>349</sup> Eiche, W: Cold damage and plant mortality in experimental provenance plantations with Scots pine in northern Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 36. 1966.

## 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, s 41). 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<sup>350,351</sup> och gran<sup>352,353</sup>.

#### Bestånd

Välj i första hand välgallrade bestånd. Om ett bestånd inte är välgallrat, är det viktigt att göra en förberedande avverkning innan föryngringsavverkningen.

### Planera för natur- och kulturmiljö

Snitsla in de områden som inte ska avverkas och markberedas. Det kan t ex vara kantzoner mot myrar, vatten och andra impediment, lokaler med skyddsvärda växter, boplatser för djur, kolbottnar, odlingsrösen och fångstgropar.<sup>354,355,356</sup> I norra Sverige ska speciella hänsyn tas till rennäringen.<sup>357</sup>

Kontakta Skogsstyrelsen om man är osäker på vilken 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.

<sup>350</sup> Karlsson, C & Örlander, G: Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed tree stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 256–266. 2000.

<sup>351</sup> Beland, M m fl: 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, s 247–255. 2000.

<sup>352</sup> Holt-Hanssen, K m fl: Performance of sown and naturally regenerated *Picea abies* seedlings under different scarification and harvesting regimens. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18, s 351–361. 2003.

<sup>353</sup> Glöde, D & von Hofsten, H: Föryngringsresultat efter markberedning under högskärm av gran med Bräcke B390 och Huddig 960. *Arbetsrapport* 419, Skogforsk. 1999.

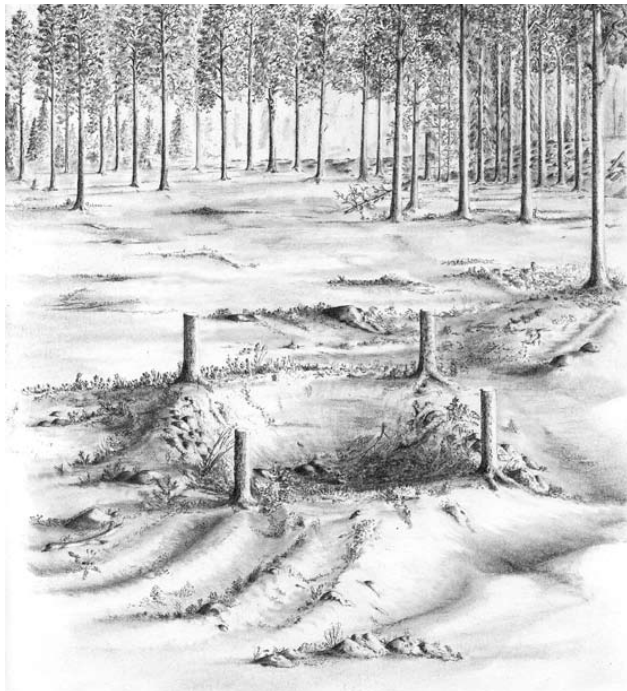
<sup>354</sup> Skogsstyrelsen: *Kulturmiljövård i skogen*. Skogsstyrelsens förlag. 1992.

<sup>355</sup> Skogsstyrelsen: *Den spännande sumpskogen – om Sveriges sumpskogar och dess själ*. Skogsstyrelsens förlag. 2000.

<sup>356</sup> Nitare, J: *Signalarter – indikatorer på skyddsvärd skog. Flora över kryptogamer*. Skogsstyrelsens förlag. 2000.

<sup>357</sup> Gustavsson, K: *Rennäringen – En presentation för skogsfolk*. Skogsstyrelsens förlag. 1989.

För att markera ett skyddat objekt kan man vid avverkningen kapa några av träden runt objektet på 1,3 meters höjd (figur NF54).



Figur NF54 Fångstgrop som markerats med ”kulturstubbar”.  
 Teckning Jerry Boberg.

### **Förberedande avverkning**

En av de viktigaste faktorerna för att naturlig föryngring ska lyckas är att fröträden inte vindfälls. Om beståndet inte är välgallrat bör man gallra till ca 400 st/ha (ca 5 m förband) 5–10 år innan föryngringen inleds. De framtida fröträden blir då betydligt stormfasta 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 skimmerställning även vara ekonomiskt lönsam, eftersom tallar med hög kvalitet kraftigt 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, t ex genom val av stormfasta träd och tidig gallring. Detta är speciellt viktigt i de vindriktningar, vanligen västlig och nordlig, som orsakar flest stormskador. För små skogsägare kan det vara svårt eller omöjligt att uppfylla detta krav när bestånden är små och/eller skogsskiftena smala.

Forskning saknas angående funktionen och betydelsen av skyddszoner.

## **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 andel av dessa plantor, speciellt om de är små.

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 m<sup>2</sup> för att man ska lyckas skapa ett nytt bestånd enbart med beståndsförnygrade dvärgplantor.<sup>358</sup>

Efter förnygringsavverkningen reagerar plantorna med ökad tillväxt. Det händer dock ofta att plantorna angrips och dödas av snytbagge och tallvivel.<sup>359</sup> 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.

<sup>358</sup> Assidomän: *Handbok i återväxtplanering*. 1999.

<sup>359</sup> Sundkvist, H: *Forest regeneration potential of Scots pine advance growth in northern Sweden*. Doktorsavhandling, Inst f skogsskötsel, SLU. 1993.



## Underröjning (hyggesrensning)

Syftet med en underröjning (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). Underröjningen 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 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.

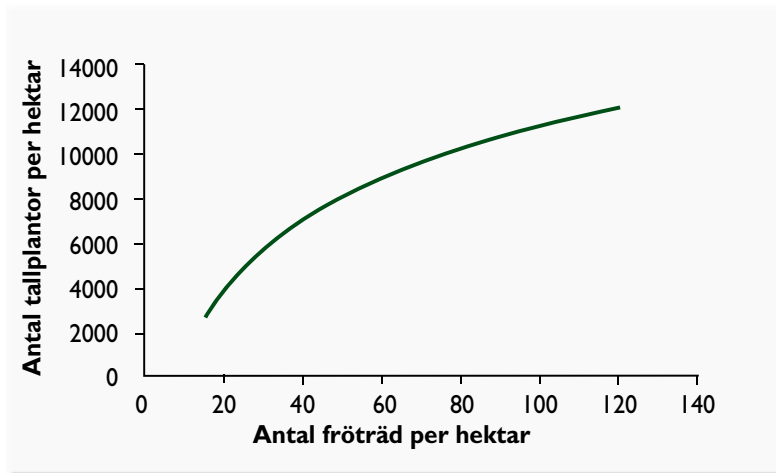
### Fröträdens antal, diameter och grundyta

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 en grundyta på mellan 5 och 10 m<sup>2</sup> per hektar.

**Exempel:** Om man t ex lämnar 100 fröträd per hektar med medeldiameter 25 cm motsvarar det en grundyta på 4,9 m<sup>2</sup>. Om man istället kan lämna 100 fröträd med medeldiameter 35 cm blir grundytan 9,6 m<sup>2</sup> per hektar. Då kan man förvänta sig cirka fem gånger så hög fröproduktion (figur NF13, s 37). Kombinationen av små och få fröträd ger mycket låg grundyta. Vid 50 träd/ha med en medeldiameter på 20 cm är grundytan endast 1,5 m<sup>2</sup>/ha, 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 förnygring, 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 cm, sju år efter förnygringsavverkning, i fröträdsställningar (SI = T16–T24) inom Siljansfors försöks-park, Dalarna.<sup>360</sup>

### 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. 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 välja klena träd framför grövre. Dels representerar klena träd ett lägre värde, dels kan de ha en större potential att öka värdet under fröträdsperioden.<sup>361</sup> Risken för ett sämre förnygringsresultat på grund av vind- och snöskador, samt minskad fröproduktion, är dock betydande om klena träd väljs.

<sup>360</sup> Fries, J: Naturlig förnygring inom Siljansfors försöks-park. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2, s 96–112. 1979.

<sup>361</sup> Lexerød, N: Alternative skogbehandlingar- produksjon, virkeskvalitet, driftteknikk økonomi. *Aktuelt fra skogforskningen* 4, Skogforsk. 2001.

5. Träd som tidigare visat sig producera många kottar. Vid barmark 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.

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. Därför är det mycket svårt att göra genetiska urval (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, t ex 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 föryngringsavverkningen.

**Gör så här:** Fröträdsantalet kontrolleras med hjälp av ett måttband.

Förslagsvis räknas antalet markerade fröträd inom fem ytor med radien 17,84 meter (= 1000 m<sup>2</sup>). 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 =  $\sqrt{10000/\text{fröträdsantalet}}$ . Exempelvis blir fröträdsförbandet ca 8 m vid 150 st/ha, 10 m vid 100 st/ha och ca 14 m vid 50 st/ha.

Grundytan kontrolleras enkelt med ett relaskop.

## Markberedning

### Markbered rätt år

**Näringsfattiga tallmarker (SI ≤ T22).** Som schablon rekommenderar vi att markbereda tredje hösten efter föryngringsavverkningen. Motivet är att kottantalet i fröträden ofta är lågt de närmaste två åren efter föryngringsavverkningen, för att sedan öka kraftigt fr o m tredje året. Eftersom gräskonkurrens oftast inte är ett problem på dessa marktyper är det 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 föryngringsavverkningen. Efter tre år har man då valfriheten att plantera i en färsk markberedning om fröträdsantalet blivit för lågt.

**Näringsrikare tallmarker (SI > T22).** På dessa marker finns risk för stor gräskonkurrens. De bör därför om möjligt markberedas redan första hösten efter föryngringsavverkningen. 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 var så lucker och ”färsk” som möjligt vid fröfallet. Redan efter en sommar försämras groningsmiljön pga av hårdnad mineraljordsyta, vegetationskonkurrens och förnafall.<sup>362</sup>

### 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.<sup>363</sup> 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 t ex grobarhet, förväntad kottmängd kommande år samt lokalkännedom. Man kan t ex 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.

<sup>362</sup> Se även ”Rätt tidpunkt för markberedning”, s 47.

<sup>363</sup> Hagner, S: Om kott- och fröproduktionen i svenska barrskogar. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 47:8. 1958.

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 tillväxtsång:

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 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.<sup>364</sup> Prognoserna håller god kvalitet och ger därmed bra vägledning för skogsskötaren.

## Återväxtinventering

Målsättningen bör vara att ett bra föryngringsresultat 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.<sup>365</sup>

<sup>364</sup> <http://www.skogforsk.se/>

<sup>365</sup> Skogsstyrelsen: *Riks-Polytax-BARA R5/7. Instruktion för inventering vid återväxttaxeringstidpunkten*. 2001.

## Nollyteinventering

En enkel och effektiv metod är att enbart registrera hur många cirkelprovytor som saknar planter. Norska studier i granförnygringar visar att om andelen nollytor (4 m<sup>2</sup>) är maximalt 20 %, blir den framtida totalproduktionen i ett bestånd tillräckligt bra.<sup>366</sup> För att kunna se nyförnygrade små planter bör man använda små ytor. Vi föreslår följande metod:

- Inventera 50 cirkelprovytor med radien 100 cm (3,14 m<sup>2</sup>), systematiskt utlagda över arealen.
- Registrera för varje provyta om det finns nyförnygrade planter eller om det saknas. Om det finns planter på minst 80 % av ytorna så klarar man antagligen skogsvårdslagens krav både på minsta antal huvudplanter (t ex 1700/ha för SI T20) och högsta andel nollytor (högst 10 % på ytor med radie 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 hjälpplantering kan behöva utföras.

## 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 och på Gotland tio år och på de svagaste markerna i norra Sverige femton år för naturligt förnygrade bestånd<sup>367</sup>.

Det finns också krav på förnygringens kvalitet som bedöms utifrån antalet huvudplanter och hur jämnt de är fördelade över förnygringsytan (andel nollytor<sup>368</sup>). På en bördig mark är kraven högre än på en mindre bördig mark. Kraven på antal huvudplanter varierar med ståndortsindex från 1100 st/ha till 2300 st/ha. Andelen nollytor ska vara mindre än 10 % om ståndortsindex är T14 respektive G22 eller högre. För lägre ståndortsindex är kravet högst 20 % nollytor.

## Skogsstyrelsens inventeringsmetod

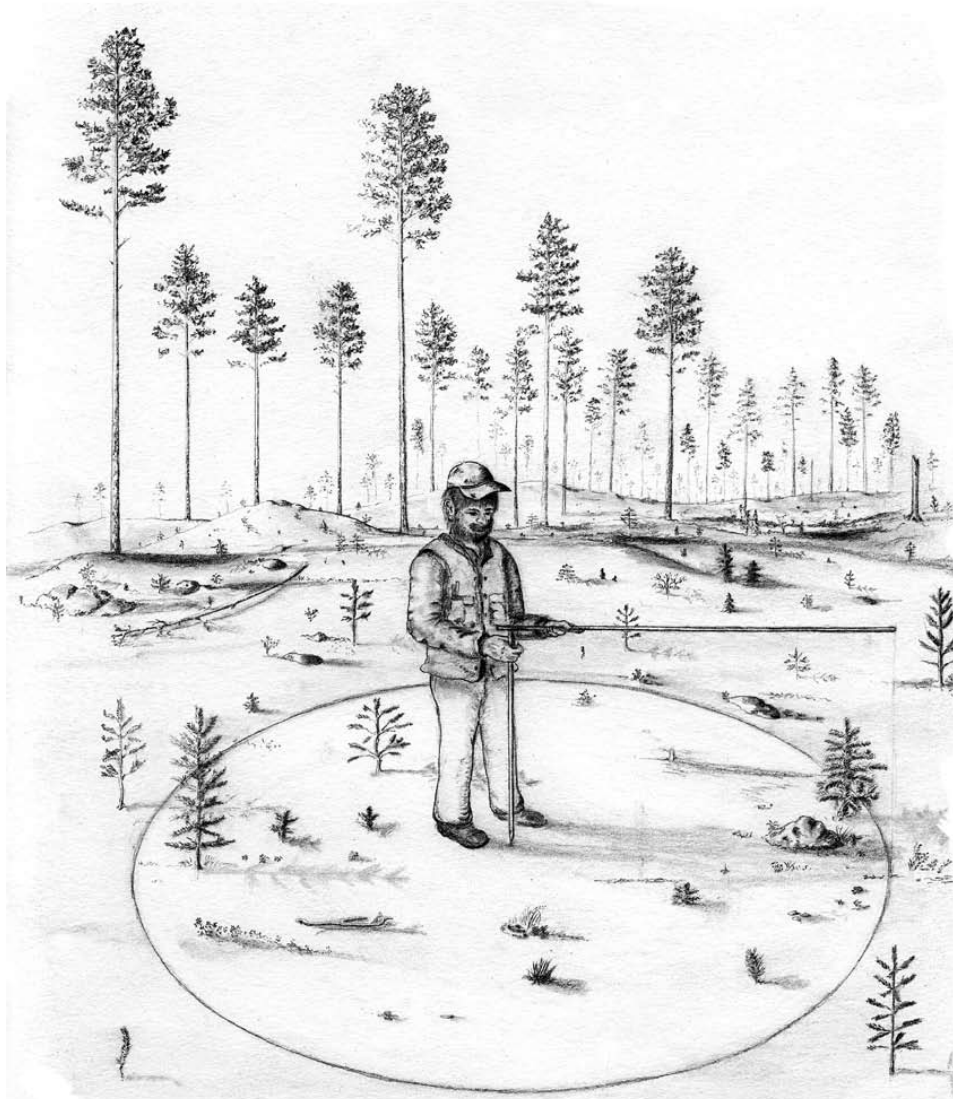
Huvudplantantalet beräknas genom inventering av cirkelytor om 10 m<sup>2</sup> (radie 1,78 m). Högst fem huvudplanter per cirkelyta godtas och minsta avstånd mellan huvudplantorna får vara 0,6 meter (figur NF57). Planter måste vara minst två vegetationsperioder gamla för att räknas med.

Huvudplanter är planter 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.

<sup>366</sup> Braathe, P: Undersøkelser over utviklingen av glissen gjenvekst av gran. *Meddelelser fra det Norske Skogforsøksvesen* 7:2. 1953.

<sup>367</sup> Skogsstyrelsen: *Skogsvårdslagen*. Handbok. 1994.

<sup>368</sup> Med en nollyta avses en cirkelyta med 3 meters radie (28,3 m<sup>2</sup>) som saknar huvudplanter.



Figur NF57 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 t ex 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 förnygrade 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.<sup>369</sup>

<sup>369</sup> Gemmel, P: *Är det lönt att hjälpplantera? I: Nu är det slut! Slutrapport från programmet för sydsvensk skogsforskning*, s 41. Inst f sydsvensk skogsvetenskap, SLU. 1999.

Plantor som sätts i små luckor utvecklas ofta svagt och har svårt att konkurrera med den omgivande föryngringen. 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.

Har man höga krav på kvalitetsproduktion är det mer motiverat att hjälpplantera än om man bara vill producera volym.

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 plantor. 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 plantor, t ex omskolade barrotsplantor, 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 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 skogsvårslagens 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 bl a 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 plantor 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. Ojämheter i plantbestånden som orsakats av fröträdens konkurrens kallas fröträdsbrunnar och syns ofta länge under beståndets utveckling som fördjupningar i krontaket runt fröträdens stubbar (figur NF58).

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 NF58* Fröträda 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.<sup>370,371</sup> Många faktorer som inte går att råda över, exempelvis vädret, påverkar det slutgiltiga resultatet. Föryngringsskedet är långt, ofta 10–20 år, särskilt om man litar 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 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 NF59):

- Förberedande avverkning (förhuggning, beredningshuggning)
- Föryngringsavverkning (skärnhuggning)
- Eventuell utglesning av skärmen
- Skärmavveckling.

Alla stegen behöver inte alltid utföras. Det viktiga är att man anpassar åtgärderna till det aktuella beståndets förutsättningar.

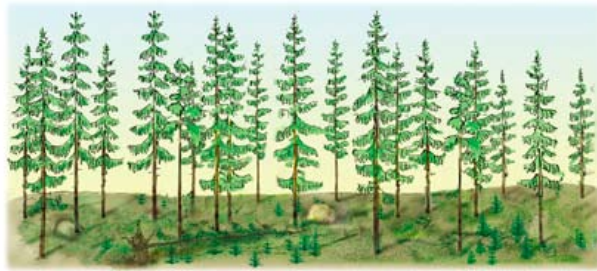
<sup>370</sup> Skoklefeld, S: *Naturlig föryngelse av gran och furu – En litteraturoversikt*. Norsk Institutt for Skogforskning. Ås. 1992.

<sup>371</sup> Hagner, S: Naturlig föryngring under skärm. *Meddelande från Statens Skogsforskningsinstitut* 52:4. 1962.

Sluten skog



Förberedande avverkning



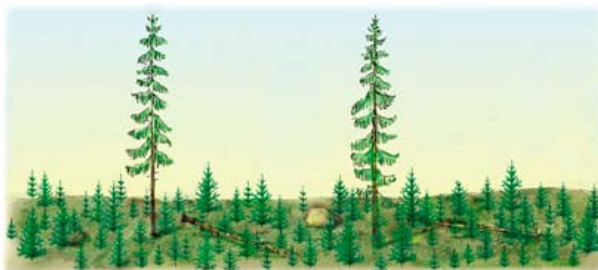
Skärnhuggning



Utglesning av skärmen



Skärmavveckling



*Figur NF59* De olika avverkningarna som kan bli aktuella när gran förnygras under högskärm. Bild Glöde och Sikström.

## 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.<sup>372</sup>

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 NF60). 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.<sup>373,374</sup> På merparten av frisk mark av t ex blåbärsristyp är det nödvändigt att markbereda för att få en tillräcklig plantbildning.<sup>375,376</sup>

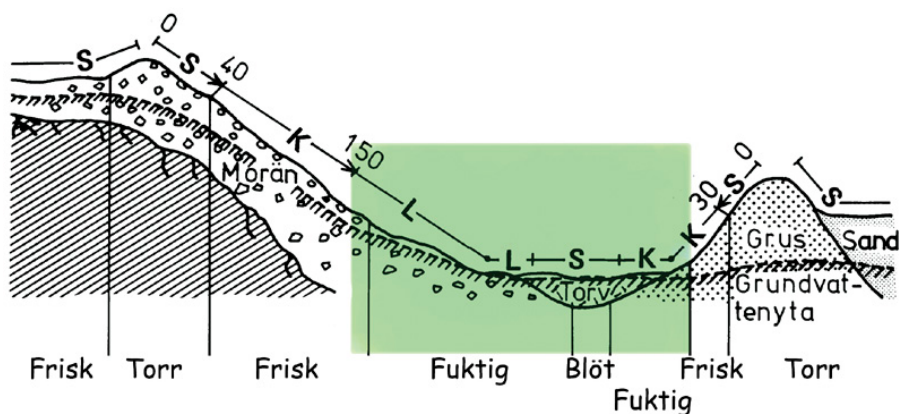
<sup>372</sup> Sikström, U, F Pettersson & S Jacobson: Naturlig föryngring av gran under högskärm, *Resultat 19*, Skogforsk. 2005.

<sup>373</sup> Sikström, U & Pettersson, F: Föryngring av gran under högskärm. *Arbetsrapport 589*, Skogforsk. 2005.

<sup>374</sup> Sikström, U: Avgång i skärmen och plantetablering vid föryngring av gran under högskärm – en surveystudie. *Arbetsrapport 369*, Skogforsk. 1997.

<sup>375</sup> Holt-Hanssen, K m fl: Performance of sown and naturally regenerated *Picea abies* seedlings under different scarification and harvesting regimens. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18, s 351–361. 2003.

<sup>376</sup> Glöde, D & von Hofsten, H: Föryngringsresultat efter markberedning under högskärm av gran med Bräcke B390 och Huddig 960. *Arbetsrapport 419*. Skogforsk.1999.



Figur NF60 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 Glöde och Sikström.<sup>377</sup>

## Första kontrollen av beståndsförnygring och bestånd

Uppskatta antalet plantor per hektar som är över 20 cm höga. Kontrollera även luckigheten, dvs andelen ”nollytor”.<sup>378</sup>

Om antalet beståndsförnygrade plantor högre än 20 cm överstiger 6 000 pl/ha kan förnygringsavverkning utföras direkt.<sup>379</sup> 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 m<sup>2</sup>/ha. Är beståndet tätare krävs en förberedande avverkning.<sup>380</sup>

Om det inte finns en godtagbar beståndsförnygring 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, t ex 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 beståndsförnygring 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 t ex vara kantzoner mot myrar, vatten och andra impediment, skyddsvärda växter, boplatser för djur, kolbottnar, odlingsrösen, fångstgropar mm.<sup>381,382,383</sup> I norra Sverige skall speciella hänsyn tas till rennärings.<sup>384</sup>

<sup>377</sup> Hägglund, B & Lundmark, J-E. 1981. *Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem*. Skogsstyrelsen.

<sup>378</sup> En metod för återväxtinventering beskrivs i kapitlet ”Arbetsgång vid naturlig förnygring av tall”, s 101.

<sup>379</sup> Se ”Förnygringsavverkning (skärmhuggning)”, s 111.

<sup>380</sup> Se ”Förberedande avverkning”, s 110.

<sup>381</sup> Skogsstyrelsen: *Kulturmiljövård i skogen*. Skogsstyrelsens förlag 1992.

<sup>382</sup> Skogsstyrelsen: *Den spännande sumpskogen – om Sveriges sumpskogar och dess själ*, Skogsstyrelsens förlag 2000.

<sup>383</sup> Nitare, J: *Signalarter – indikatorer på skyddsvärd skog. Flora över kryptogamer*. Skogsstyrelsens förlag 2000.

<sup>384</sup> Gustavsson, K: *Rennärings – En presentation för skogsfolk*. Skogsstyrelsens förlag, 1989.

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 (figur NF54).

Man bör också lämna en del skärmträd som s k 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/ha eller om grundytan är högre än ca 30 m<sup>2</sup>/ha. 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 beståndsföryngring 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, träddöd) 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, t ex 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.

### **Andra kontrollen av beståndsföryngring och bestånd**

Om ny föryngring etablerats i luckor efter en förberedande avverkning är det ett tecken på att ståndorten lämpar sig för naturlig föryngring. Mängden naturlig föryngring 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 skärmhuggningen om de är mindre än ca 20 cm.

Gör en återväxtinventering på samma sätt som vid den första kontrollen (se s 109). Kontrollera även vindfällning, särskilt om en förberedande avverkning tidigare utförts.

Om det finns en tillräcklig och utvecklingsbar beståndsföryngring (minst 6 000 plantor/ha över 20 cm) kan man göra en föryngringsavverkning.

Om det inte finns en godtagbar beståndsföryngring är det antagligen inte lämpligt att gå vidare med skärmmetoden och det finns skäl att välja en annan föryngringsmetod, t ex slutavverkning och plantering. Om man fortfa-

rande vill försöka metoden med högskärm ska man ha god kännedom om möjligheten att få mer naturligt föryngrade plantor. Hjälpåtgärder såsom markberedning eller hjälpplantering kan krävas. På frisk mark är markberedning oftast nödvändig för att få en nöjaktig föryngring.

## **Underröjning**

Syftet med en underröjning (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. Åtgärden är sällan nödvändig vid naturlig föryngring av gran, eftersom granen tål en relativt stor höjdspridning.

För att ge nyetablerade granplantor en snabb start bör man dock avlägsna förväxande småträd som inte är värda att ta tillvara vid avverkning. Detta gäller om de inte står tätt nog för att bilda egna grupper i föryngringen om minst 0,25 hektar.

Om underröjning utförs är det lämpligt att göra den före föryngringsavverkningen eftersom den då även underlättar avverkningsarbetet.

## **Föryngringsavverkning (Skärmhuggning)**

### **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.<sup>385</sup>

### **Tidpunkt för föryngringsavverkning**

När en tillräcklig beståndsföryngring finns etablerad kan föryngringsavverkningen utföras när som helst under året. Om beståndsföryngringens höjd överstiger en meter är det dock en fördel om man kan undvika avverkning vid sträng kyla.<sup>386</sup> För att minska risken för spridning av rotröta är det generellt sett bra om all avverkning i granskog utförs vintertid.

Om beståndsföryngringen inte är tillräcklig och man är beroende av ny naturlig föryngring ökar sannolikheten för att lyckas om föryngringsavverkningen 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 föryngringsavverkningen. 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.

<sup>385</sup> Se vidare under rubriken ”Avverkningsbegrepp”, s 12, angående vad skogsvårdslagen säger om gränsdragning mellan gallring och föryngringsavverkning.

<sup>386</sup> Se vidare under ”Avverkning av skärträdet (Skärmavveckling)”, s 114.

## 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 m<sup>2</sup>/ha.

Det gäller att hitta rätt balans mellan stimulans och konkurrens, dels mellan föryngring och markvegetation, dels mellan föryngring och skärmträd. Dessutom gäller det att minimera avgångar och skador i både skärm och föryngring.

Uttaget vid föryngringsavverkningen 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/ha, 15–20 m<sup>2</sup>/ha) lämnas:

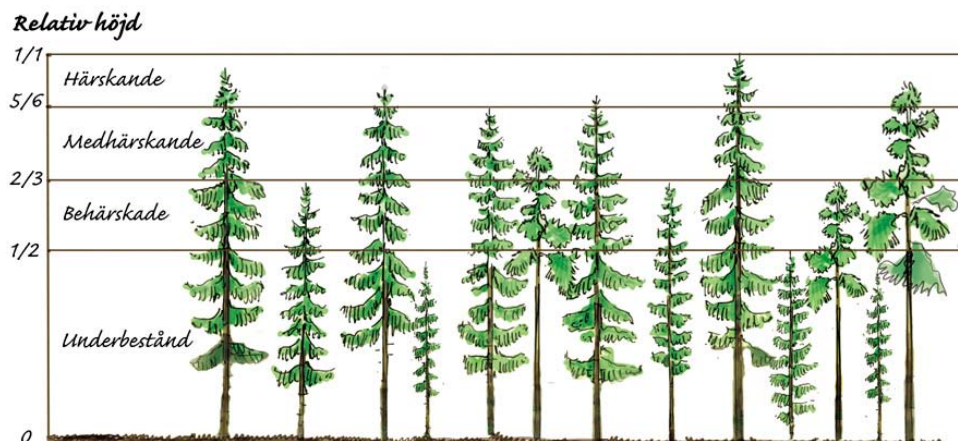
- om ståndorten har stora frostproblem
- om markvegetationen är eller kan bli riklig – särskilt på bördiga ståndorter
- för att bevara beståndsföryngring som är lägre än ca 20 cm.

*Gles skärm* (150–250 stammar/ha, 10–15 m<sup>2</sup>/ha) lämnas:

- om det finns gott om beståndsföryngring 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 NF61). 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 att klara framtida vindpåkänningar. De härskande träden är vanligen de mest vitala och normalt de bästa kott- och fröproducenterna.



Figur NF61 I ett bestånd beskrivs ofta ett träds höjd i förhållande till de andra trädens med begreppen härskande, medhärskande, behärskade och undertryckta träd. Bild Glöde och Sikström.



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, bl a 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.

### **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.<sup>387</sup>

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 skärmhuggningen 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 st/ha. Där kan traktorgrävare eller mindre bandgående grävare vara bättre eftersom de kan manövreras lättare och mer precist, vilket ger mindre skador på skärmträden.<sup>388</sup> 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.

### **Skyddsdikning eller dikesrensning**

Det är viktigt att vara vaksam på grundvattennivån även om man lämnar en högskärm. Blir vattennivån för hög kan skärmträden och beståndsförnygringen 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.

<sup>387</sup> Se vidare i kapitlet ”Mark och markbehandling”, s 45.

<sup>388</sup> Westerberg, D & von Hofsten, H: Markberedning under skärm. *Resultat 8*, Skogforsk. 1996.

## **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 skärnhuggningen:

- Har beståndsföryngringen klarat sig?
- Har ny föryngring etablerats?
- Finns det tillräckligt med plantor och vilken tillväxt har de?
- Behövs andra åtgärder som skyddsdikning, dikesrensning, markbehandling eller hjälpplantering för att få en tillräckligt bra föryngring?
- Är det dags att glesa ut eller helt avveckla högskärmen?

## **Hjälpplantering**

Om föryngringsresultatet inte blir tillräckligt bra kan hjälpplantering bli nödvändig för att fylla luckor i den naturliga föryngringen.<sup>389</sup>

## **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 m<sup>3</sup>sk/ha. 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/ha).

## **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 och uttorkning. En senare avveckling än vid ca 2 meters planthöjd ökar risken för topp-, stam- och grenbrott, vilket sänker plantbeståndets medelhöjd och orsakar produktionsförluster.

<sup>389</sup> Se vidare ”Hjälpåtgärder” under ”Arbetsgång vid naturlig föryngring av tall”, s 103.

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 avverkningstillfälle om den innehåller mindre än ca 200 m<sup>3</sup>sk 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.<sup>390</sup>

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

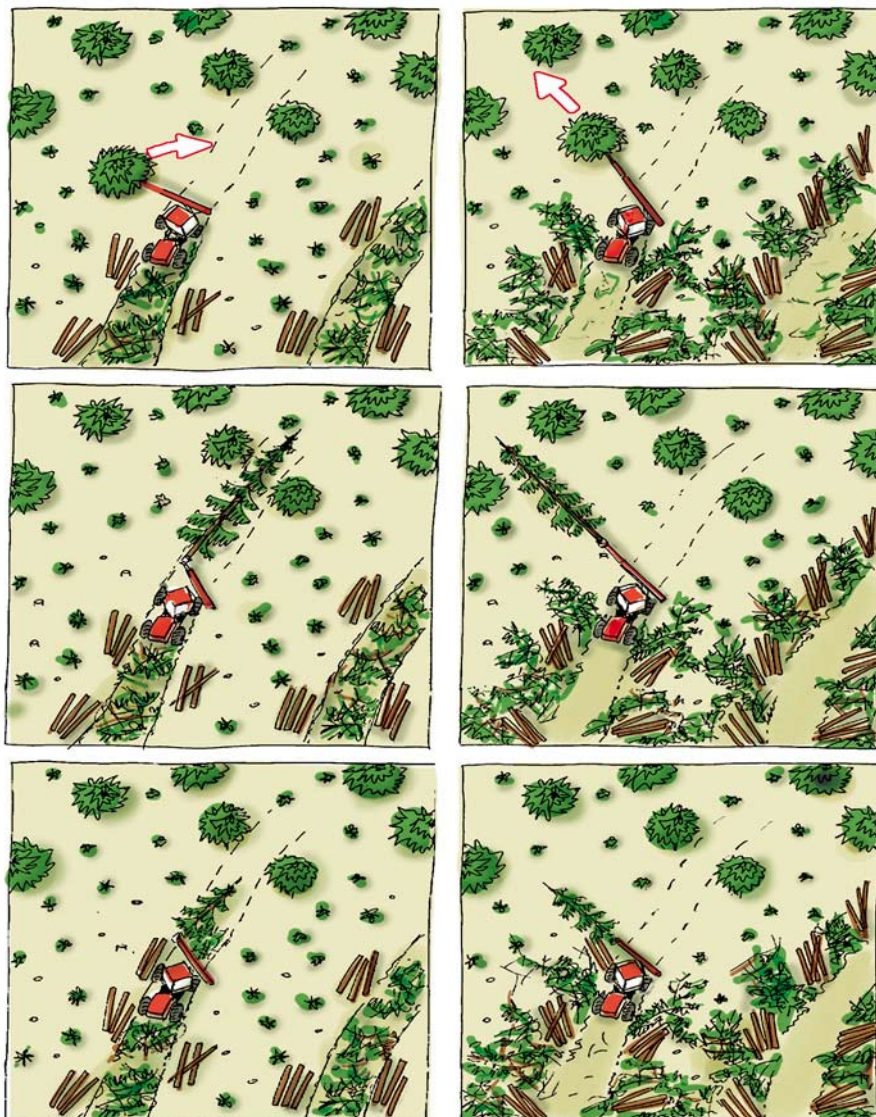
Fällningen av skärmträd måste anpassas till hur det ser ut runt varje träd. En enkel princip är dock att fälla skärmträden så att körningen kan ske i de delar av föryngringen där plantbeståndet är tätt. Enstaka plantor som står i luckor är extra värdefulla, och att köra sönder sådana kan innebära att ståndortens produktionsförmåga inte kan tas tillvara på en hög nivå. Risken för stambrott ökar med ökad höjd på föryngringen.

En alternativ fällningsmetod är sk stångstötning. Den kan ge mindre skador än konventionell fällning i föryngringar som är högre än ca 2 m (figur NF62).

<sup>390</sup> Sikström, U & Glöde, D: Damage to *Picea abies* regeneration after final cutting of shelterwood with single- and double-grip harvester systems. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 274–283. 2000.

**Stångstötning**

**Konventionell fällning**



*Figur NF62* 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 föryngringen. Bild Glöde och Sikström.

*Överst:* Pilarna anger fällningsriktningen.

*Mellan:* Det fällda trädets placering i förhållande till stickvägen.

*Nederst:* Hur trädet upparbetas och virket fördelas längs stickvägen.

## 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.<sup>391</sup>  
Behövs hjälpplantering för att få en tillräckligt bra för yngning?

<sup>391</sup> Återväxtinventering beskrivs i kapitlet ”Arbetsgång vid naturlig för yngning av tall”, s 101.

## Kombinationsmetoder

Det är möjligt att nyttja naturlig förnygring i kombination med skogsodling (plantering eller sådd). Den vanligaste kombinationen i Sverige är att plantera gran under skärmar som domineras av tall, ibland kallad *Drettingemetoden* eller *Kombinationsmetoden*.<sup>392,393</sup> Metoden har utvecklats i södra Sverige och främst provats i denna del av landet. Det förekommer också andra kombinationer, t ex sådd av tall under tallskärm och plantering av gran under granskärm.<sup>394,395</sup>

Några skäl för att använda kombinationsmetoder är att:

- etablera blandbestånd av tall och gran
- använda skogsodling som komplement till naturlig förnygring i områden där man är osäker på om enbart naturlig förnygring kommer att lyckas (livrem och hängslen!)
- få högre överlevnad av skogsodlade plantor genom att utnyttja skärmens skyddande funktioner<sup>396</sup>
- förbättra virkesegenskaper för skogsodlade plantor (färre frostsador och långsammare ungdomstillväxt)
- av estetiska skäl använda skärm där skogsodling är den huvudsakliga förnygringsmetoden (undvika kalavverkning).

### ***Drettingemetoden eller Kombinationsmetoden***

Hittills utförda studier av *Drettingemetoden* (*Kombinationsmetoden*) visar med god samstämmighet att etableringen av såväl planterade granplantor som den naturliga förnygringen gynnas. 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<sup>397</sup> på 22 lokaler i Sverige jämfördes *Drettingemetoden* (med och utan markberedning), med kalhuggning (med och utan markberedning). Objekten hade som regel vegetationstypen blåbär och ståndortsindex varierade mellan T20 och G28. Markberedningen gjordes i de flesta fall året efter avverkning, men med spridningen 0–3 år. Ingen

<sup>392</sup> Freij, J: Drettingemetoden – kombinerad plantering och naturlig förnygring under skärm. *Resultat 6*, Skogsarbeten. 1990.

<sup>393</sup> Karlsson, C & Örlander, G: Naturlig förnygring av tall. *Rapport 4*, Skogsstyrelsen. 2004.

<sup>394</sup> Holgén, P & Hånell, B: Performance of planted and naturally regenerated seedlings in *Picea abies*-dominated shelterwood stands and clearcuts in Sweden. *Forest Ecology and Management* 127, s 129–138. 2000.

<sup>395</sup> Hannerz, M: Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) planted under shelterwood – a need for new adaptation targets? *Work report 337*, Skogforsk. 1996.

<sup>396</sup> Se ”Skärmeffekter”, s 58.

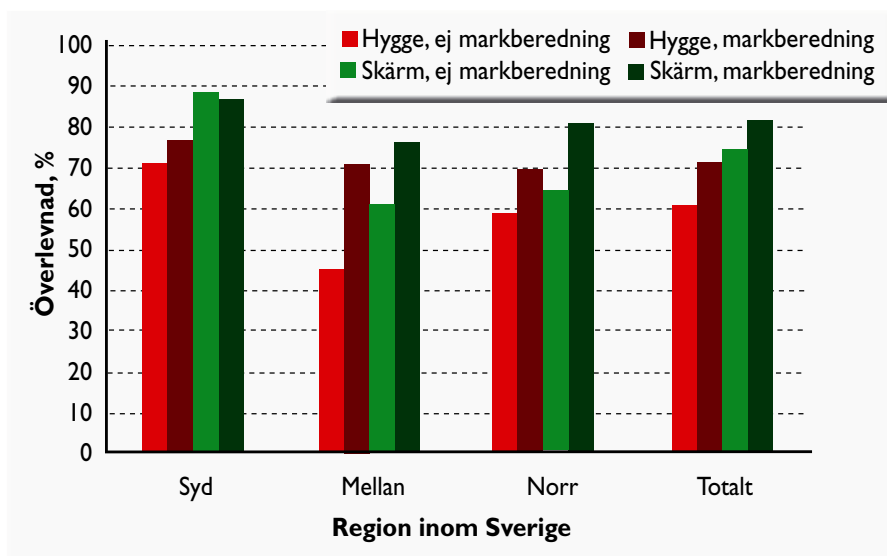
<sup>397</sup> Nilsson, U, G Örlander & M Karlsson: Establishing mixed forests in Sweden by combining planting and natural regeneration – Effects of shelterwoods and scarification. *Forest Ecology and Management* 237, s 301–311. 2006.

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.

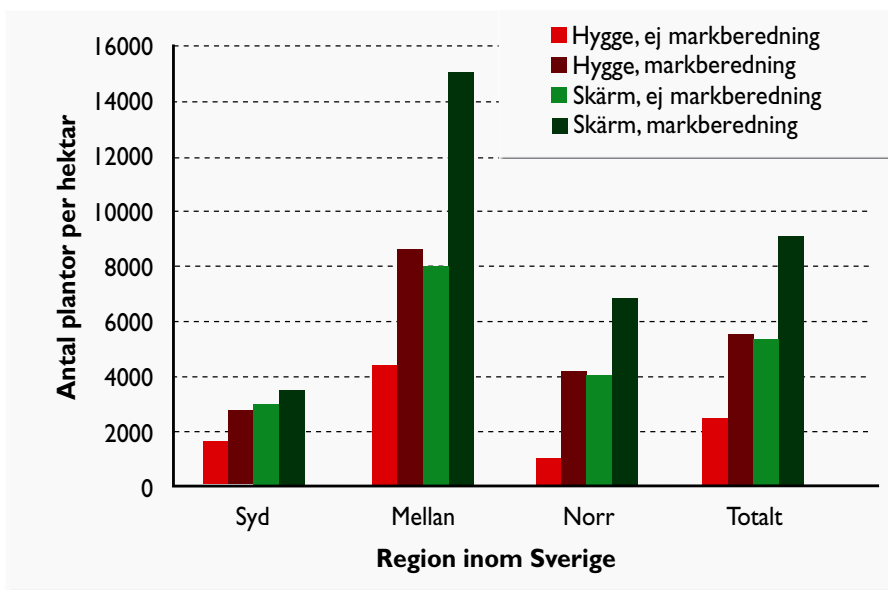
Försöket visade att både markberedning och skärm ökade överlevnaden av de planterade plantorna. Överlevnaden var i genomsnitt för hela landet ca 80 % där skärm och markberedning kombinerats, medan den endast var 60 % vid plantering på hygge utan markberedning (figur NF63).

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 föryngrade tallarna.

Både markberedning och skärm bidrog generellt till ökat antal naturligt föryngrade tallplantor (figur NF64). Antalet plantor per hektar var markant högre på de mellansvenska ytorna än 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 klarlagd, men svampskador (tallskytte, Gremmeniella) och viltbete anses vara de viktigaste orsakerna.



Figur NF63 De planterade granplantornas överlevnad 5 år efter plantering (20 försökslokaler).



Figur NF64 Antal naturligt föryngrade tallplantor per hektar 5 år efter markberedning (18 försökslokaler).

### En uppföljning av praktiken

I ett examensarbete<sup>398</sup> studerades möjligheterna att erhålla en blandskog med hjälp av *Drettingemetoden*. 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.

### Några praktiska råd vid användning av Drettingemetoden (Kombinationsmetoden)

**Marken.** 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 m<sup>2</sup>). Skärmen kan även innehålla löv och gran. För etablering av skärmställningen hänvisas till det tidigare kapitlet ”Arbetsgång vid naturlig föryngring av tall”, s 94ff. Markberedning är oftast nödvändig på de angivna marktyperna, och gärna då en harvning som frilägger en stor andel av mineraljorden. Detta ger goda chanser till riklig naturlig föryngring.

**Höjdtvecklingen.** 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.

<sup>398</sup> Persson, A. & Andersson, R: Kombinationsmetoden – Går det att skapa blandskog? SLU, Inst. för sydsvensk skogsvetenskap, Alnarp, *Examensarbete* 49. 2004.



Nedan listas några möjligheter att minska skillnaderna i höjd mellan tall och gran:

- Genom att vänta med markberedningen till hösten före ett rikt fröfall kan man räkna med att de flesta tallplantorna etableras redan året efter markberedningen.
- Plantera gran 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 genom att röja 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/ha jämfört med vanlig plantering på hygge och ändå få samma antal huvudplantor.

Beroende bl a 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 gran 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 bl a av kravet på att metoden ska ge en hög ekonomisk förräntning. Att själv upprätta en kalkyl är lärorikt och kan ge nya insikter, bl a om hur mycket anläggningskostnaden betyder i förhållande till intäkter vid avverkningar.<sup>399</sup>

### Jämförande nuvärdeskalkyler

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 nutid.<sup>400</sup>

Kalkylräntan har satts till 2,5 %, vilket är en realistisk realränta att förvänta sig av skogen. När nuvärdet blir 0 har investeringen gett 2,5 % realränta i avkastning. Ur företagsekonomisk synvinkel 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 hon eller han tror på.

Kalkylerna ska ses som exempel. I kalkylerna har vi använt datorprogrammet DT som utvecklats vid SLU.<sup>401</sup> I programmet bestämmer användaren ståndortsindex, gallringsprogram, geografiskt läge, priser på massaved och olika timmersortiment mm. Vi har använt priser som ungefärligen gäller för normalsortiment i Dalarna år 2008.

### Jämförelse mellan naturlig föryngring, plantering och sådd av tall

Förutsättningarna i det här kalkylexemplet är:

	<i>Plantering</i>	<i>Naturlig föryngring</i>	<i>Sådd</i>
<i>Ståndortsindex</i>	T22	T22	T22
<i>Antal röjningar</i>	1	2	2
<i>Omloppstid</i>	100 år	110 år	105
<i>Tillväxt på fröträd (10 år)</i>	0	20 m <sup>3</sup> sk/ha	0
<i>Avgång av fröträd</i>	0	7 m <sup>3</sup> 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

<sup>399</sup> Håkansson, M & Larsson, M: *Skogsbrukets ekonomi*. LT förlag. 1998.

<sup>400</sup> Diskontera: Beräkna vad en framtida kostnad eller intäkt är värd idag.

<sup>401</sup> Se [www.ess.slu.se](http://www.ess.slu.se)

slutavverkningen antagits ge ett något lägre pris per m<sup>3</sup> på grund av lägre sågtimmerkvalitet än för sådd och naturligt föryngrad tall (tabell NF3).

*Tabell NF3* Exempel på ekonomisk kalkyl där plantering, naturlig föryngring och sådd jämförs för tall. Ståndortsindex T22.

Kalkyl för plantering	Nominellt	Diskontfaktor	Nuvärde 2,5 %	Volymuttag m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> sk x 100 kr/m <sup>3</sup> sk	5 800 kr	0,391	2 268 kr	58
Gallring år 51,79 m <sup>3</sup> sk x 150 kr/m <sup>3</sup> sk	11 850 kr	0,284	3 365 kr	79
Gallring år 71, 95 m <sup>3</sup> sk x 250 kr/m <sup>3</sup> sk	23 750 kr	0,173	4 109 kr	95
Slutavverkning år 100: 292 m <sup>3</sup> sk x 350 kr/m <sup>3</sup> sk	102 200 kr	0,085	8 687 kr	292
<b>Summa</b>			<b>7 442 kr</b>	<b>524</b>

Kalkyl för naturlig föryngring	Nominellt	Diskontfaktor	Nuvärde 2,5 %	Volymuttag m <sup>3</sup> sk/ha
Minskad intäkt vid avverkn. 60 m <sup>3</sup> sk x 350 kr/m <sup>3</sup> sk	-22 800 kr	1,000	-22 800 kr	
Markberedning år 3	-1 500 kr	0,929	-1 394 kr	
Avverkning av fröträd år 10, 73 m <sup>3</sup> sk x 400 kr/m <sup>3</sup> sk	29 200 kr	0,781	22 805 kr	
Röjning år 15	-3 500 kr	0,691	-2 419 kr	
Röjning år 25	-5 000 kr	0,539	-2 695 kr	
Gallring år 48, 58 m <sup>3</sup> sk x 100 kr/m <sup>3</sup> sk	5 800 kr	0,306	1 775 kr	58
Gallring år 61,79 m <sup>3</sup> sk x 150 kr/m <sup>3</sup> sk	11 850 kr	0,227	2 690 kr	79
Gallring år 81, 95 m <sup>3</sup> sk x 250 kr/m <sup>3</sup> sk	23 750 kr	0,135	3 206 kr	95
Slutavverkning år 110: 292 m <sup>3</sup> sk x 400 kr/m <sup>3</sup> sk	116 800 kr	0,066	7 709 kr	292
<b>Summa</b>			<b>8 878 kr</b>	<b>524</b>

Kalkyl för sådd	Nominellt	Diskontfaktor	Nuvärde 2,5 %	Volymuttag m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> sk x 100 kr/m <sup>3</sup> sk	5 800 kr	0,346	2 007 kr	58
Gallring år 56,79 m <sup>3</sup> sk x 150 kr/m <sup>3</sup> sk	11 850 kr	0,251	2 974 kr	79
Gallring år 76, 95 m <sup>3</sup> sk x 250 kr/m <sup>3</sup> sk	23 750 kr	0,153	3 634 kr	95
Slutavverkning år 105: 292 m <sup>3</sup> sk x 400 kr/m <sup>3</sup> sk	116 800 kr	0,075	8 760 kr	292
<b>Summa</b>			<b>7 546 kr</b>	<b>524</b>

**Vad visar denna kalkyl?** Vi kan ur denna kalkyl utläsa att naturlig föryngring gett det högsta nuvärdet, nämligen 8 878 kr/ha mot 7 546 kr/ha för sådd och 7 442 kr/ha för plantering. För att förstå vad dessa summor innebär kan man göra följande jämförelse:

Om man i stället för att markbereda och plantera år 2 hade investerat 9 000 kr (1 500 + 7 500) i ett realräntekonto och istället för att röja år 15 hade satt in ytterligare 3 500 kr på samma konto, skulle nuvärdet av dessa investeringar varit 10 987 kr (1 428 + 7 140 + 2 419). Om dessa pengar förräntas med 2,5 % realränta i 100 år växer kapitalet till 129 756 kr (prolongeringsfaktor<sup>402</sup> 11,81).

Genom att investera pengarna i skog istället för på realräntekonto får man ytterligare 7 442 kr i nuvärde som efter 100 år är värda 87 890 kr. Det totala värdet om 100 år är alltså i skogen (planteringsalternativet) 129 756 + 87 890 kr = 217 646 kr. Om realräntekontot i stället hade haft 3 % ränta så hade det givit ungefär samma summa som skogsplantering (10 987 kr x 19,22 = 211 170 kr).

Enligt kalkylen ger naturlig förnygring 1 446 kr mer i nuvärde än plantering, vilket om 100 år är värt 17 077 kr (med 2,5 % realränta).

## Jämförelse mellan naturlig förnygring och plantering av gran

Förutsättningarna i det här kalkylexemplet är:

	<i>Plantering</i>	<i>Naturlig förnygring</i>
<i>Ståndortsindex</i>	G28	G28
<i>Antal röjningar</i>	1	2
<i>Omloppstid</i>	100 år	115 år
<i>Tillväxt på skärmträd (15 år)</i>	0	75 m <sup>3</sup> sk/ha
<i>Avgång av skärmträd</i>	0	25 m <sup>3</sup> sk/ha (ca 15 %)

De avgångna skärmträden har ej tagits tillvara. Samma virkesproduktion och gallringsprogram har antagits gälla för de två metoderna, men eftersom förnygringstiden är 15 år längre för naturlig förnygring görs varje avverkning 15 år senare. För planterad gran har slutavverkningen antagits ge ett något lägre pris per m<sup>3</sup> på grund av lägre sågtimmerkvalitet än hos naturligt förnygrad gran (tabell NF4).

*Tabell NF4* Exempel på ekonomisk kalkyl där plantering och naturlig förnygring jämförs för gran. Ståndortsindex G28.

<b>Kalkyl för plantering</b>	<b>Nominellt</b>	<b>Diskontfaktor</b>	<b>Nuvärde 2,5 %</b>	<b>Volymuttag m<sup>3</sup>sk/ha</b>
Markberedning år 2	-1 500 kr	0,952	-1 428 kr	
Plantering år 2, 2 500 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 <sup>3</sup> sk x 100 kr/m <sup>3</sup> sk	6 000 kr	0,391	2 346 kr	60
Gallring år 50, 79 m <sup>3</sup> sk x 150 kr/m <sup>3</sup> sk	11 850 kr	0,284	3 365 kr	79
Gallring år 70, 114 m <sup>3</sup> sk x 250 kr/m <sup>3</sup> sk	28 500 kr	0,173	4 931 kr	114
Slutavverkning år 100: 452 m <sup>3</sup> sk x 350 kr/m <sup>3</sup> sk	158 200 kr	0,085	13 447 kr	452
<b>Summa</b>			<b>13 102 kr</b>	<b>705</b>

<sup>402</sup> Prolongera: Beräkna vad en kostnad eller intäkt är värd ett visst antal år fram i tiden.

<b>Kalkyl för naturlig föryngring av gran</b>	<b>Nominellt</b>	<b>Diskontfaktor</b>	<b>Nuvärde 2,5 %</b>	<b>Volymuttag m<sup>3</sup>sk/ha</b>
Minskad intäkt vid avverk. 150 m <sup>3</sup> sk x 380 kr/m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> sk x 100 kr/m <sup>3</sup> sk	6 000 kr	0,284	1 704 kr	60
Gallring år 65, 79 m <sup>3</sup> sk x 150 kr/m <sup>3</sup> sk	11 850 kr	0,201	2 382 kr	79
Gallring år 85, 114 m <sup>3</sup> sk x 250 kr/m <sup>3</sup> sk	28 500 kr	0,123	3 506 kr	114
Slutavverkning år 115: 452 m <sup>3</sup> sk x 400 kr/m <sup>3</sup> sk	180 800 kr	0,058	10 486 kr	452
<b>Summa</b>			<b>9 980 kr</b>	<b>705</b>

**Vad visar denna kalkyl?** Kalkylen visar att plantering ger drygt 3 000 kr högre nuvärde än naturlig föryngring. Detta beror i huvudsak på att föryngringstiden för naturlig föryngring av gran är lång och att i kalkylen antas 15 % av skärmträden dö utan att tas tillvara. Om alla skärmträd skulle överleva skulle nuvärdet i den naturliga föryngringen öka med ca 7 000 kr. I så fall skulle denna metod bli lönsammast.

Tillväxten i en granskärm är betydande under föryngringsperioden. Man förfäras gärna av 25 m<sup>3</sup> avgång, men förbiser kanske 75 m<sup>3</sup> 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, s 229–245.
- Ackzell L, B Elfving & D Lindgren. 1994. Occurrence of naturally regenerated and planted main crop plants in plantations in boreal Sweden. *Forest Ecology and Management* 65, s 105–113.
- Agestam, E, P M Ekö & U Johansson. 1998. Timber quality and volume growth in naturally regenerated and planted Scots pine stands in S.W. Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 204.
- Akselsson, C, O Westling & G Örlander. 2007. Skogsskötsel och vattenkvalitet. En samman-ställning av resultat från skärm- och bårdförsök inom SUFOR. *IVL Rapport B1752*.
- Almqvist, C, U Bergsten, L Bondesson & U Eriksson. 1998. Predicting germination capacity of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seeds using temperature data from weather stations. *Canadian Journal of Forest Research* 28, s 1530–1535.
- Andersson, O. 1988. *Granmarbuskar som inslag vid beståndsanläggning*, Rapport 24. Inst f skogsproduktion, SLU.
- Andersson, O & Fries, J. 1979. Ett exempel på tillväxten hos fröträäd av tall. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2, s 112–122.
- Andersson, O & Fries, J. 1979. Orienterande försök rörande plantskador vid fröträds-avverkning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2, s 123–129.
- Assidomän. 1999. *Handbok i återväxtplanering*.
- Beland, M m fl. 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, s 247–255.
- Bergan, J. 1971. Skjermforyngelse av gran sammenlignet med planting i Grane i Nordland. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 28, s 191–211.
- 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. *Scandi-navian Journal of Forest Research* 11, s 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, s 283–293.
- Bergquist, J, G Örlander & U Nilsson. 2003. Interactions among forest regeneration treatments, plant vigour and browsing damage by deer. *New Forests* 25, s 25–40.
- 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. Asa försökspark, SLU.
- Bergquist, J, Y Kullberg & G Örlander. 2001. Effects of shelterwood and soil scarification on deer browsing on planted Norway spruce *Picea abies* L. (Karst.) seedlings. *Forestry* 74, s 359–367.
- Bergsten, U. 1985. A study on the influence of seed predators at direct seeding of *Pinus sylvestris* L. *Rapporter* 13, Inst f skogsskötsel, SLU.
- Bergström, R & Bergquist, G. 1997. Frequencies and patterns of browsing by large herbivores on conifer seedlings. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12, s 288–294.
- Bjor, K. 1971. Forstmeteorologiske, jordbunnsklimatiske og spireøkologiske undersøkelser. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 108, Bind 28, s 429–526.

- Björkman, E. 1945. Studier över ljusets betydelse för föryngringens höjdtillväxt på norrländska tallhedar. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 34, s 497–542.
- Boratynska, K. 2007. Geographic distribution. I: Tjoelker, M G, A Boratynski & W Bugala (Eds): *Biology and Ecology of Norway spruce*, Forestry Sciences 78, s 23–36. Springer, Nederländerna.
- 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 foryngelsen. *Tidskrift for Skogbruk* 64, s 21–31.
- Butovitsch, V. 1938. Om granbarkborrens massförökning i södra Dalarna. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2.
- Børset, O. 1985. *Skogskjøtsel 1, Skogøkologi*, s 248. Landbruksforlaget, Oslo.
- Ebeling, F. 1979. Mera skog norr. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 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 förlag, Stockholm.
- 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, s 111–126.
- Elfving, B. 1992. Återväxtens etablering och utveckling till röjningstidpunkten. *Arbetsrapporter* 67, Inst f skogsskötsel, SLU.
- Eliasson, L, H Lageson & E Valinger. 2003. Influence of sapling height and temperature on damage to advance regeneration. *Forest Ecology and Management* 175, s 217–222.
- Ericson, B, T Johnson & A Persson. 1973. Ved och sulfatmassa från tall i orörda bestånd. *Rapporter och Uppsatser* 25, Inst f skogsproduktion, Skogshögskolan.
- Eriksson, G, A Jonsson & D Lindgren. 1973. Flowering in a clone trial of *Picea abies*. *Studia Forestalia Suecica* 110, s 39.
- Fahlvik, N, P M Ekö & N Pettersson. 2005. Influence of precommercial thinning grade. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20, s 243–251.
- Forslund, K-H. 1944. Något om djurlivets inverkan på barrskogens naturliga föryngring. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 42, s 366–376.
- Freij, J. 1990. Drettingemetoden – kombinerad plantering och naturlig föryngring under skärm. *Resultat* 6, Skogsarbeten.
- Fries, J. 1979. Naturlig föryngring inom Siljansfors försökspark. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 2, s 96–112.
- Gemmel, P. 1999. *Är det lönt att hjälplantera? I: Nu är det slut! Slutrapport från programmet för sydsvensk skogsforskning*, s 41. Inst f sydsvensk skogsvetenskap, SLU.
- 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, s 417–426.
- Glöde, D & Sikström, U. 2001. *Föryngring 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, s 71–83.
- Glöde, D & von Hofsten, H. 1999. Förnygringsresultat efter markberedning under högskärm av gran med Bräcke B390 och Huddig 960. *Arbetsrapport* 419. Skogforsk.
- Goulet, F. 1995. Frost heaving of forest tree seedlings: a review. *New Forests* 9, s 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, s 1815–1821.
- Granström, A. 1986. *Seed banks in forest soils and their role in vegetation succession after disturbance*, Doktorsavhandling. Inst f skoglig ståndortslära, SLU.
- Granström, A, O Ericsson & J Schimmel. 1995. Fröet, grodden och fienderna. *Skog & Forskning* 1, s 34–40.
- Gustavsson, K. 1989. *Rennäringen – En presentation för skogsfolk*. Skogsstyrelsens förlag.
- Hagner M. 2005. Naturkultur. Mats Hagners Bokförlag, Ume
- Hagner, M. 1962. Några faktorer av betydelse för rotmurklans skadegörelse. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* s. 245–270.
- Hagner, M & de Jong, A. 1982. Radsådd efter harvning. Rapport 127, Umeå universitet, Inst f skoglig produktionslära.
- Hagner, S. 1958. Om kott- och fröproduktionen i svenska barrskogar. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 47:8.
- Hagner, S. 1962. Naturlig förnygring under skärm. *Meddelande 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 förnygring. *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? *Work report* 337, Skogforsk.
- 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, s 193–203.
- Hannerz, M & Hånell, B. 1997. Effects on the flora in Norway spruce forests following clear-cutting and shelterwood cutting. *Forest Ecology and Management* 90, s 29–49.
- Hannerz, M, C Almqvist & R Hörnfeldt. 2002. Timing of seed dispersal in *Pinus sylvestris* stands in central Sweden. *Silva Fennica* 36:4, s 757–765.
- Hansson, L. 2002. Smågnagarskador på skogsförnygringar, *Fakta Skog* 15, SLU.
- 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 Tidskrift* 68, s 247–278.



- Hesselman, H. 1938. Fortsatta studier över tallens och granens fröspridning samt kalhyggets besåning. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt* 31.
- 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, s 129–138.
- Holt-Hanssen, K. 2002. Effects of seedbed substrates on regeneration of *Picea abies* from seeds. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17, s 511–521.
- Holt-Hanssen, K m fl. 2003. Performance of sown and naturally regenerated *Picea abies* seedlings under different scarification and harvesting regimens. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18, s 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, s 63–73.
- Håkansson, M & Larsson, M. 1998. *Skogsbrukets ekonomi*. LT förlag.
- Hånell, B. 1991. Förnyelse av gransumpskog på bördiga torvmarker genom naturlig förnygring under högskärm. *Rapporter* 32, Inst f skogsskötsel, SLU.
- Hånell, B. 1992. Skogsförnyelse på högproduktiva torvmarker genom naturlig förnygring under högskärm. *Rapporter* 34, Inst f skogsskötsel, SLU.
- Hånell, B & Ottosson-Löfvenius, M. 1994. Windthrow after shelterwood cutting in *Picea abies* peatland forests. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9, s 261–269.
- Hägglund, B & Lundmark, J-E. 1981. *Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem*. Skogsstyrelsen.
- Hörnberg, G, M Ohlson & O Zackrisson. 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, s 1015–1023.
- Ingelög, T. 1974. Vegetationsförändringar efter förnyelseingrepp. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1, s 91–103.
- Jeansson, E & Laestadius, L. 1981. Markberedning, naturlig förnygring och bestånds-förnygring vid återbeskogning i Sovjet. *Rapporter* 6, Inst f skogsskötsel, SLU.
- 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, s 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, s 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. *Rapport* 30, Avd f landskapsvård, SLU.
- Karlsson, C. 1995. Stormfällningen i Siljansfors. *Skog & Forskning* 3, s 52–56.
- Karlsson, C. 2000. Seed production of *Pinus sylvestris* after release cutting. *Canadian Journal of Forest Research* 30, s 982–989.
- Karlsson, C. 2001. Ny metod talar om när det är dags att markbereda. *Skogseko* 1, s 16–17.
- Karlsson, C. 2002. Skador och höjdtillväxt på tallplantor efter avverkning av fröträd. *Arbetsrapport* 1, Siljansfors försökspark, SLU.
- 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, s 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, s 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, s 183–191.
- Karlsson, C & Örlander, G. 2004. Naturlig förnygring av tall. *Rapport 4*, Skogsstyrelsen.
- 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), s 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.
- Kårén, O. 1997. Effects of air pollution and forest regeneration methods on the community structure of ectomycorrhizal fungi, *Silvestria* 33. Doktorsavhandling. Inst f skoglig mykologi och patologi, SLU.
- Laiho, O. 1987. Susceptibility of forest stands to windthrow in southern Finland. *Folia Forestalia* 706 (på finska med engelsk sammanfattning).
- Langvall, O & Örlander, G. 2001. Effects of pine shelterwoods on microclimate and frost damage to Norway spruce seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 31, s 155–164.
- Langvall, O, M Hannerz & U Nilsson. 2005. Räkna med frost – på webben, *Plantaktuellt* nr 3.
- Larsson, T. 1973. Smågnagskador på skogskulturer i Sverige 1900–1970. *Rapporter och uppsatser* 14, Inst f skogszoologi, Skogshögskolan.
- Lavsund, S. 2003. Skogsskötsel och älgskador i tallungskog. *Resultat* 6, Skogforsk.
- 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, J Raulo & T Pukkala. 1982. Prediction of the variations of the seed crop of Scots pine and Norway spruce. *Folia Forestalia* 537, s 1–60.
- Lekander, B. 1966. *Snytbaggeangrepp på en yta med självförnygrad tall i Vimmerbytrakten*. Stencil, Skogshögskolan, Stockholm.
- Lestander, T. 1984. Analyser av kott och frö från barrträd. *Information Skogsträdsförädling* 6.
- Lestander, T. 1987. Konsten att göra kott- och fröanalyser. *Intern rapport* 174. Institutet för skogsförbättring.
- Lexerød, N. 2001. Alternative skogbehandlingar – produksjon, virkeskvalitet, driftteknikk ekonomi. *Aktuelt fra skogforskningen* 4, Skogforsk.
- Lindelöw, Å. 1992. *Hylastes cunicularis* host orientation, impact of feeding in spruce plantations, and population sizes in relation to seedling mortality. Doktorsavhandling. Inst f entomologi, SLU.
- Lindgren, K, I Ekberg & G Eriksson. 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. *Redogörelse* 7, Skogforsk, 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, s 29–37.
- Lohmander, P & Helles, F. 1987. Windthrow probability as a function of stand characteristics and shelter. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2, s 227–238.
- Lundin, L. 1979. Kalhugningens inverkan på markvattenhalt och grundvattennivå. *Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära* 36, SLU.
- Lundin, L. 1999. Effects on hydrology and surface water chemistry of regeneration cuttings in peatland forests. *International Peat Journal* 9, s 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, s 1197–1201.
- Lundqvist, L & Valinger, E. 1995. Vind och snöskador – Slump och biomekanik. *Skog & Forskning* 3, s 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, s 299–303.
- Matthews, J D. 1994. *Silvicultural System*. Oxford University Press.
- Moberg, L. 2006. Predicting knot properties of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* from generic tree descriptors. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21, s 48–61.
- Mullarney, K, L Svensson & D Zetterström. 2004. *Fåglarna*. Albert Bonniers Förlag.
- Neckelmann, J. 1991. Erfaringer fra danske hugstforsøg, *Kort meddelelse fra Forskningscenteret* 75. Forskningscentret for skov & landskab.
- Niemistö, P, E Lappalainen & A Isomäki. 1993. Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protracted regeneration period. *Folia Forestalia* 826.
- Nilsson, U, G Örlander & M Karlsson. 2000. Naturlig förnygring av tall och anläggning av blandskog. *Arbetsrapporter* 23, Inst f sydsvensk skogsvetenskap, SLU.
- Nilsson, U, G Örlander & M Karlsson. 2006. Establishing mixed forests in Sweden by combining planting and natural regeneration – Effects of shelterwoods and scarification. *Forest Ecology and Management* 237, s 301–311.
- Nitare, J. 2000. *Signalarter – indikatorer på skyddsvärd skog. Flora över kryptogamer*. Skogsstyrelsens förlag.
- Norberg, G. 2000. Steam treatment of forest ground vegetation to improve tree seedling establishment and growth. *Silvestria* 170, Doktorsavhandling. Inst f skoglig vegetationsekologi, SLU.
- Nordlander, G, G Örlander & O Langvall. 2003. Feeding by the pine weevil *Hyllobius abietis* in relation to sun exposure and distance to forest edge. *Agricultural and forest entomology* 5, s 191–198.
- Nordlander, G, H Bylund, G Örlander & K Wallertz. 2003. Pine weevil population density and damage to coniferous seedlings in regeneration areas with and without shelterwood. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18, s 438–448.
- 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, s 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, s 60–65.
- Ohlson, M & Zackrisson, O. 1992. Tree establishment and microhabitat relationships in north Swedish peatlands. *Canadian Journal of Forest Research* 22, s 1869–1877.
- Ottosson-Löfvenius, M. 1993. *Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area*. Doktorsavhandling, Inst f skogsekologi, SLU.
- Ottosson-Löfvenius, M, M Kluge & T Lundmark. 2003. Snow and soil frost depth in two types of shelterwood and a clear-cut area. *Scandinavian Journal of Forest Research* 18, s 54–63.
- 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, s 43–52.
- Persson, A. 1977. Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall. *Rapporter och Uppsatser* 45. Inst f skogsproduktion, Skogshögskolan.
- Persson, A. & Andersson, R. 2004. Kombinationsmetoden – Går det att skapa blandskog? SLU, Inst. för sydsvensk skogsvetenskap, Alnarp, *Examensarbete* 49.
- Persson, H. 1980. Death and replacement of fine roots in a mature Scots pine stand. *Ecological Bullentins* 32, s 251–260.
- Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. *Rapporter och uppsatser* 23, Inst f skogsproduktion, Skogshögskolan.
- Persson, P. 1975. Stormskador på skog. *Rapporter och uppsatser* 36, Inst f skogsproduktion, Skogshögskolan.
- Petersson, M & Örlander, G. 2003. Combination of shelterwood, scarification, and seedling protection to reduce pine weevil damage. *Canadian Journal of Forest Research* 33, s 64–73.
- 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, s 64–73.
- Petersson, 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, *Rapport* 34, Inst f skogsproduktion, SLU.
- Piirainen, S. 2007. Carbon, nitrogen and phosphorus leaching after site preparation at a boreal forest clear-cut area. *Forest Ecology and Management* 243, s 10–18.
- Rebane, A. 2001. Root function and morphology of *Pinus sylvestris* seedlings and its application in forest renewal. *Rapport* 17. Licentiatavhandling, Inst f skogshushållning, SLU.
- Remröd, J. 1977. *Blomning, skötsel och fröproduktion i tallplantager*, Stencil. Institutet för Skogsförbättring.
- 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, s 7–16.
- 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*. Licentiatavhandling, Inst f skogsproduktion, SLU.

- Rosvall, O m fl. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. *Redogörelse 1*, Skogforsk.
- Rubner, K. 1932. Das ursprüngliche Areal der Fichte in Europa, *Beihefte zum Botanischen Centralblatt*. 49, s 396–407.
- Ruha, T & Varmola, M. 1997. Precommercial thinning in naturally regenerated Scots pine stands in northern Finland. *Silva Fennica* 31 (4), s 401–415.
- Sahlén, K. 1992. *Anatomical and physiological ripening of Pinus sylvestris L. seeds in northern Fennoscandia*. Doktorsavhandling, Inst f skogsskötsel, SLU.
- 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*. Doktorsavhandling. Inst f skoglig vegetationsekologi, SLU.
- Sikström, U. 1997. Avgång i skärmen och plantetablering vid förnygring av gran under högskärm – en surveystudie. *Arbetsrapport 369*, Skogforsk.
- Sikström, U & Glöde, D. 1996. Studie av en- och tvågreppsskördare i skärmhuggning. *Arbetsrapport 316*, Skogforsk.
- Sikström, U & Glöde, D. 2000. Damage to Picea abies regeneration after final cutting of shel-terwood with single- and double-grip harvester systems. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 274–283.
- Sikström, U & Pettersson, F. 2005. Förnygring av gran under högskärm – avgångar i skärmen, plantförekomst och planttillväxt. *Arbetsrapport 589*, Skogforsk.
- Sikström, U, F Pettersson & S Jacobsson. 2005. Naturlig förnygring av gran under högskärm. *Resultat 19*, Skogforsk.
- Simak, M. 1972. Låga temperaturers inverkan på embryoutvecklingen hos tallfrö (Pinus sylvestris L.). *Rapporter och Uppsatser* 36. Inst f skogsförnygring, Skogshögskolan.
- Simak, M. 1982. Analys av tall- och granfröets tekniska kvalitet och tillämpning av detta. *Arbetsrapport 3*. Inst f skogsskötsel, SLU.
- Skogsstyrelsen. 1992. *Kulturmiljövård i skogen*. Skogsstyrelsens förlag.
- Skogsstyrelsen. 1994. *Skogsvårdslagen*. Handbok.
- Skogsstyrelsen. 1999. *Grönare skog*.
- Skogsstyrelsen. 2000. *Den spännande sumpskogen – om Sveriges sumpskogar och dess själ*. Skogsstyrelsens förlag.
- Skogsstyrelsen. 2001. *Riks-Polytax-BARA R5/7. Instruktion för inventering vid återväxttaxeringstidpunkten*.
- Skogsstyrelsen. 2002. Skogsvårdsorganisationens utvärdering av skogspolitikens effekter – SUS 2001. *Meddelande 1*.
- Skogsstyrelsen. 2006. *Skogsvårdslagen, handbok*.
- Skogsstyrelsen. 2007. *Skogsstatistisk årsbok*.
- Skoklefald, S. 1967. Fristilling av naturlig gjenvekst av gran. *Meddelelser fra Det Norske Skogforsøksvesen* 23, s 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. *Rapport 6*, Norsk institutt for skogforskning.

- Skoklefald, S. 1992. *Naturlig foryngelse av gran och furu – En litteraturoversikt*. Norsk Institut for Skogforskning. Ås.
- Skoklefald, S. 1995. Spot scarification in a mountainous Scots pine forest in Norway, *Research Papers* 567, The Finnish Forest Research Institute, s 85–90.
- Smith, D M m fl. 1996. *The Practice of Silviculture*. John Wiley & Sons, New York.
- Steijlen, I, M C Nilsson & O Zackrisson. 1995. Seed regeneration of Scots pine in boreal for-est stands dominated by lichen and feather moss. *Canadian Journal of Forest Research* 25, s 713–723.
- Strömberg, C m fl. 2001. Förnygring av skog – metoder, åtgärder och resultat. *Rapport* 8D, Skogsstyrelsen.
- Sundkvist, H. 1993. *Forest regeneration potential of Scots pine advance growth in northern Sweden*. Doktorsavhandling, Inst f skogsskötsel, SLU.
- Sundkvist, H. 1994. Mortality of Pinus sylvestris advance growth in northern Sweden following overstorey removal. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9, s 158–164.
- Sylvén, H. 1916. Något om våra märgborrars skadegörelse och utvecklingsmöjligheter. *Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 14, s 667–695.
- Söderström, B. 2009. Effects of different levels of green- and dead-tree retention on hemiboreal forest bird communities in Sweden. *Forest Ecology and Management* 257, s 215–222.
- Söderström, V. 1979. *Ekonomisk skogsproduktion, del 1–3*, LT:s förlag, Stockholm.
- Taesler, R. 1972. *Klimatdata för Sverige*. Bygghögskolan.
- Thompson, S. 1981. Shoot morphology and shoot growth potential in 1-year-old Scots pine seedlings. *Canadian Journal of Forest Research* 11, s 789–795.
- Thorsén, Å, S Mattsson & J Weslien. 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, s 54–66.
- Troedsson, T & Utbult, K. 1974. Hydrologiska och markfysikaliska förändringar genom kalhuggning. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1, s 66–74.
- Tönnés, S, E Karjalainen, I Löfström & M Neuovone. 2004. Scenic impacts of retention trees in clear-cutting areas. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19, s 348–357.
- Uggla, E. 1957. Mark- och lufttemperaturer vid hyggesbränning samt eldens inverkan på vegetation och humus. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 74, s 443–500.
- Vaartaja, O. 1955. Factors causing mortality of tree seeds and succulent seedlings. *Acta Forestalia Fennica* 62.
- Wahlgren, A. 1922. *Skogsskötsel*. P A Norstedt & Söners förlag, Stockholm.
- Wallertz, K, G Örlander & J Luoranen. 2005. Damage by pine weevil Hylobius abietis to conifer seedlings after shelterwood removal. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20, s 412–420.
- Wennström, U. 2001. Direct seeding of Pinus sylvestris (L) in the boreal forest using orchard or stand seed, *Silvestria* 204. Doktorsavhandling. Inst f skogsskötsel, SLU.
- Wennström, U. 2002. Skogssådd med inblandning av plantagefrö ger bättre återväxt. *Resultat* 20, Skogforsk.
- Westerberg, D & Berg, S. 1994. Avverkning av överståndare. *Redogörelse* 10, Skogforsk.
- Westerberg, D & von Hofsten, H. 1996. Markberedning under skärm. *Resultat* 8. Skogforsk.

- Wilhelmsson, L, U Eriksson & Ö Danell. 1993. Produktion av förädlat frö. *Redogörelse* 3, s 17–23. Skogforsk.
- Winsa, H. 1995. *Effects of seed properties and environment on seedling emergence and early establishment of Pinus sylvestris L. after direct seeding*. Doktorsavhandling. Inst f skogsskötsel, SLU.
- 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, s 130–135.
- 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, s 367–375.
- von Teuffel, K, B Heinrich & M Baumgarten. 2004. Present distribution of secondary Norway spruce in Europé. I: Spiecker, H, J Hansen, E Klimo, J P Skovsgaard, H Sterba & K von Teuffel (eds). 2004. *Norway spruce conversion – options and consequences*. European Forest Institute Research Report 18, s 63–96. Brill, Leiden – Boston.
- Worrell, R. 1983. Damage by the spruce bark beetle in South Norway 1970–1980. *Meddelel-ser fra Norsk Institutt for Skogforskning* 38:6.
- Wretlind, J E. 1932. Om hyggesbränningarna inom Malå revir. *Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 49, s 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, s 1310–1319.
- Örlander, G. 1993. Shading reduces both visible and invisible frost damage to Norway spruce seedlings in the field. *Forestry* 66, s 27–36.
- Örlander, G. 1995. Stormskador i sydsvenska tallskärmar. *Skog & Forskning* 3, s 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 increment of *Picea abies* advance growth. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 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, s 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, s 341–354.
- Örlander, G, G Nordlander & K Wallertz. 2001. Extra food supply decreases damage by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16, s 450–454.
- Örlander, G, G Nordlander, K Wallertz & H Nordhem. 2000. Feeding in the crowns of Scots pine trees by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, s 194–201.