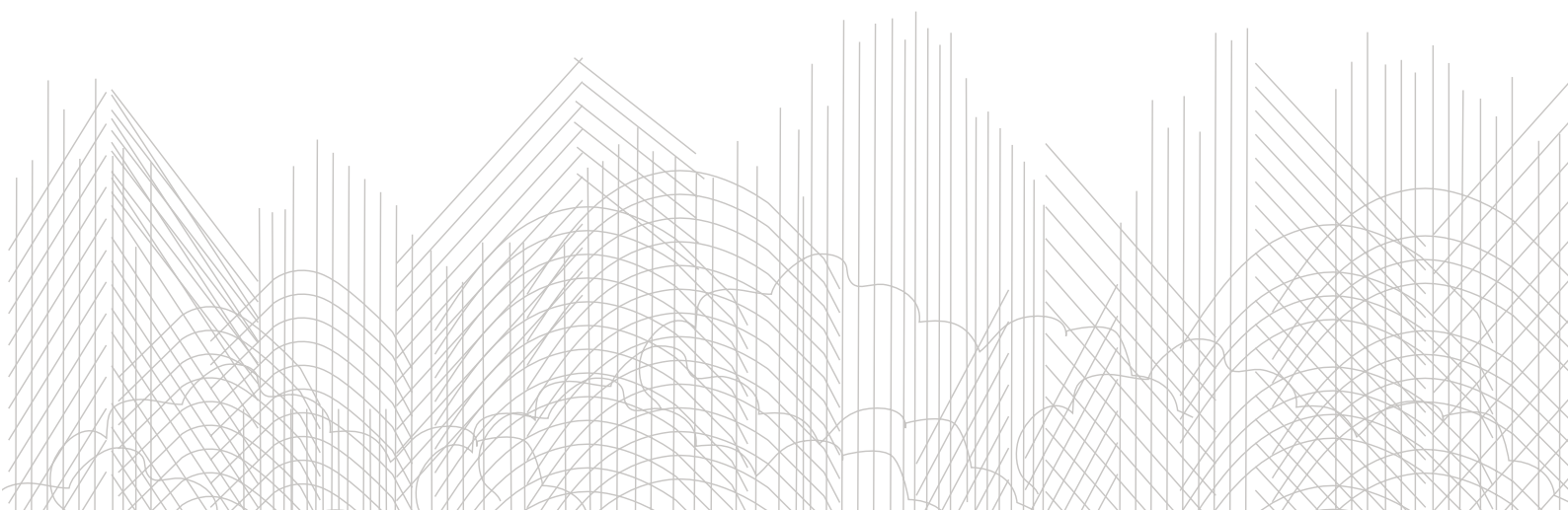


# RÖJNING



**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 föryngring av tall och gran
5. Sådd
6. *Röjning*
7. Gallring
8. Stamkvistning
9. Skötsel av björk, al och asp
10. Skötsel av ädellövskog
11. Blädningsbruk
12. Skador på skog
13. Skogsbruk – mark och vatten
14. Naturhänsyn
15. Skogsskötsel för rekreation och friluftsliv
16. Produktionshöjande åtgärder
17. Skogsbränsle
18. Skogsskötselns ekonomi
19. Skogsträdsförädling
20. Slutavverkning

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

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

### **Skogsskötselserien – Röjning**

Första upplagan, november 2007

Andra omarbetade upplagan, mars 2012

Författare:

Nils Pettersson, SkogDr i skogsskötsel (huvudförfattare)

Nils Fahlvik, SkogDr i skogsskötsel

Anders Karlsson, SkogDr, docent i skogsskötsel

© Nils Pettersson, Nils Fahlvik, Anders Karlsson och Skogsstyrelsen

Redaktör: Clas Fries

Typografisk formgivning: Michael Ernst, Textassistans AB

Grafisk profil: Louise Elm, Skogsstyrelsen

Diagrambearbetning och sättning: Bo Persson, Skogsstyrelsen

Foto omslag: Annalena Andersson

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

## Innehåll

Röjning.....	5
Röjning i andra skogsbrukssätt.....	6
Röjningsformer.....	7
Selektiv röjning.....	7
Enkelställning.....	7
Punktröjning/brunnröjning.....	8
Lövröjning.....	9
Vargröjning.....	9
Toppröjning.....	10
”Slarvröjning”.....	11
Schematisk (geometrisk) röjning.....	11
Stråkröjning.....	12
Effekter på trädet.....	13
Diametertillväxten.....	13
Virket.....	14
Höjdtillväxten.....	15
Stamform.....	15
Effekter på beståndet.....	17
Bladmängd och tillväxt.....	17
Volym i oröjda bestånd.....	17
Höjdsdiktning och diameterspridning.....	18
Selektiv röjning.....	19
Röjningsstyrkan.....	19
Röjningstidpunkten.....	21
Röjningstid under året.....	25
Stamvalet.....	25
Schematisk (geometrisk) röjning.....	27
Röjning av olika trädslag.....	28
Tallbestånd.....	28
Granbestånd.....	30
Contortabestånd.....	31
Lärkbestånd.....	32
Blandbestånd.....	32
Björk i barrträdsföreningar.....	32
Björkröjning för att gynna barrträd.....	34
Björkröjning för att bibehålla ett blandbestånd.....	39
Strategier för bibehållet blandbestånd.....	39
Heterogena ungskogar.....	40
Olika röjningsstrategiers effekter.....	40
Röjningsteknik.....	44
Manuell röjning.....	44
Motormanuell röjning.....	44
Mekaniserad (maskinell) röjning.....	45
Automatiserad röjning (robotröjning).....	46
Teknik för uttag av skogsbränsle.....	47
Kemisk röjning.....	48
Biologisk röjning.....	49

Skador i röjningsbestånd.....	50
Abiotiska skador .....	50
Snöskador.....	50
Frostskador.....	51
Vindskador .....	51
Biotiska skador.....	52
Närstående träd .....	52
Insekter.....	52
Svampar .....	54
Älg.....	57
Röjning för andra värden .....	60
Naturvård .....	60
Kulturmiljövård.....	60
Viltvård .....	61
Rennäring.....	61
Röjningens ekonomi .....	62
Röjningskalkyl .....	62
Skogsbränsle och röjning.....	64
Skogsbränsleuttag i sena röjningar .....	64
Röjningsprogram för högre virkesuttag .....	64
”Röjningsregimer” .....	66
Röjningshistoria .....	67
Metoder och redskap.....	67
Röjningens omfattning.....	68
Lagstiftningen .....	68
Kostnadsutvecklingen.....	69
Litteratur .....	71

# RÖJNING

**Allmänt.** Röjning är en skogsvårdsåtgärd som fördelar tillväxtresurserna på ett mindre antal stammar. Normalt tas inte virket tillvara.

**Röjningsformer.** I trakthyggesbruk används selektiva metoder och i undantagsfall schematiska (eller geometriska) metoder.

**Trädet.** Röjning påverkar de kvarvarande träden påtagligt. Diametertillväxten ökar, grenarna blir grövre, trädet blir stabilare. Barrvirke som bildas under några år efter röjningen blir mjukare. Höjdtillväxten påverkas inte.

**Beståndet.** Röjningsstyrka, röjningstidpunkt och stamval påverkar diameterfördelningen och trädslagsfördelningen. Tidig och hård röjning ger mer grovt virke, men sämre kvalitet. Sen och svag röjning kan ge positiv kvalitetsdaning, men stamvalet kan begränsas.

**Olika trädslag.** Tallbestånd är känsliga för överskärning och lövröjning måste ske i tid. Intensiva kvalitetsröjningsprogram i fina självföryngringar och sådder av tall kan ge höga värden i framtiden. Planterade granbestånd och contortabestånd behöver sällan röjas annat än från lövuppslag och självföryngrade barrplantor. Röjning av blandbestånd kräver tydlig målsättning.

**Teknik.** Idag är motormanuell röjning med buren röjsåg den helt dominerande tekniken, men försök att utveckla en mekaniserad (maskinell) röjning pågår. Maskinella metoder lämpar sig särskilt till röjning för uttag av skogsbränsle.

**Skador.** Unga skogar kan drabbas av olika skador. Dessa skaderisker bör beaktas såväl vid beståndsanläggning som vid röjning. I många fall påverkar skaderiskerna när (tidpunkt) och hur röjning bör utföras.

**Andra skötsel mål.** Röjning är en effektiv åtgärd för att tillgodose exempelvis naturvård, kulturminnesvård, viltvård och rennäring.

**Ekonomi.** Röjning är en investering som ger en långsiktig effekt på beståndets ekonomi.

**Skogsbränsle.** En hållbar skogsskötsel där skörd av skogsbränsle ur ungsogar ingår, fordrar särskilda skötselprogram och ny avverkningsteknik. Näringskompensation kan bli nödvändig för att inte den framtida tillväxten skall minska.

**Röjningsregimer.** Röjning måste betraktas som en del i ett system av åtgärder för att nå ett mål. Målen – och därmed röjningsregimerna – är olika för olika skogsägare och intressenter.

Röjning förknippas i första hand med trakthyggesbruk och i den fortsatta texten förutsätts att röjningen görs inom trakthyggesbrukets ramar och de resultat som redovisas gäller endast då dessa tillämpas. Trakthyggesbruket strävar mot skogsbestånd med utjämnad ålder och höjd hos träden och att trängseln bland likstora individer danar sådana virkesegenskaper som efterfrågas på den sedvanliga virkesmarknaden.

**Definition<sup>1</sup>.** Den gängse betydelsen av röjning är:

*Beståndsvårdande utglesning av plant- och ungskog utan att gagnvirket tas tillvara.*

*Under senare tid har detta tillägg gjorts: Röjningsavfallet kan dock under vissa omständigheter tas tillvara som biobränsle.<sup>2</sup>*

Skillnaden mot gallring är att virket inte tas tillvara vid röjning, utan lämnas kvar i skogen. Under senare år har dock skillnaden mellan gallring och röjning blivit mindre tydlig, eftersom man i ”normala” röjningsingrepp ibland skördar energiråvara. I praktiskt språkbruk brukar alltså sena röjningar där skogsbränsle tillvaratas hänföras till röjningsåtgärden. Ofta sammanfaller en skörd av grövre träd med en röjning av de klenare stammarna som inte tas tillvara.

Röjning i trakthyggesbruk gör beståndet mer homogent och danar värdefullt virke med önskade egenskaper. Detta blir möjligt genom att röjningen

- ger större dimension på träden
- ger vitalare och mer motståndskraftiga träd
- förbättrar beståndets stabilitet
- gynnar rätt trädslag för marken
- gynnar träd med önskade egenskaper.

Röjningens utförande beror på skötselns mål i beståndet, men i de flesta fall är röjning en investering för att skapa hög framtida avkastning. Den totala produktionen av virke blir normalt inte större i ett röjt bestånd än i ett oröjt, men den blir värdefullare.

## Röjning i andra skogsbrukssätt

Röjning ingår även i andra skogsbrukssätt som en aktiv åtgärd till exempel i tätortsnära skogsbruk, landskapsvårdande skogsbruk och hyggelösa skogsskötselssystem med selektiv avverkning. Men där har röjningen andra syften och effekter.

Vid stamvis blädning är det sällan motiverat med röjning men kan vid mycket kraftig inväxning vara nödvändig.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Den formella definitionen av röjning är ”beståndsvårdande utglesning av skog, ej avseende uttag av virke”. Anon. 1994. TNC 96 Skogsordlistan. Sveriges skogsvårdsförbund och Tekniska nomenklaturcentralen.

<sup>2</sup> Håkansson, M. 2000. (Redaktör.) Skogencyklopedin. Sveriges Skogsvårdsförbund. (Skogencyklopedin är även digitalt tillgänglig på [www.skogforsk.se/Kunskap Direkt/Skogencyklopedin](http://www.skogforsk.se/Kunskap/Direkt/Skogencyklopedin).)

<sup>3</sup> Se Skogsskötselserien del 11 ”Blädningbruk”.

## Röjningsformer

Röjningen kan utföras enligt olika metoder, så kallade röjningsformer. Dessa kan indelas i *selektiva* metoder och *schematiska* (eller *geometriska*) metoder. Man kan också tänka sig kombinerade röjningsformer där till exempel en selektiv röjning utförs efter en schematisk.

- Selektiv röjning innebär att egenskaperna hos träden avgör vilka stammar som lämnas.
- Schematisk röjning innebär att trädens placering bestämmer vilka stammar som lämnas.

De selektiva metoderna har varit och är fortfarande de helt dominerande i Sverige.

### **Selektiv röjning**

I selektiv röjning är det trädindividernas egenskaper som avgör om ett träd gynnas (positiv selektion) eller tas bort (negativ selektion).

När positiv selektion tillämpas, utser man potentiella sk huvudstammar och nyttiga bistammar, som skall utgöra beståndet i fortsättningen. Resten av stammarna avverkas eller lämnas om de bedöms att inte påverka huvudstammar eller nyttiga bistammar negativt.

När negativ selektion tillämpas, utser man överflödiga och skadade stammar och röjer bort dessa medan resten får stå kvar.

De vanligaste selektiva röjningarna är enkelställning, punktröjning, lövröjning och vargröjning. Till dessa kan läggas en metod som kallas toppröjning.

### **Enkelställning**

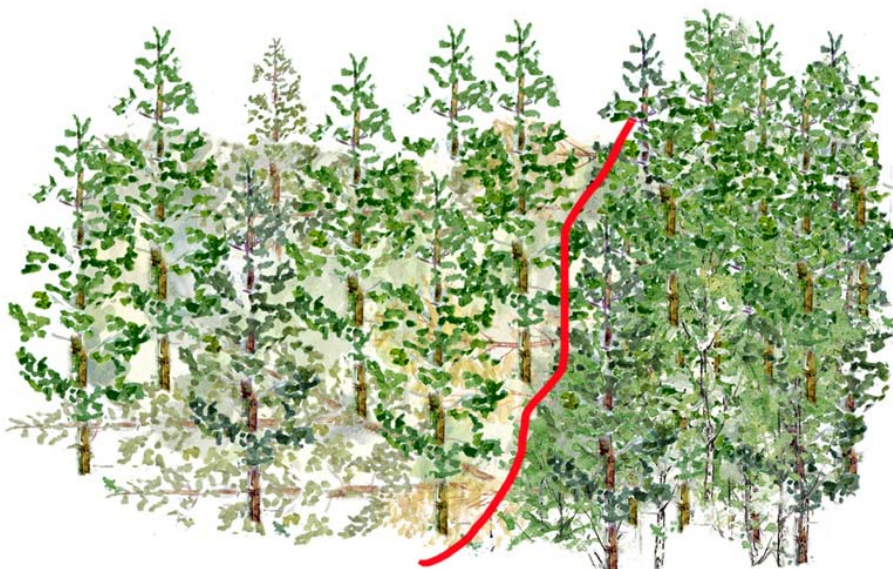
Enkelställning är den vanligaste röjningsformen och innebär att de gynnade stammarna ställs i ett någorlunda regelbundet förband<sup>4</sup>. Enkelställning kan utföras som plantröjning<sup>5</sup> då träden är lägre än 1,3 m (så kallad *brösthöjd*) eller som ungskogsröjning då träden är högre än 1,3 m. Plantröjning kan vara en nödvändig åtgärd i naturliga föryngringar och sådder. Vanligen sker dock enkelställning när träden är 2–6 m höga. Ju senare träden enkelställs, desto mer biomassa kommer att röjas bort och desto mindre biomassa kommer de kvarstående träden att ha byggt upp. Ju tidigare träden enkelställs, desto snabbare ökar de sin diameter.

Resultatet av enkelställning blir ett bestånd av jämnt fördelade och ungefär lika stora träd.

<sup>4</sup> Förbandet anger plantornas eller trädens avstånd från varandra. Det är vanligast med kvadratförband. I sällsynta fall används rektangel- och triangelförband. Förbandet beräknas utifrån önskat stamantal per hektar.

<sup>5</sup> Se *Skogsskötselserien* del 3 ”Plantering av barrträd”, del 4 ”Naturlig föryngring av tall och gran” och del 5 ”Sådd”.





*Figur R1* Enkelställning av tallbestånd. Oröjt bestånd till höger om linjen.  
Illustration Bo Persson.

### Punktröjning/brunnsröjning

Punkt- eller brunnsröjning innebär att man bara väljer att gynna ett begränsat antal huvudstammar. Runt varje huvudstam röjer man en ”brunn”, dvs ett ringformigt begränsat område, och lämnar resterande bestånd oröjt. Brunnsens storlek beror på huvudstammens trädslag, men brukar variera mellan 1 och 2 m i diameter.

Punktröjning används huvudsakligen i plantskog om det finns risk för att stubbskott eller rotskott av lövträd hinner växa upp och förbi huvudstammarna igen efter röjningen.<sup>6</sup> Punktröjningen kräver ofta ytterligare en röjning för att huvudstammarna inte skall hämmas för mycket.<sup>7</sup>



*Figur R2* Punktröjning i granbestånd. Oröjt bestånd till höger om linjen.  
Illustration Bo Persson.

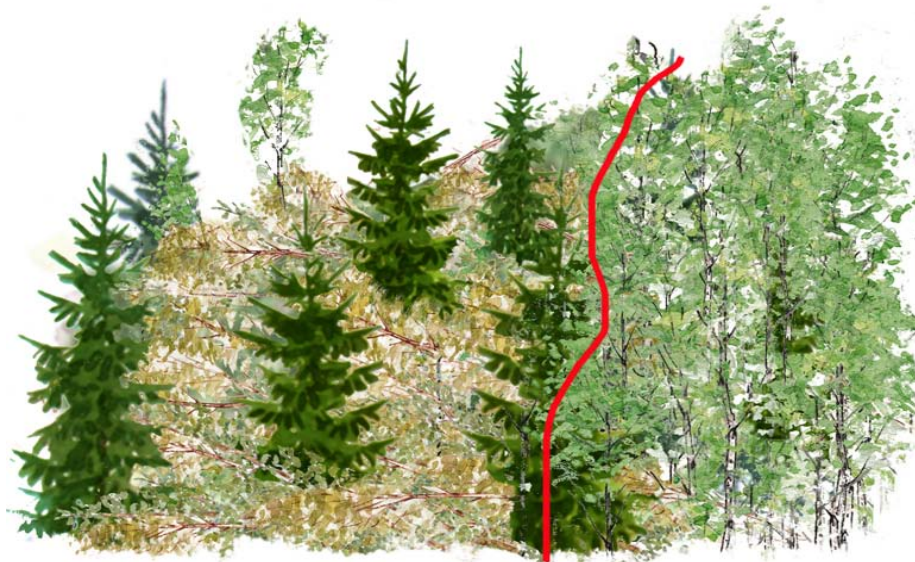
<sup>6</sup> Se även s 31.

<sup>7</sup> Fällman, K. 2005. Aspects of precommercial thinning. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2005:90.



## Lövrövning

Lövrövning innebär att man avlägsnar sådana lövstammar som hämmar barrträdens utveckling.<sup>8</sup> Barrträden lämnas huvudsakligen oröjda. I lövröjda bestånd följer ibland en enkelställning efter några år för att reglera produktionsförbandet<sup>9</sup> av barrträd.



*Figur R3* Lövrövning i planterat granbestånd. Oröjt bestånd till höger om linjen. Illustration Bo Persson.

## Vargrövning

Vargrövning innebär att man röjer bort träd som är starkt förväxande, grovkvistiga och bredkroniga. Sådana träd kallas vargar och hämmar träd med bättre egenskaper i dess närhet. Vargar utvecklas framförallt i självföryngringar av framförallt tall och bok men kan också uppträda i sådder och planteringar. Oftast är vargarna något äldre och har fått möjlighet att utvecklas fritt.

En vargrövning kan göras i samband med andra rövningar, till exempel enkelställning, men kan också göras i ett tidigt skede för att skapa förutsättningar för ett jämnare bestånd.

<sup>8</sup> Se även s 28, ”Björk i barrträdsföryngringar”.

<sup>9</sup> Produktionsförbandet anger avståndet mellan stammarna efter slutförda rövningar och avser de träd som är tänkta att senare ge gagnvirke.



Figur R4 Vargröjning i självföryngrat tallbestånd. ”Vargarna” är markerade med ett kryss över stammen. Illustration Bo Persson.

## Toppröjning

Toppröjning innebär att man kapar eller bryter röstammarna högre upp än vid traditionell röjning med röjsåg. Metoden finns tidigt beskriven i svensk och utländsk litteratur.<sup>10, 11</sup>

Teoretiskt har metoden flera fördelar:<sup>12</sup>

- Röstammarna utövar en kvalitetsdanande konkurrens mot huvudstammarna.
- Ny och rationell röjningsteknik kan utvecklas.
- Röstammarna producerar attraktivt foder för till exempel älg, vilket kan minska betesskadorna på huvudstammarna.

Till nackdelarna hör att man måste återkomma med ytterligare röjningar om röstammarna växer ikapp och förbi huvudstammarna. De toppröjda stammarna bör helst bli så undertryckta att de dör (självgallras) och inte utgör hinder vid första gallring, såvida man inte planerar för att ta ut ett skogsbränslesortiment.

<sup>10</sup> af Zellén, J.O. 1904. *Den nya lagstiftningen angående vård af enskildes skogar med kommentarier jämte anvisningar för skogarnas skötsel*. P A Norstedt & söners förlag. Stockholm.

<sup>11</sup> Wagenknecht, H.E. & Henkel, W. 1962. *Rationelle Dickungspflege*. Neumann verlag, Radebeul, Berlin.

<sup>12</sup> Karlsson, A. & Albrektson, A. 2000. Height Development of *Betula* and *Salix* Species Following Precommercial Thinning at Various Stump Heights: 3-Year Results. *Scand. J. For. Res.* 15, s 359–367.



Figur R5 Toppröjning i ett björkbestånd. Stammarna är brutna i midjehöjd. Foto Nils Pettersson.

### ”Slarvröjning”

”Slarvröjning” består av en vargröjning som kombineras med en snabb röjning av täta grupper. Målet är att så billigt som möjligt ge bättre förutsättningar för bra beståndsutveckling än vad oröjda bestånd har.

”Slarvröjning” är en extensiv röjningsform som börjat tillämpas på grund av de höga kostnaderna för röjning och det stora röjningsbehovet. Erfarenheterna av ”slarvröjning” är begränsade, men röjningsformen fordrar sannolikt ytterligare en röjning eller en tidig röjningsgallring.

### **Schematisk (geometrisk) röjning**

I schematisk röjning är det trädets placering som avgör om trädet sparas medan trädets egenskaper inte beaktas. Det är därför rimligt att anta att både produktion och kvalitet blir sämre vid schematisk röjning eftersom många bättre stammar blir tvångsavverkade och markens produktionspotential inte utnyttjas helt.<sup>13</sup>

Röjningsformen innebär att regelbundna stråk röjs i beståndet. Det kan vara korridorer i naturligt föryngrade bestånd (*gatröjning* eller *korridoröjning*) eller plantrader i planterade bestånd (*radröjning*). Metoden lämpar sig särskilt vid mekaniserad röjning.

<sup>13</sup> Pettersson, F. 2001. Effekter av olika röjningsåtgärder på beståndsutvecklingen i tallskog. SkogForsk. Redogörelse nr 4.





*Figur R6* Schematisk röjning i självföryngrat tallbestånd. Röjda stråk markerade, däremellan oröjt. Illustration Bo Persson.

## Stråkröjning

Stråkröjning är en form av korridoröjning. I samband med utvecklingsarbete av röjningsmaskiner har metoden modifierats så att schematisk, maskinell röjning av 2–2,5 m breda stråk kombineras med motormanuell, selektiv röjning av mellanzonerna (trädkulisserna), vars bredd kan varieras mellan ca 4 och 8 m beroende på beståndets stamantal.<sup>14</sup> Denna variant av stråkröjning är första i hand tänkt att tillämpas i stamrika (> 5000 stammar per ha) ungskogar. Metoden ger även möjlighet att göra ett effektivt uttag av skogsbränsle redan i röjningsfasen.<sup>15</sup>

Schematiska eller geometriska röjningsformer är ännu inte så vanliga i barrungskogar i Sverige, men förväntas öka om mekaniseringen av röjningen framskrider.<sup>16</sup>

I *bokföryngringar*, som kan var mycket täta, används stråkröjning ofta som en första röjning. Man gör då smala gator med regelbundna avstånd för att öppna bestånden.

<sup>14</sup> Bergkvist, I. & Nordén, B. 2004. Stråkröjning billigare och effektivare än selektiv röjning. Skogforsk. *Resultat* nr 20.

<sup>15</sup> Se även s 42, ”Teknik för uttag av skogsbränsle”.

<sup>16</sup> Bergkvist, I. & Nordén, B. 2005. Geometrisk röjning i stråk – maskinstudier av tre maskinkoncept i stråkröjning. Skogforsk. *Arbetsrapport* 588.

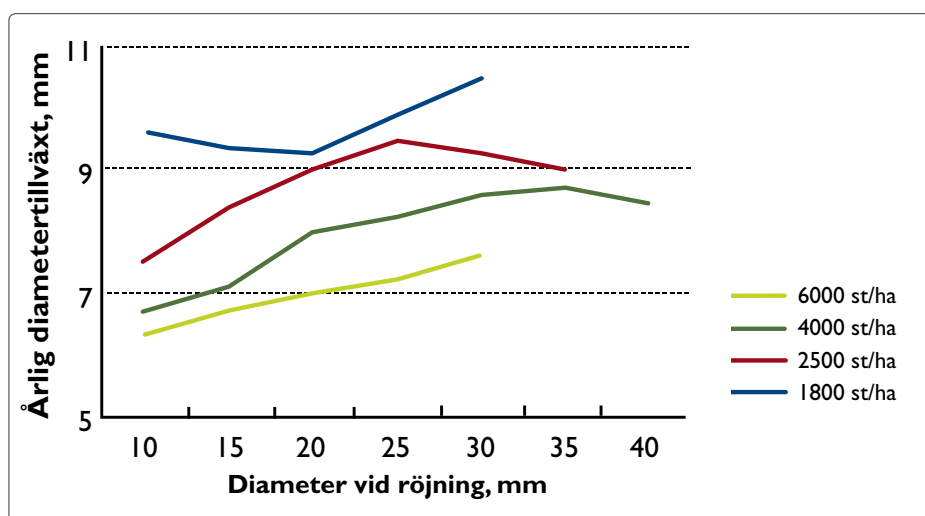
## Effekter på trädet

**Röjning påverkar de kvarvarande träden. Diametertillväxten ökar, grenarna blir grövre, trädet blir stabilare och virket som bildas under några år efter röjningen blir mjukare. Det enda som inte påverkas är höjdtillväxten.**

Röjning i ett bestånd minskar konkurrensen och ger ett ökat utbud av ljus, näring och vatten. De röjda träden som lämnas på marken förmultnar och näringsämnen som varit bundna i dem frigörs. Den ökade instrålningen gör att marken värms upp tidigare under våren och näring frigörs under längre tid och i större mängd än i täta bestånd.<sup>17</sup> Detta resulterar i en ökad tillväxt av krona, stam och rot hos de kvarvarande träden. Den ökade barmängden i kronan gör att trädet kan tillgodogöra sig mer solenergi och den ökade rotmängden ger trädet högre kapacitet att ta upp vatten och näring.

### Diametertillväxten

Röjningen påverkar vanligen trädens diametertillväxt. Diameterökningens storlek hos det enskilda trädet är beroende av röjningsstyrkan<sup>18</sup> och hur grovt trädet var vid röjningstillfället (figur R7). En svag röjning medför en betydligt långsammare diametertillväxt än en stark röjning.



Figur R7 Årlig diametertillväxt i brösthöjd under 8 år efter röjning för olika grova träd vid röjningstillfället och för olika röjningsstyrkor (antal kvarlämnade stammar per hektar). Data kommer från ett tallförsök i Hälsingland på medelgod bonitet.<sup>19</sup>

<sup>17</sup> Lundmark, J.-E. 1988. *Skogsmarkens Ekologi del 2*. Skogsstyrelsen.

<sup>18</sup> Se s 15, "Röjningsstyrkan".

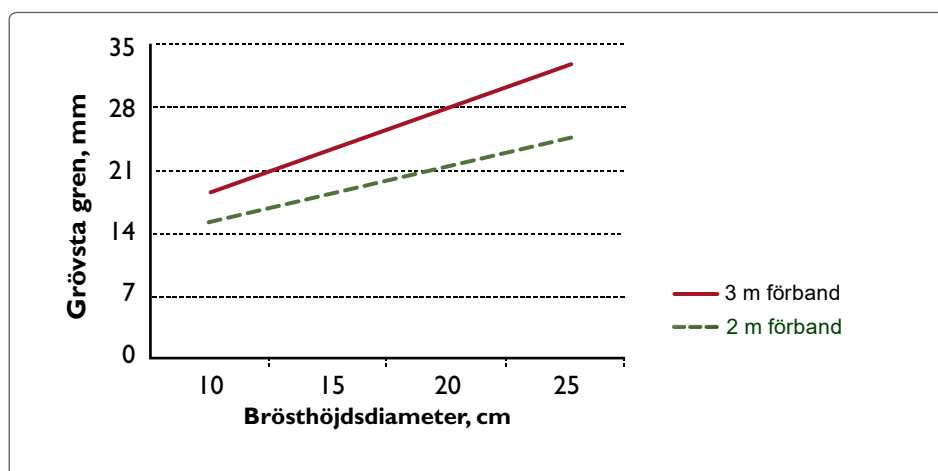
<sup>19</sup> Andersson, S.-O. 1976. Några resultat av försök med tidig röjning. *Stencil*, Skogshögskolan.



Större diametertillväxt och årsringsbredd är en positiv effekt som ger ett stabilt och vitalt träd som är mer motståndskraftigt mot både insektsangrepp och yttre påverkan, till exempel snötryck<sup>20</sup>.

För barrträden är emellertid en snabb diametertillväxt inte enbart positiv, utan kan få negativa konsekvenser för virkeskvaliteten:

- De breda årsringarna i unga år medför att mängden juvenilved<sup>21</sup> ökar i barrträden.
- Kvistgrovleken blir större vid glesare förband (figur R8).
- Densiteten blir lägre hos barrvirket.



Figur R8 Sambandet mellan planteringsförband och diametern på grövsta gren.<sup>22</sup> Ju grövre stam och glesare förband, desto grövre blir kvisten.

## Virket

Många virkesegenskaper är annorlunda i den tidigt bildade juvenilveden hos barrträd. Bland annat är densiteten lägre i juvenilved än i mogen ved. Densiteten påverkar såväl hållfasthet, cellulosahalt som torkningsegenskaper hos virket (figur R9). För de flesta användningsområden av virket är det alltså bra att begränsa mängden ungdomsved i barrträd. Det kan man göra genom att hålla ungskogen någorlunda tät. Det är därför av stor betydelse hur och när röjningen utförs.

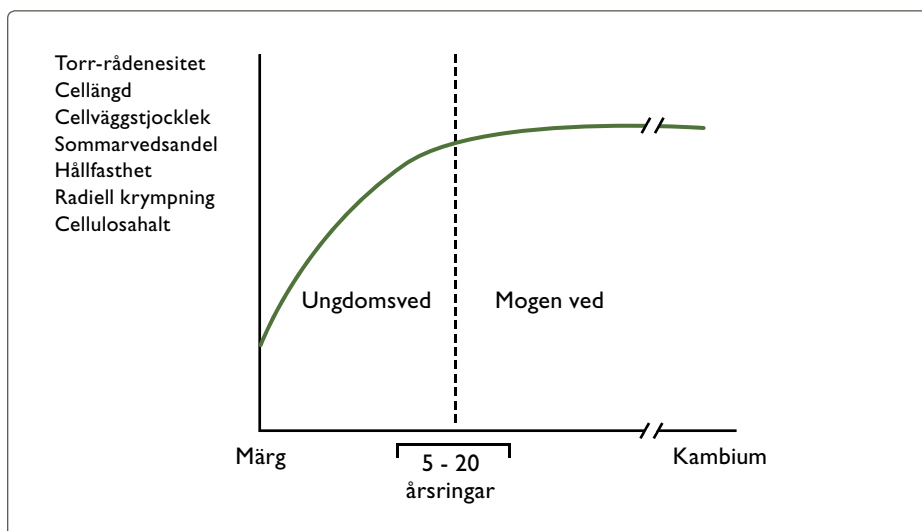
Juvenilved bildas även i lövträd, men där är skillnaden mindre mellan juvenil och mogen ved och problemen också mindre.<sup>23</sup>

<sup>20</sup> Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och uppsatser* Nr 23.

<sup>21</sup> Juvenilved är ved som bildas under de första 15–20 åren och har andra egenskaper än den mogna veden (Törnqvist, T: *Rapport 10*, Inst f Skog-Industri-Marknad Studier, SLU. 1990).

<sup>22</sup> Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och uppsatser* Nr 23.

<sup>23</sup> Ståhl, E. & Pettersson, N. 2007. Björk som råvara – egenskaper, virkesförråd, produktion och utnyttjande. Högskolan Dalarna, avd. för träteknologi. *Rapport 30*.



Figur R9 Principiell bild av hur några vedegenskaper förändras från märg till innerbark (kambium) i barrved.<sup>24</sup> Andelen ungdomsved kan regleras med hjälp av beståndets täthet under de första 15–20 åren.

## Höjdtillväxten

Röjningsförbandet påverkar normalt inte höjdtillväxten. Vid de vanligen använda röjningsmetoderna och förbanden har man i flera undersökningar inte kunnat påvisa någon mätbar påverkan på höjdtillväxten.

Under vissa omständigheter, till exempel överskärning, hålls höjdtillväxten tillbaka. En röjning i sådana bestånd kan resultera i att även höjdtillväxten ökar.

## Stamform

Trädens form uttryckas ofta som en kvot mellan trädhöjden och stammens brösthöjdsdiameter. Trädformen kan påverkas av olika faktorer varav trängsel är en. Eftersom höjdtillväxten i allmänhet är opåverkad av röjning medan diametertillväxten är påverkad både av röjningsförbandet och av tidpunkten för röjning<sup>25</sup> så blir följden att även stamformen blir påverkad av röjningen. Nya forskningsresultat påvisar att effekten av röjning på stamformen är störst bland de klenare träden medan träd i grövre diameterklasser förefaller vara mindre påverkade.<sup>26</sup>

<sup>24</sup> Bendtsen, B.A. 1978. Properties of wood from improved and intensively managed trees. *Forest Products Journal* 28:10, s 61–72.

<sup>25</sup> Ahnlund Ulverona, K. 2011. Effects of Silvicultural Treatments in Young Scots pine-dominated Stands on the Potential for Early Biofuel Harvests. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2011:79.

<sup>26</sup> Ahnlund Ulverona, K. 2011. Effects of Silvicultural Treatments in Young Scots pine-dominated Stands on the Potential for Early Biofuel Harvests. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2011:79.

Även andra faktorer inverkar på stammens form, till exempel olika former av mekanisk stress som exempelvis vindpåverkan<sup>27</sup>.

Stamformen kan beskrivas i funktionsform där man förutom mätbara variabler som trädhöjd och brösthöjdsdiameter även för in konstanter för stammens form.<sup>28,29</sup> Det finns även funktioner som uppskattar massan av trädens grenar och barr.<sup>30,31</sup>

<sup>27</sup> Valinger, E., Lundqvist, L. & Sundberg, B. 1995. Tallarna minns vintern – växer mer efter snörika och blåsiga vintrar. SLU. *Fakta Skog* nr 19.

<sup>28</sup> Andersson, S.-O. 1954. Funktioner och tabeller för kubering av småträd. *Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt*, 44:12.

<sup>29</sup> Brandel, G. 1990. Volymfunktioner för enskilda träd. SLU, inst. för skogsproduktion *Rapport 26*.

<sup>30</sup> Marklund, L.-G. 1987. Biomassafunktioner för gran (*Picea abies* (L.) Karst) i Sverige. SLU. inst. för skogstaxering. *Rapport 45*.

<sup>31</sup> Ahnlund Ulverona, K. 2011. Effects of Silvicultural Treatments in Young Scots pine-dominated Stands on the Potential for Early Biofuel Harvests. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2011:79.

## Effekter på beståndet

**Röjningsstyrka, röjningstidpunkt och stamval påverkar höjdfördelningen och trädslagsfördelningen. Tidig och hård röjning ger mer grovt virke, men kvaliteten blir sämre. Sen röjning kan medföra en positiv kvalitetsdaning, men stamvalet begränsas om man väntar länge med röjningen.**

**Schematisk röjning kan vara ett alternativ, även om både produktion och kvalitet blir sämre, eftersom många goda stammar tas bort i de röjda stråken.**

Den drivande processen i trädets tillväxt är fotosyntesen, där solljuset används för att omvandla vatten och koldioxid till kolhydrater, som är en viktig komponent i trädets tillväxt. Tillväxten i ett skogsbestånd är alltså starkt korrelerad till mängden absorberat ljus under vegetationsperioden.

### Bladmängd och tillväxt

Ljushöjden som kan tas upp är i sin tur beroende av mängden blad eller barr som träden har. Bladmängden brukar anges med ett ”bladyteindex”, LAI (*Leaf area index*)<sup>32</sup>, som varierar med trädslag och bonitet.

Pionjärträdslagen tall och björk bygger snabbt upp sin barr- och bladmassa medan sekundärträdslandet gran gör det långsammare. I gengäld kan granar bära en större barrmängd.<sup>33</sup>

En röjning innebär att man tillfälligt sänker LAI och tillväxten minskar tills beståndet åter slutit sig. Under denna period har alltså träden inte bladkapacitet att utnyttja allt tillgängligt ljus för sin fotosyntes. Hårda röjningar gör alltså att det tar längre tid för beståndet att komma upp i maximal tillväxt.

Ju bördigare en ståndort är desto större bladmängd har träden möjlighet att försörja med näring. LAI kan alltså bli högre på marker med hög bonitet. För skogsskötselns del medför det att vi kan hålla tätare bestånd på bördiga marker utan att förlora i dimensionstillväxt.

### Volym i oröjda bestånd

En ungskog som inte röjs kan, jämfört med en ungskog som röjts konventionellt genom sin stora bladmängd, uppnå hög total volym av stam, grenar, blad och barr. I en försöksserie i norra Sverige uppmättes den totala volymen ovan mark till i medeltal ca 130 m<sup>3</sup>f per hektar på de oröjda försöksytorna vid totalåldern 25–30 år och 10–11 m övre höjd.<sup>34</sup> På försöksytor som röjts till 3000 stammar per hektar var volymen ca 90 m<sup>3</sup>f per hektar, dvs ungefär två tredjedelar jämfört med på de oröjda ytorna. Med omfattande kvävegödsling erhöles volymerna ca 160 och ca 100 m<sup>3</sup>f på de oröjda respektive röjda försöksytorna.

<sup>32</sup> LAI är ett mått på hur mycket bladarean är i relation till markarean. Exempel:

Är bladarean 40 000 m<sup>2</sup> på 1 ha är LAI = 4 (40 000 m<sup>2</sup>/10 000 m<sup>2</sup>).

<sup>33</sup> Cannell, M.G.R. 1989. Physiological basis of wood production: A review. *Scand. J. For. Res.* 4, s 459–490.

<sup>34</sup> Ahnlund Ulverona, K. 2011. Effects of Silvicultural Treatments in Young Scots pine-dominated Stands on the Potential for Early Biofuel Harvests. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2011:79.

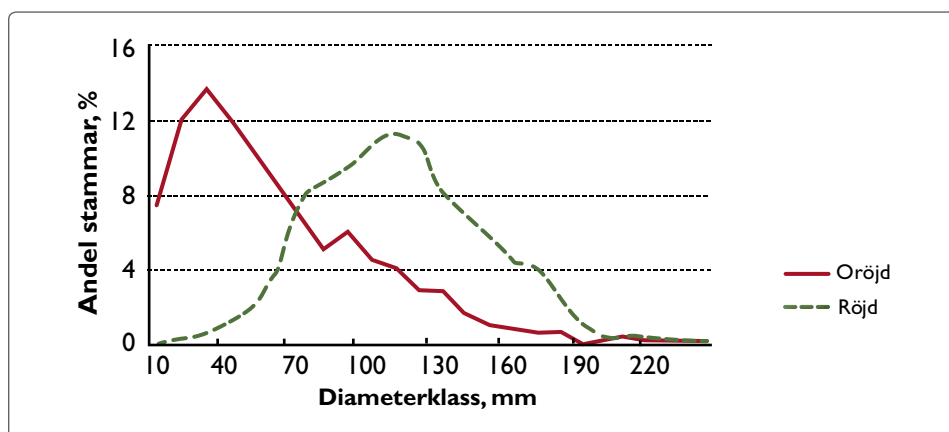
Oröjda bestånd eller bestånd som röjts endast svagt kan tack vare sina stora mängder biomassa vara intressanta för skörd av skogsbränsle. Den framtida utvecklingen i täta bestånd som glesas ut första gången vid ca 10 m höjd är emellertid inte ordentligt undersökt och den större risken för snöbrottsskador i ett öröjt bestånd måste alltid beaktas.

### Höjdsiktning och diameterspridning

En traditionell röjning jämnar ut skillnaderna mellan träden i beståndet, så att mer jämbördiga träd samsas om tillväxtresurserna.

**Höjdsiktning.** I ett tätt ungskogsbestånd som inte röjs kommer träd av olika grovlek och höjd att utvecklas, vilket leder till att beståndet skiktas. Ett mindre antal stora trädindivider kommer så småningom att dominera över ett stort antal små träd.

**Diameterspridning.** Diameterfördelningen i ett öröjt bestånd blir skev och asymmetrisk jämfört med ett röjt bestånd. Mätningar av tallbestånd i södra Norrland och Mellansverige visar till exempel att merparten av träden i den öröjda delen av bestånden är klena och har låg medeldiameter vid första gallringstillfället (ca 12 m övre höjd) (figur R10). Diameterfördelningens topp är där starkt förskjuten mot de klenare diameterklasserna. Den öröjda delen av samma bestånd har mer normalfördelad diameterspridning med ungefär lika många större som mindre träd och med en betydligt större medeldiameter.



Figur R10 Diameterfördelning (i brösthöjd) i öröjda och röjda naturligt förnygrade tallbestånd vid tidpunkt för första gallring.<sup>35</sup> De öröjda bestånden var täta med stamtal mellan 10 000 och 30 000 per ha. De röjda bestånden var röjda till 2 500 st/ha.

<sup>35</sup> Medeltal av de öröjda och till 2 500 st/ha röjda avdelningarna i försök nr 953, 954, 957, 970, 975, 983 ingående i SLU:s långliggande försöksserie. Övre höjden är i medeltal 11,8 m för öröjda och 12,3 m för röjda avdelningar.



## Selektiv röjning

Röjning påverkar både beståndets framtida volymproduktion och beståndets kvalitetsegenskaper. Resultatet av konventionell (selektiv) röjning eller enkelställning kommer att bero på:

- röjningsstyrkan
- röjningstidpunkten
- stamvalet.

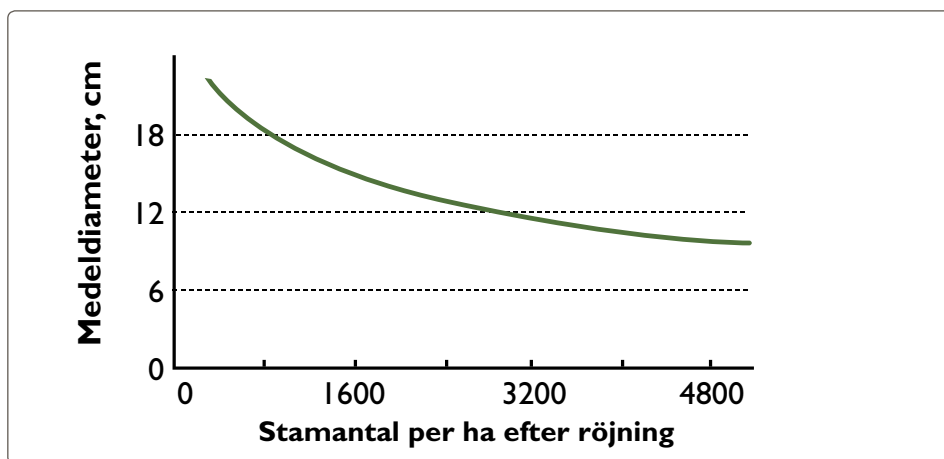
Utgångsbeståndet betyder också mycket för hur beståndet kommer att utvecklas och påverkar också hur röjningen ska genomföras.

### Röjningsstyrkan

Röjningsstyrkan brukar anges som antal stammar per hektar som lämnas efter röjning. Valet av röjningsstyrka beror på trädslag, bonitet och målet med röjningen. Även stamantalet före röjning, beståndshöjd och höjdfördelning samt risken för framtida skador på beståndet har betydelse.

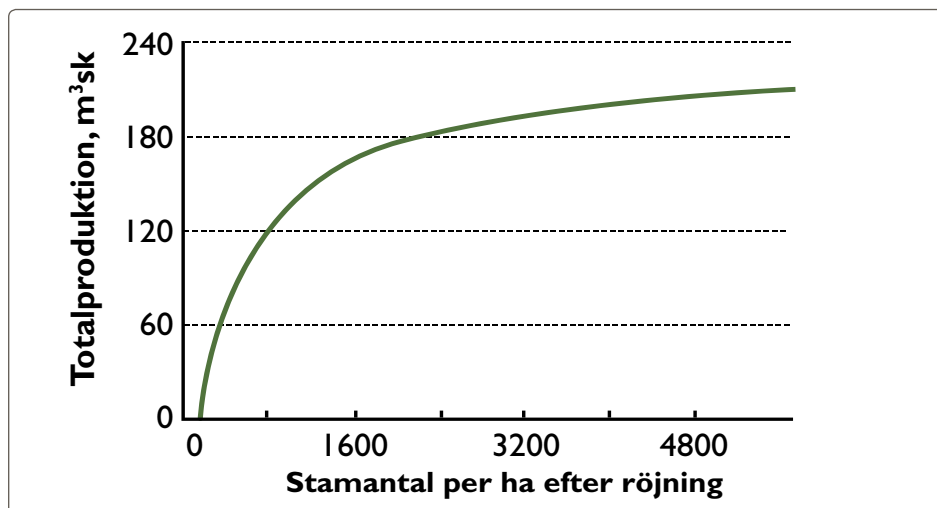
Man ökar normalt inte volymproduktionen genom att röja, men man kan minska den. Generellt gäller att ju svagare röjningen är, desto bättre hålls volymproduktionen uppe, men det sker genom att volymtillväxten förläggs till ett stort antal klena stammar (figur R11). En svagare röjning resulterar alltså i högre total volymproduktion än en starkare (figur R12). De skador som kan uppkomma i mycket täta eller oröjda bestånd på grund av självgallring kan dock sänka produktionen.

I blandbestånd kan man öka produktionen genom att gynna ett av de trädslag som har högst produktion på marken. Det kan till exempel handla om att gynna ett trädslag med uthålligare tillväxt framför ett trädslag med snabb start, som annars skulle komma att konkurrera ut det uthålligare.



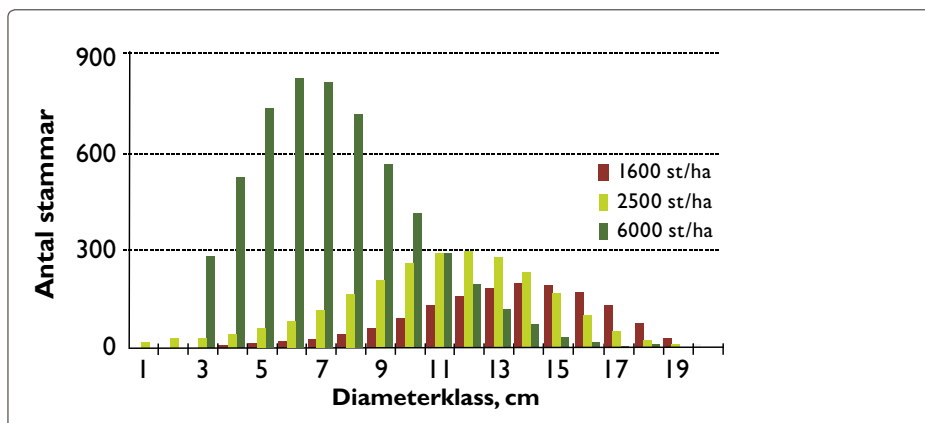
Figur R11 Medeldiameter i bröst höjd vid 12 m övre höjd för tall på medelbonitet.<sup>36</sup> Röjningen är utförd vid 3 m höjd.

<sup>36</sup> Pettersson, N. 1993. The effect of density after precommercial thinning on volume and structure in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scand. J. For. Res.* 8, s 528–539.



Figur R12 Totalproduktion vid 12 m övre höjd för tall på medelbonitet.<sup>37</sup> Rövningen är utförd vid 3 m höjd.

Trädens fördelning på olika diameterklasser kommer att variera med rövningstyrkan (figur R13). Efter mycket svaga rövningar finns många små träd kvar när det är dags för första gallringen. Ju svagare man röjer desto större blir andelen klen virke i beståndet.



Figur R13 Fördelning av tallstammar på diameterklasser i brösthöjd vid 12 m övre höjd efter rövning vid 3 m höjd till tre olika stamantal.<sup>38</sup>

Diagrammen i figur R11–R13 visar utvecklingen i tallskog, men gäller i princip också flertalet andra trädslag – även om nivåerna kan variera.

**Gagnvirkesvolymen.**<sup>39</sup> Rövningar till låga stamantal som resulterar i stark diameterutveckling leder ofta till att det mesta virket från den första gallringen blir gagnvirke, medan svaga rövningar resulterar i mycket virke som inte kan

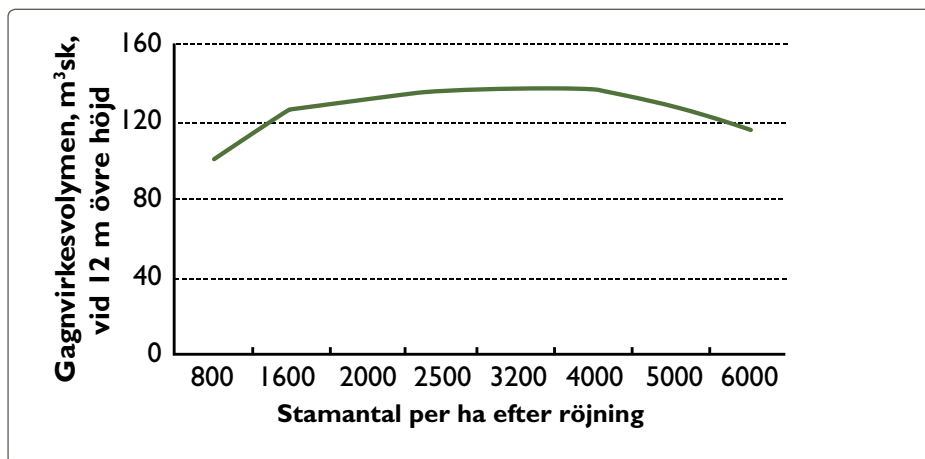
<sup>37</sup> Pettersson, N. 1993. The effect of density after precommercial thinning on volume and structure in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scand. J. For. Res.* 8, s 528–539.

<sup>38</sup> Pettersson, N. 1993. The effect of density after precommercial thinning on volume and structure in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scand. J. For. Res.* 8, s 528–539.

<sup>39</sup> Den virkesvolym som skördas för kommersiellt ändamål brukar kallas gagnvirkesvolym. Gagnvirkesgränsen varierar beroende på vad virket ska användas till, men en ofta använd gräns är minimidimensionen för massaved.

tas tillvara vid den följande gallringen (figur R14). Mängden virke som kan användas som massaved ökar i figurexemplet upp till ungefär 3 200 stammar per ha, där den börjar avta. Vid stamantal under 1 600 per ha får man massaved i alla träd.

Gagnvirkesgränsen varierar med hur virket skall användas och har också förändrats under åren. Minimidimensionen för massaved har länge varit en vanlig gagnvirkesgräns. Sedan energived blivit ett sortiment har även klenare virke blivit ekonomiskt intressanta och skörd av hela träd gör att det traditionella begreppet gagnvirke tappar betydelse då hela trädet utnyttjas.



Figur R14 Gagnvirkesvolym (minimum massaved) vid 12 m övre höjd för olika röjningsstyrkor. Tall på medelbonitet.<sup>40</sup>

## Röjningstidpunkten

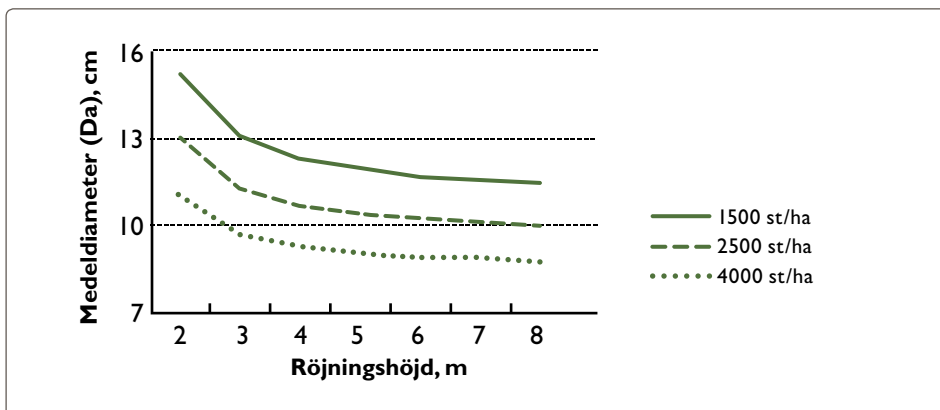
Röjningstidpunkten påverkar resultatet av röjningen på flera sätt.

- En sen röjning minskar antalet alternativa stamval eftersom oröjda bestånd självgallras och skiktar sig tidigt. Detta är speciellt tydligt vid eftersatt (försummad) röjning.
- Ju senare man röjer, desto gängligare och vekare bestånd lämnar man efter sig.
- Trängseffekten innan en sen röjning medför att träden utvecklar klenare kvistar, vilket är bra om man vill producera sågtimmer av hög kvalitet.

I en undersökning av tallbestånd i södra Finland påvisades att medeldiameter, volymproduktion och gagnvirkesmängd påverkades av röjningstidpunkten.<sup>41</sup> Skillnaden i medeldiameter mellan en sen röjning vid 7 m höjd och en tidig röjning vid 2 m höjd uppskattas till mer än 20 % när beståndet vuxit upp till 14 m övre höjd (figur R15).

<sup>40</sup> Pettersson, N. 1993. The effect of density after precommercial thinning on volume and structure in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scand. J. For. Res.* 8, s 528–539.

<sup>41</sup> Huuskonen, S. & Hynynen, J. 2006. Timing and Intensity of Precommercial Thinning and Their Effects on the First Commercial Thinning in Scots Pine Stands. *Silva Fennica* 40(4), s 645–662.



Figur R15 Samband mellan aritmetisk medeldiameter i bröst höjd (Da) vid 14 m övre höjd och röjningshöjd vid tre olika stamantal.<sup>42</sup>

**Gagnvirke och kvalitet.** Växelverkan mellan röjningsstyrka och röjningstidpunkt är stark och påverkar i hög grad utfallet av gallringen (figur R16). Tidig röjning ger mer gagnvirke vid första gallringen.

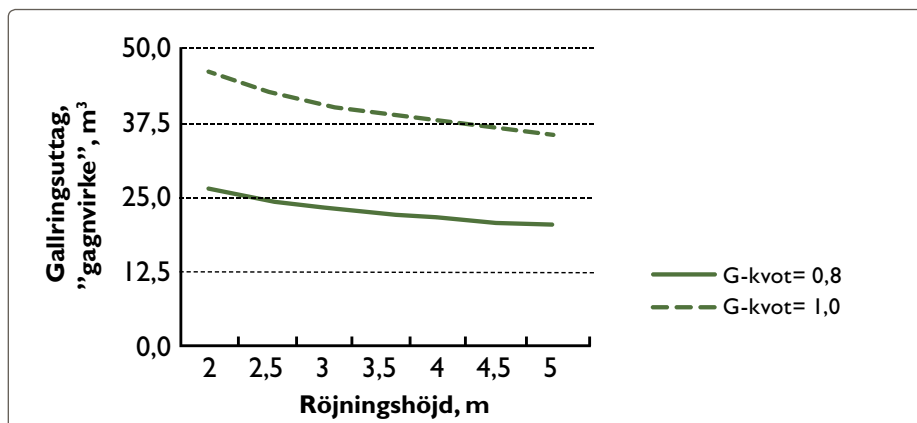
En utdragen trängsel, som en senarelagd röjning innebär, medför inte bara att medeldiametern blir mindre, utan även att kvistarna på rotstocken blir klenare. I tallförsök i mellersta och norra Sverige var trädens grövsta kvist mellan 1 och 2 m upp på stammen i medeltal 78 % klenare när man röjt vid 5 m än om man röjt vid 2 m.<sup>43</sup>

Man kan röja hårdare i en sen röjning än i en tidig utan att kvalitetsutvecklingen riskeras, eftersom kvistarna på den nedre stamdelen då redan börjat växa långsammare eller helt slutat växa. Kvistgrovleken på stammens nedre del är en viktig kvalitetsfaktor, men påverkas alltså inte så mycket av trängseln eller friställningen vid sen röjning.<sup>44</sup> Väntar man med röjningen får man dock räkna med lägre dimension och instabilare bestånd de närmaste åren efter röjning.

<sup>42</sup> Huuskonen, S. & Hynynen, J. 2006. Timing and Intensity of Precommercial Thinning and Their Effects on the First Commercial Thinning in Scots Pine Stands. *Silva Fennica* 40(4), s 645–662.

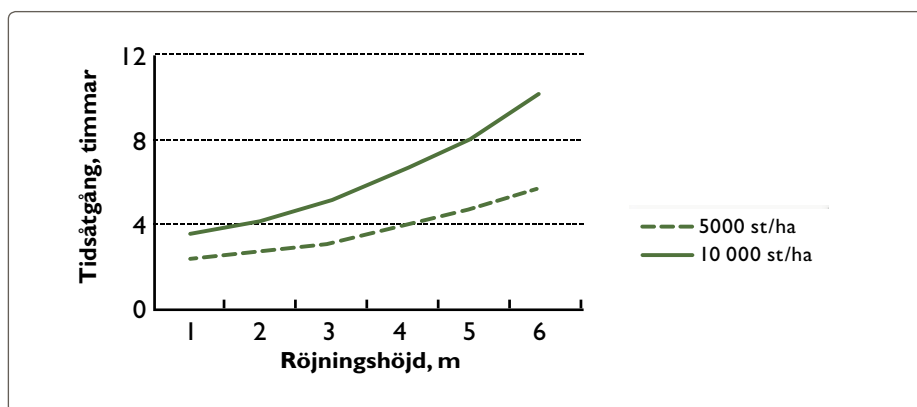
<sup>43</sup> Thernström, P.-O. 1982. Några resultat från sex röjningsförsök med röjning i tallungskog vid olika beståndsålder. SLU, inst. för skogsproduktion. *Examensarbete* 3-1982.

<sup>44</sup> Ahnlund Ulverona, K. 2011. Effects of Silvicultural Treatments in Young Scots pine-dominated Stands on the Potential for Early Biofuel Harvests. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2011:79.



Figur R16 Samband mellan beståndshöjden vid röjningstillfället och gagnvirkesutfallet vid första gallringen vid två olika gallringskvoter<sup>45,46</sup>

**Tidsåtgången.** Röjning tar längre tid ju högre träden är och ju tätare beståndet är. Uppskjuts röjningen från 2 till 5 m ökar tidsåtgången till nästan den dubbla om antalet bortröjda stammar är 10 000 per ha. Ju färre stammar, desto mindre betydelse har röjningshöjden för tidsåtgången (figur R17).



Figur R17 Tidsåtgång, timmar per ha, för röjning vid olika röjningshöjder och antal bortröjda stammar.<sup>47</sup>

**Stubbskott.** Tidig röjning kan göra att stubbskott från lövstubbar växer ikapp de kvarlämnade huvudstammarna och att en ny lövröjning blir nödvändig.<sup>48</sup> Stubbskottsutvecklingen varierar med bonitet och lövträdsdrag: stubbskotten växer lättare ifatt på hög bonitet och vårtbjörk växer snabbare än

<sup>45</sup> Gallringskvoten är kvoten mellan medeldiametern hos de utgallrade träden och medeldiametern i beståndet före gallringen. Är kvoten under 1,0 har gallringen varit en låggallring.

<sup>46</sup> Huuskonen, S. & Hynynen, J. 2006. Timing and Intensity of Precommercial Thinning and Their Effects on the First Commercial Thinning in Scots Pine Stands. *Silva Fennica* 40(4), s 645–662. Gallringen genomförd vid 14 m övre höjd efter röjning till 2 500 st/ha. G-kvot 1,0 respektive 0,8.

<sup>47</sup> Bergstrand, K.-G., Lindman, J. & Petré, E. 1986. Underlag för prestationsmål för motormanuell röjning. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. *Redogörelse* 7.

<sup>48</sup> Andersson, S.-O. & Björkdahl, G. 1984. Om björkstubbkottens höjnutveckling i ungdomsskedet. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 82:3–4.



glasbjörk. Som en allmän regel bör man inte röja innan barrträden nått 2 m höjd om man vill vara säker på att slippa röja lövuppslaget en gång till.

Ibland kan man dock tvingas lövröja innan barrträden nått 2 m höjd för att barrträden skall överleva i konkurrensen.

Även tidpunkten på året när röjningen utförs påverkar stubbskottens utveckling. En teori framhåller att man ska röja när löven sitter kvar på träden. Om röjningen görs efter lövfällningen eller innan löven slagit ut har träden större näringskapacitet i rötterna och antalet stubbskott kan förmodas bli större.<sup>49</sup> Sambandet mellan årstid och stubbskottsfrekvens är dock inte entydigt påvisat, och motsägelsefulla resultat har konstaterats.<sup>50</sup>

**Viltbetning.** En faktor som man måste ta hänsyn till vid val av röjningstidpunkt är risken för viltbetning, framförallt av älg.<sup>51</sup> Sedan slutet av 1970-talet har vi på de flesta marker i Sverige en så stor älgstam att röjningen i tallbestånd vanligen inte genomförs förrän kvarvarande träd har nått ”älgssäker höjd”, dvs 4–6 m, även om nyttan av detta inte har något vetenskapligt stöd. Den normala röjningshöjden har alltså på grund av risken för viltskador förskjutits från att varit 2–4 m till minst 4 m. Ofta är det dock motiverat att göra en plant- eller lövröjning innan dess.

**Eftersatt (försummad) röjning.** Om man inte röjer bestånd med röjningsbehov kommer beståndet att självgallra sig och skikta sig. Följden blir att ett litet antal träd så småningom kommer att dominera.

Röjning (eller gallring) i eftersatta bestånd för med sig en del problem. Medeldiametern blir liten, vilket vid gallring ökar avverkningskostnaden, och bestånden blir känsliga för till exempel snö- och vindskador.

Det finns ingen enkel metod att hantera eftersatta bestånd, utan varje bestånd måste bedömas var för sig. I de flesta fall ska man undvika att bygga det växande beståndet på kläna och undertryckta träd. I stället bör man satsa på grövre och förväxande stammar oavsett om man röjer eller gallrar för att inte riskera snöbrottsskador.

Det kan vara frestande att göra en höggallring i eftersatta röjningsbestånd, men man måste då vara säker på att de stammar man lämnar är tillräckligt vitala och stabila för att kunna bygga upp ett bestånd.

<sup>49</sup> Etholén, K. 1974. The effect of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stand in northern Finland. *Folia Forestalia* 213.

<sup>50</sup> Johansson, T. 1991. The effect of stump height and cut surface type on survival, sprouting and sprout growth after cutting of 10-35-year old *Betula pubescens* Ehrh. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* 28. Johansson, T. 1991. Sprouting ability of two-year-old *Betula pendula* stumps exposed to different light intensities during five years. *Scand. J. For. Res.* 6, s 509–518. Johansson, T. 1992. Sprouting of 2- to 5-year-old *Betula pubescens* in relation to felling time. *For. Ecol. Manage.* 53, s 283-296.

<sup>51</sup> Se s 52, ”Älg”.

**Tidig röjning – sammanfattning.** En tidig röjning som sker vid 1–2 m medelhöjd ger i jämförelse med senare röjning:

- lägre röjningskostnad
- grövre kvist
- grövre virke
- mer gagnvirke
- risk för sämre kvalitet – framförallt i tallbestånd
- sannolikt större risk för allvarliga älgskador.

**Sen röjning – sammanfattning.** Sen röjning sker i allmänhet när beståndet nått en medelhöjd av minst 5 m och ger i jämförelse med tidigare röjning:

- högre röjningskostnad
- klenare kvist
- snabbare kvistrensning
- mindre mängd gagnvirke<sup>52</sup>
- instabilare bestånd
- lägre andel juvenilverd.

### Röjningstid under året

De flesta bestånd kan röjas oavsett årstid, om väderleken tillåter. Detta gäller inte grövre röjningsbestånd av barrträd eftersom röjningsvirket kan utgöra yngelhärdar för skadeinsekter.<sup>53</sup> I skogsvårdslagen finns föreskrifter för hur mycket grovt röjningsvirke som får lämnas.

Maximalt får 5 m<sup>3</sup> tallvirke med skorpark eller 5 m<sup>3</sup> granvirke grövre än 10 cm lämnas. Detta är en förenkling av de tidigare reglerna som angav tider på året som var lämpliga för röjning av grov ungskog.

Även i lövträdsföryngringar kan det vara idé att beakta årstiden. Täta lövföryngringar som röjs sent blir ofta känsliga för snöskador. Det är därför klokt att röja dessa tidigt på våren, så att de kvarlämnade stammarna har möjlighet att stabilisera sig under sommaren.

Stubbskottskjutningen efter röjning kan begränsas, men uppfattningarna är olika om när det är bäst att röja lövskog för att begränsa stubbskotten.<sup>54</sup>

### Stamvalet

Ungskogen (speciellt naturligt föryngrade bestånd) är normalt mer heterogen än det blivande, äldre beståndet.<sup>55</sup> Urvalet av stammar i röjning (liksom i gallring) syftar till att utjämna variationer inom ett ungskogsbestånd och skapa ett bestånd av träd med de egenskaper som gagnar den planerade virkesproduktionen. Men variationer i trädslagsfördelning och kvalitetsegenskaper inom ett bestånd styr i hög grad vad som går att åstadkomma i den enskilda röjningspunkten.

<sup>52</sup> Varmola, M. & Salminen, H. 2004. Timing and intensity of precommercial thinning in *Pinus sylvestris* stands. *Scand. J. For. Res.* 19, s 142–151.

<sup>53</sup> Se s 47, ”Insekter”.

<sup>54</sup> Se även s 19, ”Stubbskott”.

<sup>55</sup> Fahlvik, N. 2005. Aspects of Precommercial Thinning in Heterogeneous Forests in Southern Sweden. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2005:68.

Inte ens vid selektiv röjning kan urvalet helt och hållet ske utifrån de enskilda trädens egenskaper. Även i selektiv röjning bör man försöka hålla ett någorlunda jämnt avstånd mellan de kvarlämnade träden för att dessa ska få möjlighet att utveckla symmetriska kronor.

**Skadade träd.** Trots att träden är unga i ett röjningsbestånd kan andelen skadade individer och individer med kvalitetsnedsättande fel vara hög.

Sena röjningar kan innebära att det blir svårare att röja fram tillräckligt många oskadade och utvecklingsbara stammar med en jämn rumslig fördelning.

Röjningstidpunkten styr möjligheten till ett selektivt urval. Sker röjningen för sent är risken stor att huvudstammarna måste utses bland träd med sämre egenskaper, det vill säga grovgreniga och förväxande träd.

I en undersökning av naturligt föryngrade tallbestånd framkom att ungefär hälften av stammarna hade kvalitetsnedsättande fel i det beståndsbildande höjdsiktet före röjning.<sup>56</sup> Genom röjning minskade andelen något, men inte så mycket som man kunde förvänta. En förklaring är att de oskadade träden är ojämnt fördelade och att de därför tvångsröjs på grund av kravet på jämn rumslig fördelning. En annan förklaring är att röjningarna var mycket sena – träden var 6–7 m höga – och att skiktningen gått så långt att röjarna bedömde att de klenare träden, som i allmänhet hade färre skador, inte var utvecklingsbara.

**Kriterier för stamval.** Det enskilda trädets olika egenskaper, jämte kravet på en jämn rumslig fördelning, avgör vanligen om en stam röjs bort eller blir kvar. Det slutgiltiga stamvalet blir som regel en kompromiss mellan dessa faktorer.

De viktigaste kvalitetskriterierna vid stamvalet är i prioritetsordning:

1. *Friska träd* med utvecklingsbara kronor av önskat trädslag gynnas. Detta behöver inte nödvändigtvis betyda att de största träden sparas. Ofta måste en utjämning i beståndshöjd ske, speciellt gäller det tall- och björkbestånd, för att inte luckighet skall utvecklas i det framtida beståndet.
2. *Raka och finkvistiga träd* gynnas.<sup>57</sup> Träd med sprötkvist och andra allvarliga kvalitetsfel bör röjas bort om det inte bildas luckor i beståndet eller att stamantalet minskas för mycket.
3. *En god rumslig fördelning* eftersträvas, vilket medverkar till att träden får symmetriska kronor. En vanlig regel som används vid praktisk röjning är att avstånden mellan två stammar efter röjningen inte får understiga halva medelförbandet. Om målet är att lämna 2 500 stammar per ha ska det alltså i medeltal vara 2 m mellan dem, dock minst 1 m.

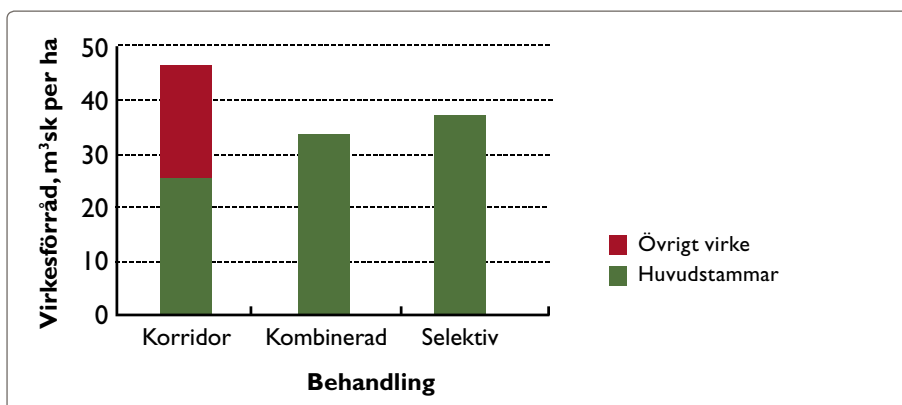
<sup>56</sup> Pettersson, F. 2001. Effekter av olika röjningsåtgärder på beståndsutvecklingen i tallskog. SkogForsk. Redogörelse nr 4.

<sup>57</sup> Vestlund, K. 2004. Assessing rules and ideas for stem selection in cleaning. *Baltic Forestry* 10:2, s. 61-71.

## Schematisk (geometrisk) röjning

Kunskapen om schematisk eller geometrisk röjning är mindre än om selektiv röjning, men vid arbetet med att utveckla röjningsmaskiner, har röjningsmodeller med schematiska eller kombinerade schematiska-selektiva röjningar diskuterats. Tanken är att man ska kalröja korridorer i bestånden och däremellan lämna trädkulisser som antingen får förbli oröjda eller som röjs selektivt. Trädkulisser kallas också mellanzon. Effekten av sådan röjning prövades i ett försök anlagt på 1970-talet. Bestånden var efter röjning 3,3–5,0 m höga och tämligen välslutna före röjning.

**Försöksresultat.** Tio år efter röjning har produktionsförlusten varit måttlig där man först röjt schematiskt och därefter röjt selektivt i trädkulisserna (mellanzonerna). Jämför man tillväxten för huvudstammar där trädkulisserna inte kompletterats med en selektiv röjning blir tillväxtförlusten större (figur R18).



Figur R18 Volymtillväxt 10 år efter röjning för 1 400 huvudstammar per hektar efter tre behandlingar: a) ”korridor” – 2 m breda korridorer och 1,5 m trädkuliss,<sup>58</sup> b) ”kombinerad” – samma behandling som i a, men kompletterad med selektiv röjning i trädkulisserna (mellanzonerna), c) ”selektiv” – enbart selektiv röjning.<sup>59</sup>

*Diametertillväxten* hos huvudstammarna är framförallt lägre där man inte röjt i trädkulissen (mellanzonen), dvs i den rena korridor-röjningen. Där har man också ett betydligt större totalt stamantal. Mellan de två andra behandlingarna är det liten skillnad på medeldiametern. Tillväxten har i stort sett varit lika, men utgångsdiametern var olika p g a skillnader i urvalet av stammar.

*Grengrovleken* hos huvudstammarna har påverkats dels av tätheten, dels av stamvalet. I de schematiskt röjda delarna är urvalet antingen inget alls eller begränsat till trädkulisserna. Även om stamantalen är desamma i selektiv och kombinerad röjning blir kvisten klenare efter selektiv röjning då möjligheten att välja finkvistiga träd varit större.

En annan effekt av den schematiska röjningen var att kvisten blir grövre mot korridoren än in mot trädkulissen. Man kan alltså förvänta sig en viss asymmetri hos stammarna efter en schematisk röjning.

<sup>58</sup> I denna behandling markerades huvudstammar vars utveckling kunde jämföras med huvudstammarna i de andra behandlingarna.

<sup>59</sup> Pettersson, N. 1986. Korridor-röjning i självsådd tallungskog. SLU, inst. för skogsproduktion. Rapport 17.

## Röjning av olika trädslag<sup>60</sup>

**Tallbestånd är känsliga för överskärning och lövröjning måste göras i tid. Intensiva kvalitetsröjningsprogram i fina självföryngringar av tall och sådder kan ge höga värden i framtiden.**

**Planterade granbestånd och contortabestånd behöver sällan röjas annat än från lövuppslag och självföryngrade barrplantor. Contortabestånd kan behöva plantröjas vid ca 1 m höjd.**

Olika typer av bestånd ger olika möjligheter att röja. Ofta är det dock målbeståndet – dvs det bestånd man vill åstadkomma – som avgör vilket röjningsprogram man använder, snarare än utgångsbeståndet.

De flesta ungskogar är sammansatta av flera trädslag. Röjningen kommer vanligen att innebära att ett eller möjligen ett par av trädslagen prioriteras. Andra trädslag kan lämnas som utfyllnad där det saknas stammar av prioriterade trädslag. Resultatet av röjningen blir som regel ett mer eller mindre heterogent bestånd med flera trädslag beroende på variationer i topografi, fuktighet, föryngringssätt osv.

Även om bestånd sällan är trädslagsrena, finns vissa huvuddrag eller generella principer för röjning av olika trädslag.

### Tallbestånd

I talldominerade bestånd är enkelställning en vanlig röjningsform, eftersom tall ofta bildar täta bestånd efter naturlig föryngring. Även om plantuppslaget är ojämnt och bestånden blir luckiga är röjning oftast nödvändig.

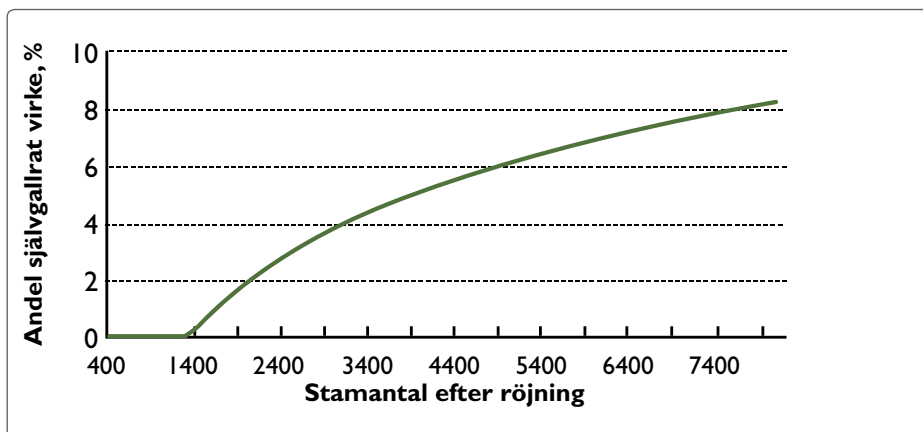
*Lövträd* som riskerar att växa upp över tallarna behöver röjas bort i tid, eftersom tall är ett ljusälskande trädslag och inte utvecklas bra under skärm. Som utfyllnadsstammar i luckor fungerar dock lövträd bra och kan medverka till att förbättra kvaliteten hos tallarna genom trängselverkan.

*Självgallringen* vid höga stamantal är större hos tall än hos gran och uppgår i tallförsök vid svaga röjningar till nästan 10 % av stamantalet under perioden mellan röjning och gallring (figur R19). Vid de stamantal som idag används hamnar självgallringen mellan 2–4 %.<sup>61</sup> Observera att självgallring i oröjda bestånd kan vara betydligt större.

<sup>60</sup> Röjning av björkbestånd och bestånd av andra lövträd behandlas i *Skogsskötselserien* del 9 ”Skötsel av björk, al och asp” och i nr 10 ”Skötsel av ädellövskog”.

<sup>61</sup> Ahnlund Ulverona, K. 2011. Effects of Silvicultural Treatments in Young Scots pine-dominated Stands on the Potential for Early Biofuel Harvests. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2011:79.





Figur R19 Andel av stammarna som självgallrats fram till första gallring i tallbestånd vid olika stamantal efter röjning. Röjningen genomförd vid 3 m höjd.<sup>62</sup>

*Grengrovleken* är av stor betydelse för tallens timmerkvalitet. I en lyckad naturlig förnyring av tall med jämnt och stort plantuppslag finns det skäl att vara extra omsorgsfull vid röjningen, eftersom sådana bestånd kan ha goda förutsättningar att producera extra värdefull timmerkvalitet. Speciella kvalitetsprogram för tall är vanliga och röjningen i sådana program utformas för att bland annat begränsa grengrovleken.

**Tvåstegsmetoden.** I så kallade kvalitetskötselprogram för tallbestånd ingår röjning som en av de viktigaste åtgärderna. Ett kvalitetsinriktat röjningsprogram är intensivt och kräver som regel minst två röjningar och ett noggrant urval av fina stammar.

Tvåstegsmetoden bygger på två röjningar:

En första röjning görs redan när beståndshöjden är ca 1 m. Förväxande träd röjs bort och täta grupper röjs försiktigt. Genom att ta bort förväxande träd kommer färre ”vargar” att utvecklas senare. Det kvarvarande beståndet ska vara tätt för att få en stark trängseffekt som danar kvaliteten, framför allt genom att kvistarna hålls klena.

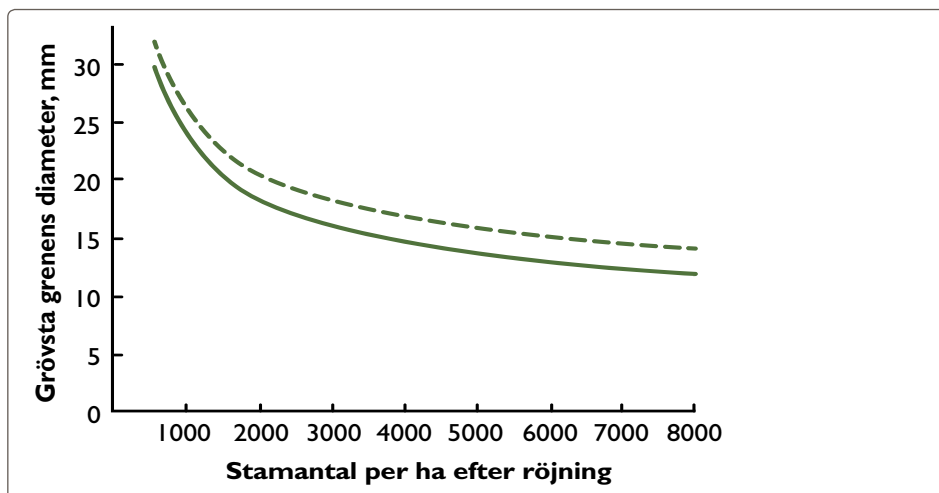
En andra röjning görs till produktionsförband när beståndet nått 5–6 m höjd, men ska inte göras förrän kvaliteten på rotstocken är säkrad. Ju senare man röjer desto mindre inflytande har stamantalet efter röjning på rotstockens kvalitet<sup>63</sup> (figur R20).

Metoden är en utveckling av en röjningsmodell som utvecklades av Joel Wretling på Malå revir. Det första steget kallade han ”toppning”, vilket dock inte ska förväxlas med toppröjning<sup>64</sup>.

<sup>62</sup> Pettersson, N. 1993. The effect of density after precommercial thinning on volume and structure in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scand. J. For. Res.* 8, s 528–539.

<sup>63</sup> Ahnlund Ulverona, K. 2011. Effects of Silvicultural Treatments in Young Scots pine-dominated Stands on the Potential for Early Biofuel Harvests. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2011:79.

<sup>64</sup> Se s 8.



Figur R20 Diametern hos den grövsta grenen på tallstammars nedersta 4 m sedan beståndet har röjts olika hårt vid 2 m (övre kurvan) respektive 4 m beståndshöjd (nedre kurvan).<sup>65</sup>

## Granbestånd

Granungskogar är oftast resultatet av planteringar med relativt glesa förband, varför man sällan behöver röja bland de planterade granplantorna. Däremot kan uppslaget av lövplantor och självföryngrade barrplantor motivera en röjningsinsats. Röjningen i granbestånd blir därmed i första hand inriktad mot att friställa de planterade träden.

*Kvistgrovleken* är mindre betydelsefull för kvaliteten hos granvirke. Därför är kvalitetsinriktade skötselprogram för granbestånd mindre vanliga. Speciellt på höga boniteter finns det dock skäl att försöka begränsa andelen *juvenilved* genom att inte röja för tidigt.

Ett stort kvalitetsproblem hos gran är förekomsten av *rottröta*. Spridningen i yngre skog är dock mer begränsad än i äldre bestånd. I en undersökning av provträd från 5 röjda granbestånd i södra Sverige hittades inget träd med rottröta som hade samband med röjningsåtgärden.<sup>66</sup> Senare studier påvisar dock sporspridning även i klena stubbar av gran. Framförallt vid förröjning och mycket sena röjningar måste man beakta detta och i första hand röja gran under vintertid när risken för sporspridning är liten.<sup>67</sup>

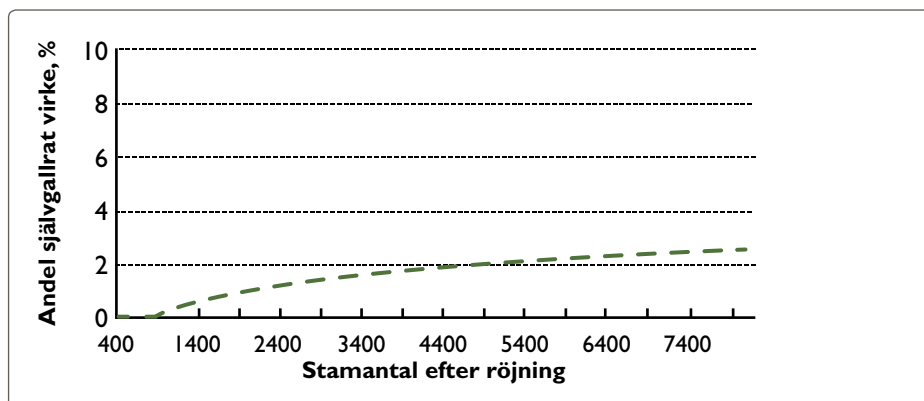
**Röjningsstyrkan** påverkar volymproduktionen ungefär på samma sätt i granbestånd som i tallbestånd (figur R11 och R12). Med ökad röjningsstyrka minskar volymproduktionen, speciellt vid lägre stamantal.

<sup>65</sup> Fahlvik, N., Ekö, P.-M. & Pettersson, N. 2005. Influence of precommercial thinning grade on branch diameter and crown ratio in *Pinus sylvestris* in southern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 20, s 243–251.

<sup>66</sup> Vollbrecht, G., Gemmel, P. & Pettersson, N. 1995. The effect of precommercial thinning on the incidence of *Heterobasidion annosum* in planted *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 10, s 37–41.

<sup>67</sup> Berglund, M., Carlsson, T. & Rönnberg, J. 2008. Infection of *Heterobasidion* spp. in late precommercial thinnings of *Picea abies* in southern Sweden. I: Garbelotto, M. & Gonthier, P. (Redaktörer). *Proceedings of the 12th International Conference on Root and Butt Rots of Forest Trees (IUFRO Working Party 7.02.01)*. Berkeley, California-Medford, Oregon, 12th-19th August 2007. The University of California, Berkeley, USA.

Mängden självgallrat virke är låg i granbestånd och uppgår som mest till ett par procent (figur R21). Gran har förmåga att överleva i stark beskuggning, vilket innebär att trädslaget går bra att odla under skärm. I granbestånd kan man även tolerera en skiktning.



Figur R21 Självgallring fram till första gallring i granbestånd vid olika stamantal efter röjning. Röjningen genomförd vid 3 m höjd.<sup>68</sup>

## Contortabestånd

Contortatall är vårt tredje största barrträdslag och förekommer nästan uteslutande i planterade bestånd även om intresset för sådd av contorta ökar. Det finns normalt inga skäl att röja de planterade och relativt glesa contortabestånden om det inte kommit in naturligt föryngrad tall, gran eller björk. Sådd contortatall kan behöva plantröjas vid 1 m höjd.

Contortatall är ett pionjärträdslag och i de fall contortatall behöver röjas i Sverige torde det rimliga vara att den behandlas på samma sätt som planterad tall.

I sin ursprungliga miljö i Nordamerika föryngrar sig contorta naturligt till täta bestånd. Ett relativt stort fältförsök<sup>69</sup> i Kanada med röjning till olika stamantal och orörd kontrollbehandling,<sup>70</sup> visar att contortatall reagerar på samma sätt som vår svenska tall med ökande diametertillväxt i proportion till röjningsstyrkan. Påtagligt svagt utvecklades den orörda avdelningen: 25 år efter röjning hade endast 2,4 % av träden nått 12,4 cm i brösthöjd (gagnvirkesgräns i undersökningen). I den svagast röjda behandlingen hade 20 % nått den dimensionen och i den hårdast röjda 55 %.

Contortatallen har en mycket god överlevnadsförmåga, speciellt i ungdomsfasen. I en undersökning av finska planterade och sådda contortabestånd var överlevnaden ungefär lika stor i bestånd med 1 100 st/ha som i de med 6 400 st/ha. Övre höjden påverkades inte heller, medan både grundyta och volym ökade med minskat planteringsförband.<sup>71</sup>

<sup>68</sup> Pettersson, N. 1993. The effect of density after precommercial thinning on volume and structure in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scand. J. For. Res.* 8, s 528–539.

<sup>69</sup> Johnstone, W.D. 1981. Precommercial thinning speeds growth and development of lodgepole pine: 25 years results. Canadian Forestry Service, Northern Forest Research Centre. *Information Report Nor-X-237*.

<sup>70</sup> Stamantal i försöket 4 300, 2 980, 1 680 och orörd kontroll med ca 10 000 st/ha.

<sup>71</sup> Varmola, M., Salminen, H., Rikala, R. & Kerkele, M. 2000. Survival and Early Development of Lodgepole Pine. *Scand. J. For. Res.* 15, s 410–423.

## Lärkbestånd

Lärk är ett introducerat pionjärträdsdrag, om än i liten omfattning. De vanligaste lärkarterna i vårt land är sibirisk lärk, europeisk lärk, och hybridlärk (europeisk•japansk lärk). Det saknas dokumentation om hur lärk ska röjas och de kunskaper vi har grundar sig på en begränsad praktisk erfarenhet.

Lärk utmärker sig genom en mycket snabb ungdomsutveckling. Konkurrerande träd – framförallt björk – har ofta svårt att hänga med i höjdtillväxten och lövröjning är därför sällan nödvändig. ”Hybridlärken är så snabb så den växer ifrån både ogräs och lövsly.”<sup>72</sup>

Lärkvirket är framförallt användbart som sågad vara. Röjningsprogram med svaga vargröjningar som syftar till sågtimmerproduktion är därför ett naturligt sätt att röja lärk.

## Blandbestånd

Röjning i blandbestånd av barr och löv har hittills mest inriktats på att ta bort lövträd – med undantag från större luckor där lövträd tillåts att stå kvar – för att på sikt skapa barrdominerade bestånd. Trots det är 40 % av bestånden i röjningsåldern<sup>73</sup> klassade som lövdominerade eller blandbestånd mellan löv och barr.<sup>74</sup>

Näst efter granen är björken vårt vanligaste trädsdrag i ungskog (ca 30 %).<sup>75</sup> Med ökad naturvårdshänsyn inom skogsbruket finns nu anledning att öka inblandningen av löv i barrbestånd, både på kort och på lång sikt.

Röjning i blandbestånd är ett komplicerat ingrepp och kräver kännedom om trädsdragens olika tillväxtrytm och hur de påverkar varandra. Möjligheterna att forma ett bestånd är störst när det är ungt och valmöjligheterna i blandbestånd är många. Det krävs en tydlig målsättning med skötseln. Sådana målsättningar kan vara:

- att gynna ett barrträdsdrag för att det så småningom ska bli helt dominerande
- att skapa en inblandning av björk eller andra trädsdrag i föryngringar av tall och gran.

## Björk i barrträdsföryngringar

Många av de åtgärder som utförs för att stimulera barrträdens etablering och tidiga utveckling, som till exempel markberedning, gynnar också björkens etablering.

För att förebygga tillväxtförluster hos barrträden krävs det ofta en tidig reglering av lövet.

**Höjdkonkurrens och skugga.** Eftersom björken växer fort i ungdomen blir den en stark konkurrent till barrträden om ljus, vatten och näring.

<sup>72</sup> Citat ur: Larsson-Stern, M., Albrektson, A. & Ekö, P.-M. 1996. Hybridlärk (*Larix x europaeis* Henry) i södra Sverige. SLU, inst. för sydsvensk skogsvetenskap. *Arbetsrapport* nr 12.

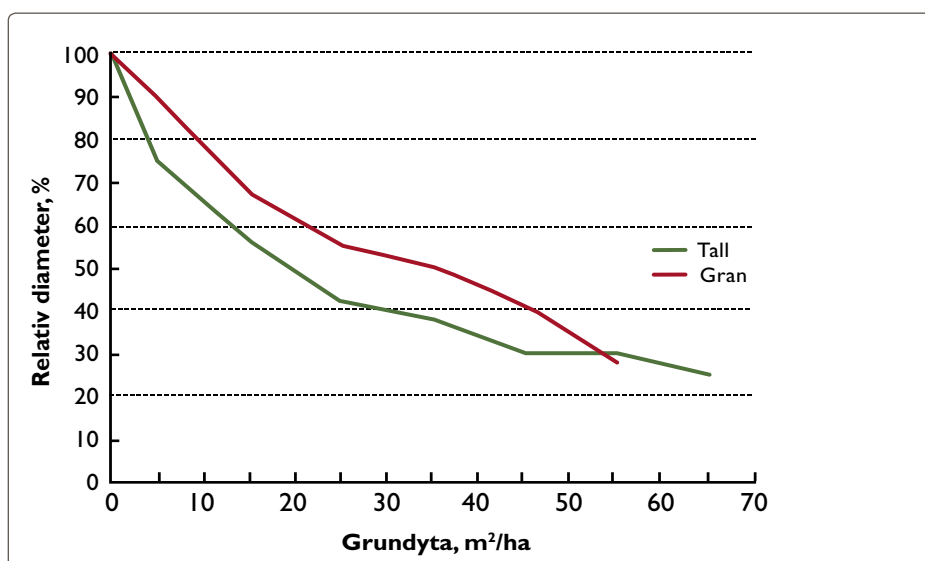
<sup>73</sup> Här avses bestånd med mindre än 10 cm medeldiameter och mer än 1,3 m medelhöjd.

<sup>74</sup> Anon. 2002. *Skogsdata*. SLU, inst. för skoglig resurshushållning och geomatik.

<sup>75</sup> Anon. 2004. *Skogsstatistisk årsbok*. Skogsstyrelsen.

Björkens konkurrenskraft ökar med boniteten. På de fuktiga markerna är det främst glasbjörken som gör sig gällande medan det på normala ståndorter är vårtbjörken som växer snabbast av de två och ofta växer förbi barrträden i höjd. Hyggesvila och dröjsmål mellan markberedning och plantering kan ge björken ytterligare försprång.

Tallen har en snabbare tillväxt i ungdomen än granen och har därigenom större möjlighet att hålla jämn takt med björkens höjdtillväxt. Både tallens och granens tillväxt hämmas av ett tätt, förväxande björk uppslag (figur R22),<sup>76</sup> men den skuggtåliga granen har bättre förutsättningar att överleva och utvecklas.<sup>77</sup> Trädens diametertillväxt hämmas relativt mer än höjdtillväxten.<sup>78,79</sup>



Figur R22 Diametern hos tall- och granplantor med omgivande lövsly av varierande grundyta i relation till diametern hos plantor utan omgivande sly.<sup>80</sup>

**Piskskador.** Barrträdens höjdtillväxt kan hämmas på grund av mekaniska skador på toppskottet, så kallade piskskador. De uppstår då björkens grenar rör sig i vinden och vidrör – ”piskar” – närstående trädets toppskott. Denna piskning får värst följder då barrträden just når upp i björkarnas kronor men

<sup>76</sup> Andersson, B. 1993. Lövträdens inverkan på små tallars (*Pinus sylvestris*) överlevnad, höjd och diameter. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapport 36*.

Braathe, P. 1988. Development of regeneration with different mixtures of conifers and broadleaves – II. Norwegian Forest Research Institute. *Research Paper 8*.

Walfridsson, E. 1977. Lövets konkurrens i barrkulturen. Skogshögskolan. *Examensarbete i skogsskötsel, Stencil*.

<sup>77</sup> Folkesson, B. & Barring, U. 1982. Some examples of the influence of an abundant occurrence of birch on the development of young *Norway spruce* and *Scots pine* stands in northern Sweden. SLU, avd. för skoglig herbologi. *Rapport 1*.

<sup>78</sup> Bergqvist, G. 1999. Wood volume yield and stand structure in Norway spruce understory depending on birch shelterwood density. *For. Ecol. Manage.* 122, s 221–229.

<sup>79</sup> Valkonen, S. & Ruuska, J. 2003. Effect of *Betula pendula* admixture on tree growth and branch diameter in young *Pinus sylvestris* stands in Southern Finland. *Scand. J. For. Res.* 18, s. 416–426.

<sup>80</sup> Walfridsson, E. 1977. Lövets konkurrens i barrkulturen. Skogshögskolan. *Examensarbete i skogsskötsel, Stencil*.

inte längre. Upp till 30 % av granarna i blandbestånd med björk kan skadas under sådana förhållanden.<sup>81</sup>

Piskskador leder sällan till att träden dör, men skadorna kan ge upphov till kvalitetsnedsättande fel i form av slängkrök, sprötkvist och dubbeltopp.

Skadade granar kan återhämta sig inom ett par år från piskskadorna. Men en snabb återhämtning förutsätter att björken avlägsnas tämligen snabbt sedan skadorna uppstått.<sup>82</sup>

### **Björkröjning för att gynna barrträd**

Det vanligaste och traditionella syftet med att röja i blandbestånd är att gynna huvudstammar av barrträd. Björk och andra lövträd röjs bort så fort som möjligt eller successivt beroende på omständigheterna. När beståndet kommer upp i de grövre gagnvirkesdimensionerna förväntar man sig mer eller mindre rena bestånd av barrträd.

Genom åren har ett antal väl definierade metoder för behandling av löv i unga blandbestånd tagit form:

- total lövröjning – lövträden reduceras vid ett tillfälle
- punktröjning – successiv reducering av lövträden
- skärnröjning – successiv reducering av lövträden.

**Total lövröjning.** Alla lövträd röjs bort med undantag för de som står i större luckor eller som tjänar som ersättningsträd till svårt skadade barrträd.

Tidpunkten för lövröjningen bestäms först och främst av hur svår konkurrens barrträden utsätts för. Är lövröjningen för tidig finns en risk att björkens stubbskott växer ikapp och förbi barrträden. Hur stort försprång barrträden måste ha beror bland annat på ståndorten. Stubbskottens tillväxt är högre på goda boniteter och där krävs därför ett större försprång för barrträden än på sämre marker (figur R23).<sup>83</sup> Om lövröjning i tall- och granbestånd utförs då barrträden är 2 m eller högre, förmår barrträden behålla sitt försprång på de flesta ståndorter.

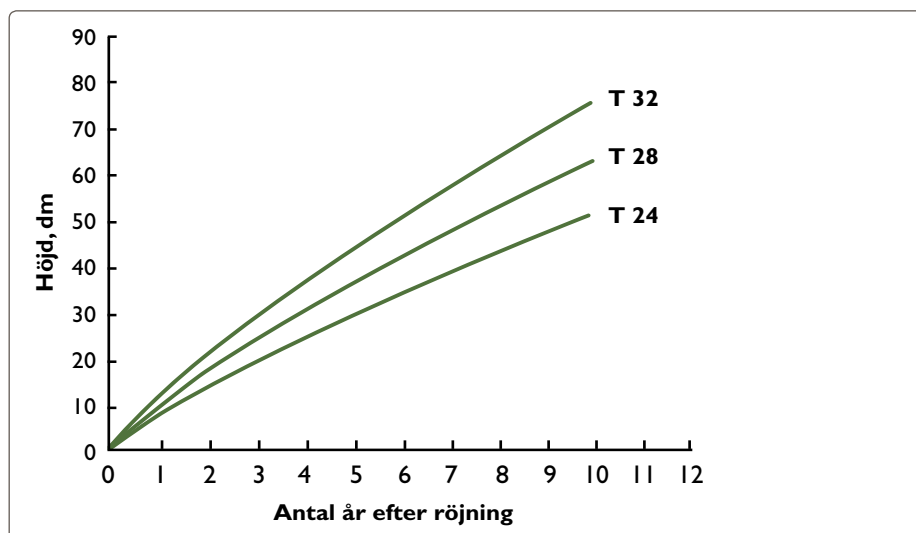
I tallföryngringar med täta lövuppslag kan det vara befogat att göra en lövröjning i samband med plantröjningen då tallarna är ca 1 m. En sådan lövröjning behöver ofta följas av ytterligare lövröjningar före den egentliga ungskogsröjningen. Den extrakostnad som upprepade lövröjningar innebär ska dock vägas mot risken att barrföryngringen spolieras om lövröjningen sätts in sent eller uteblir.

<sup>81</sup> Frivold, L.-H. 1982. Bestandsstruktur og produksjon i blandningsskog av björk (*Betula verrucosa* Ehrh., *B. pubescens* Ehrh.) og gran (*Picea abies*) i Sydøst-Norge. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole 61(18).

<sup>82</sup> Lindén, M. 2003. Increment and yield in mixed stands with Norway spruce in southern Sweden. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria* 260.

<sup>83</sup> Andersson, S.-O. 1985. Treatment of young mixed stands with birch and conifers. I: Hägglund, B. och Peterson, G. Broadleaves in boreal silviculture – an obstacle or an asset? SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapport* 14, s 127–161.

Björkdahl, G. 1983. Höjdtutveckling hos stubbskott av vårt- och glasbjörk samt tall och gran efter mekanisk röjning. SLU, inst. för skogsproduktion. *Stencil* 18.



Figur R23 Höjdtvecklingskurvor för stubbskott av vårtbjörk vid varierende ståndortsindex (H100 Tall). Stubb diameter 5 cm.<sup>84</sup>

**Punktröjning/brunnsröjning.**<sup>85</sup> Den här röjningsformen innebär att man endast röjer runt huvudstammarna. Området mellan brunnsarna lämnas i regel orört.

Teorin bakom brunnsröjningen är att träd i unga bestånd endast känner av konkurrensen från sina grannar inom ett begränsat område. Ett försök i Västerbotten visar att björkar som är kortare eller lika höga som tallarna inte har någon märkbar inverkan på tallens höjdtillväxt, men däremot på diametertillväxten, som minskade om björkarna i tallens närhet var många. Försöket visade samtidigt att tillväxten hos tallplantor hämmades av förväxande björkar inom 1 meters radie.<sup>86</sup>

Metoden kan vara lämplig för att i ett tidigt stadium minska konkurrensen från självföryngrade lövträd i barrbestånd.

Brunnsröjning har följande fördelar:<sup>87</sup>

- den är billigare än total lövröjning
- kvarstående lövträd hämmar stubbskottens utveckling
- barrträden får ett visst frostskydd.

Den erforderliga radien hos brunnen varierar med

- huvudstammens träslag (brunnen bör göras vidare runt tallplantor än runt granplantor med tanke på tallens känslighet för beskuggning)
- höjdförhållandet mellan huvudstammen och dess grannar
- tiden till nästa ingrepp.

<sup>84</sup> Björkdahl, G. 1983. Höjdtveckling hos stubbskott av vårt- och glasbjörk samt tall och gran efter mekanisk röjning. SLU, inst. för skogsproduktion. *Stencil* 18.

<sup>85</sup> Se även s 6, "Punktröjning/brunnsröjning".

<sup>86</sup> Andersson, B. 1993. Lövträdens inverkan på små tallars (*Pinus sylvestris*) överlevnad, höjd och diameter. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapport* 36.

<sup>87</sup> Andersson, S.-O. 1984. Om lövröjning i plant- och ungskogar. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 82:3-4, s 69-96.



Normalt rekommenderas brunnsröjning främst i bestånd där lövträden är jämnhöga med barrträden. I en första omgång röjer man brunnar med ca 0,5–1 m radie. Allt eftersom brunnsröjningen sluter sig och granträden åter börjar konkurrera med huvudplantorna bör man utvidga brunnsröjningen.<sup>88</sup>

Brunnsröjning måste normalt följas av uppföljande röjningar. Uteblir de finns risk för att brunnsröjningen inte har någon större effekt. I ett försök i ett 1,9 m högt blandbestånd av tall, gran och björk visade det sig att varken överlevnaden eller volymtillväxten hos huvudstammarna av tall hade förbättrats av brunnsröjningen efter 13 år.<sup>89</sup>

Behovet av uppföljande röjningar samt kravet på påpasslighet i skogsskötselarbetet medför att det långsiktiga ekonomiska resultatet av brunnsröjningen är osäkert, trots att den är billig.

**Skärmröjning.** Att ställa en lågskärm av björk kan vara ett alternativ till total lövröjning i granföryngringar.<sup>90</sup> På grund av ungbjörkars snabba tillväxt får de ofta ett försprång i höjd gentemot granen. Förutsättningar för lågskärm finns ofta på fuktiga marker där granen lätt etablerar sig naturligt under björken.

En lågskärm kan ha positiv inverkan på granens utveckling:

- På frostlänta marker kan björkskärmen minska risken för frostsador<sup>91</sup> på granen.<sup>92</sup>
- Skärmträd har en dämpande effekt på temperaturfluktuationerna i ett bestånd och kan dessutom bidra till en ökad minimitemperatur nära marken under kalla nätter.<sup>93</sup>
- Skärmen skyddar mot frostrelaterade skador genom beskuggning av granarna. Om frostskadade träd utsätts för direkt solljus dagen efter en frostnatt finns det risk att skadorna förvärras.<sup>94</sup>
- Mängden stubbskott, som ofta följer efter en lövröjning, reduceras genom att tillgången på ljus minskas nära marken.<sup>95</sup>
- Granens kvalitet förbättras genom att kvistarna blir klenare och de frostrelaterade skadorna, såsom sprötkvist och dubbeltopp, blir färre.<sup>96</sup>

<sup>88</sup> Andersson, S.-O. 1984. Om lövröjning i plant- och ungskogar. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 82:3–4, s 69–96.

<sup>89</sup> Karlsson, A., Albrektsson, A., Elfving, B. & Fries, C. 2002. Development of *Pinus sylvestris* Main Stems Following Three Different Precommercial Thinning Methods in a Mixed Stand. *Scand. J. For. Res.* 17, s 256–262.

<sup>90</sup> Röjning av björkskärm över gran är den mest undersökta metoden i Norden när det gäller skötsel av unga blandbestånd.

<sup>91</sup> Se även s 45f, ”Frostsador”.

<sup>92</sup> Lundmark, T. & Hällgren, J.-E. 1987. Effects of frost on shaded and exposed spruce and pine seedlings planted in the field. *Can. J. For. Res.* 17, s 1197–1201.

<sup>93</sup> Ottosson-Löfvenius, M. 1993. Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area. SLU, inst. för skogsekologi. *Doktorsavhandling*.

<sup>94</sup> Lundmark, T. & Hällgren, J.-E. 1987. Effects of frost on shaded and exposed spruce and pine seedlings planted in the field. *Can. J. For. Res.* 17, s 1197–1201.

<sup>95</sup> Johansson, T. 1991. Sprouting ability of two-year-old *Betula pendula* stumps exposed to different light intensities during five years. *Scand. J. For. Res.* 6, s 509–518.

<sup>96</sup> Klang, F. & Ekö, P.-M. 1999. Tree properties and yield of *Picea abies* planted in shelterwoods. *Scand. J. For. Res.* 14, s 262–269.

Ett blandbestånd med gran under en björkskärm får troligen en högre totalproduktion än ett motsvarande bestånd där björken röjts bort i ett tidigt skede.<sup>97, 98, 99, 100</sup> Olika försök på goda boniteter (G25–G35) har visat ökning i totalproduktionen med i medeltal 24 %<sup>101</sup> efter 15 år och drygt 12 %<sup>102</sup> under en omloppstid. I det förra fallet bestod skärmen av 500 björkar per hektar och i det senare, som var en simulering, bestod den av upp till 1 000 vårt- och glasbjörkar.

Även om totalproduktionen kan vara högre i bestånd med en björkskärm, leder konkurrensen från skärmträden till att granens dimensionsutveckling hålls tillbaka. Den lägre volymproduktionen hos granen är framför allt en effekt av reducerad diametertillväxt, vilket emellertid ger träd med liten avsmalning.<sup>103, 104</sup> Jämförelsen gäller inte gentemot rena granföreningar.

Förklaringen till den högre produktionen i bestånden med skärmar är inte klarlagd. Troligtvis har skillnader i tillväxtrytm och skuggtålighet mellan trädslagen stor betydelse.

Skärmmetoden gör det möjligt att både utnyttja björkens snabba tillväxt i ungdomen och granens förmåga att växa som underbestånd i skiktad skog. På normala ståndorter ger skärmar av vårtbjörk en högre totalproduktion än skärmar av glasbjörk.<sup>105, 106</sup>

<sup>97</sup> Bergqvist, G. 1999. Wood volume yield and stand structure in Norway spruce understory depending on birch shelterwood density. *For. Ecol. Manage.* 122, s 221–229.

<sup>98</sup> Mård, H. 1996. The influence of a birch shelter (*Betula* spp) on the growth of young stands of *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 11, s 343–350.

<sup>99</sup> Tham, Å. 1988. Yield prediction after heavy thinning of birch in mixed stands of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.) SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* 23. Doktorsavhandling.

<sup>100</sup> Valkonen, S. & Valsta, L. 2001. Productivity and economics of mixed two-storied spruce and birch stands in Southern Finland simulated with empirical models. *For. Ecol. Manage.* 140, s 133–149.

<sup>101</sup> Johansson, T. 2001. Björkskärm över gran – resultat från försök anlagda 1983–1984. SLU, inst. för skogshushållning. *Rapport* 16.

<sup>102</sup> Valkonen, S. & Ruuska, J. 2003. Effect of *Betula pendula* admixture on tree growth and branch diameter in young *Pinus sylvestris* stands in Southern Finland. *Scand. J. For. Res.* 18, s. 416–426.

<sup>103</sup> Bergqvist, G. 1999. Wood volume yield and stand structure in Norway spruce understory depending on birch shelterwood density. *For. Ecol. Manage.* 122, s 221–229.

<sup>104</sup> Klang, F. & Ekö, P.-M. 1999. Tree properties and yield of *Picea abies* planted in shelterwoods. *Scand. J. For. Res.* 14, s 262–269.

<sup>105</sup> Tham Å. 1994. Crop plans and yield prediction for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.). *Studia Forestalia Suecica* 195, s 1–25.

<sup>106</sup> Valkonen, S. & Ruuska, J. 2003. Effect of *Betula pendula* admixture on tree growth and branch diameter in young *Pinus sylvestris* stands in Southern Finland. *Scand. J. For. Res.* 18, s. 416–426.

Den skärmtäthet man eftersträvar är en avvägning mellan flera faktorer:

- En tät skärm ger ett bättre frostskydd och har en mer dämpande effekt på stubbskotten.<sup>107</sup> En skärm med 1 500 björkar per hektar ger ett bra frostskydd, men då måste skärmen glesas ut tidigt för att inte hämma granens utveckling i allt för hög grad.<sup>108</sup>
- En tät skärm påskyndar björkarnas kvistrensning, vilket minskar risken för att granens toppar ska bli piskade av dem.
- En gles skärm kan vara ett alternativ om risken för frost är liten. I en gles skärm kan granen utvecklas bättre. Skärmar med ca 500 björkstammar per hektar förefaller inte minska granens volymproduktion nämnvärt.<sup>109, 110</sup>

Skärmröjning är en intensivare form av skogsvård än brukligt och kräver en stor påpasslighet för att resultatet ska bli lyckat.

Skillnaden i dimension mellan granen och björken kan ge problem i drivningsarbetet, eftersom trädslagen uppnår gagnvirkesdimension vid olika tidpunkt. Vid konventionell gallring måste granar som ej kan tillvaratas avlägsnas i stickvägarna samtidigt som en extra gallring av granen blir nödvändig inom kort. Den första genomgallringen av beståndet riskerar därmed att bli dyr. Ett alternativ till konventionell gallring i denna typ av bestånd kan vara att ta ut energived. Eftersom skogsbränslesortimenten är mindre känsliga för trädens dimensioner är det möjligt att tillvarata båda trädslagen redan vid första ingreppet.

**Kronobergsmetoden.** Den mest etablerade metoden för skärmröjning är den så kallade Kronobergsmetoden.<sup>111</sup> Den innebär att björkskärmen och underbeståndet av gran röjs i tre steg:

1. Lövträden röjs ned till ca 1,7 m förband (ca 3500 st/ha) när de nått en höjd av 3–4 m. Om granplantorna står mycket tätt utförs samtidigt en plantröjning. Granarna brukar i detta läge vara 0,5–1 m höga.
2. Efter 7–8 år röjs skärmen, som då är 6–9 m hög, till 2,5–3 m förband. Granen röjs till produktionsförband.
3. Då björkskärmen nått 8–12 m höjd avvecklas den. Eventuellt sparas ett antal björkar för att ingå i det framtida beståndet.

<sup>107</sup> Andersson, S.-O. 1984. Om lövröjning i plant- och ungskogar. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 82:3–4, s 69–96.

<sup>108</sup> Andersson, S.-O. 1985. Treatment of young mixed stands with birch and conifers. I: Hägglund, B. och Peterson, G. Broadleaves in boreal silviculture – an obstacle or an asset? SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapport* 14, s 127–161.

<sup>109</sup> Tham, Å. 1988. Yield prediction after heavy thinning of birch in mixed stands of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.) SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* 23. Doktorsavhandling.

<sup>110</sup> Johansson, T. 2001. Björkskärm över gran – resultat från försök anlagda 1983–1984. SLU, inst. för skogshushållning. *Rapport* 16.

<sup>111</sup> Johansson, A. 1992. Föryngring av gran under björk. *Lantbrukspraktika* 1992, s 205–212.

## Björkröjning för att bibehålla ett blandbestånd

I blandbestånd med en god dimensionsutveckling hos både barrträd och lövträd finns goda förutsättningar att gallringarna av de ingående trädslagen kan utföras samtidigt.

På grund av trädslagets olika tillväxtrytm kan ett snabbväxande trädslag lätt bli dominant och hämma tillväxten hos övriga trädslag. Möjligheterna att förhindra detta genom selektiv röjning är små, fransett borttagandet av enstaka vargträd. Trädets tidiga tillväxt, där bland annat etablering och ståndort har betydelse, kommer att vara avgörande.

Forskningen kring röjning av långsiktiga blandningar mellan björk och barrträd är begränsad och innefattar bara ett fåtal beståndstyper.

**Gran och björk.** Om målet är att röja fram en blandning mellan gran och björk där båda trädslagen har möjlighet att utvecklas, bör björken inte ha fått för stort försprång. Granens dimensionsutveckling hålls tillbaka om björken är förväxande. Om björkens initiala höjd är något högre förefaller både gran och björk ha neutrala förutsättningar för sin tillväxt.<sup>112</sup> Samtidigt är björken ljuskrävande och om höjdskillnaden mellan granen och björken är för liten i ungskogsstadiet är risken stor att björken inte kommer att utvecklas tillfredsställande.

**Tall och björk.** Eftersom både tall och björk är ljuskrävande är balansen i en blandning mellan trädslagen särskilt beroende av höjdförhållandet mellan trädslagen i utgångsläget. Om något av trädslagen i denna blandning kommer efter är risken stor att möjligheterna till ett framtida blandbestånd spolieras. Ett lämpligt utgångsläge för denna typ av blandning bör således vara ett bestånd där tallen och björken är jämnhöga.

En blandning mellan tall och björk kommer att kräva stor påpasslighet vid skötseln under hela omloppstiden.

## Strategier för bibehållit blandbestånd

Det finns i princip två strategier för att bibehålla ett blandbestånd efter röjning, dels genom trädvis blandning och dels genom gruppvis blandning, mosaikstruktur.

**Trädvis blandning.** I en trädvis blandning kan man utnyttja trädets olika tillväxtrytm och olika egenskaper, till exempel skillnader i skuggtålighet. Man har också möjlighet att justera trädslagsfördelningen under en omloppstid.

Genom att gradvis gynna trädslag med uthållig tillväxt vid ökande beståndsålder kan en hög produktion vidmakthållas.<sup>113</sup>

<sup>112</sup> Fahlvik, N., Agestam, E., Nilsson, U. & Nyström, K. 2005. Simulating the influence of initial stand structure on the development of young mixtures of Norway spruce and birch. *For. Ecol. Manage.* 213, s 297–311.

Lindén, M. 2003. Increment and yield in mixed stands with Norway spruce in southern Sweden. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria* 260.

<sup>113</sup> Frivold, L.-H. 1982. Bestandsstruktur og produksjon i blandningsskog av bjørk (*Betula verrucosa* Ehrh., *B. pubescens* Ehrh.) og gran (*Picea abies*) i Sydøst-Norge. *Meldinger fra Norges Landbrukskøleskole* 61(18).

Mielikänen, K. 1985. Effects of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. *Communicationes Institutii Forestalis Fenniae* 133, s 495–500. (På finska med engelsk sammanfattning.)

Skötseln är krävande på grund av den mer komplexa strukturen och interaktionen mellan trädslagen.

**Gruppvis blandning.** I en gruppvis blandning kan det trädslag gynnas som är mest lämpat för den lokala ståndorten i beståndet. Trädslagsfördelningen blir därefter tämligen låst.

Skötselrekommendationer för respektive trädslag tillämpas inom trädslagsrena grupper. Det är också enklare att bibehålla trädslagsblandningen på beståndsnivå om trädslagen separeras.

Om trädslagen har olika mognadsåldrar kan det vara svårt att avgöra vad som är en lämplig omloppstid för beståndet. Det är till exempel inte troligt att ett bestånd som innehåller stora grupper med björk bör ha samma omloppstid som ett rent barrbestånd, om målet är en hög produktion.

### ***Heterogena ungskogar***

I heterogena bestånd finns uttalade skillnader i trädslagsfördelning, trädens höjd och trädens rumsliga fördelning. Ofta beror detta på otydliga mål vid beståndsanläggningen eller på misslyckad beståndsvård.

Genom att skötseln i sådana bestånd måste anpassas till ungskog med större variation blir röjningarna ofta komplicerade. Samtidigt är tydliga mål särskilt viktiga vid röjning i heterogena skogar, eftersom möjligheterna att påverka skogens struktur är större än i homogena bestånd.

Variationer i ståndorten inom ett bestånd har betydelse för de rumsliga skillnaderna i beståndsstrukturen eftersom trädslagen växer olika på olika marker. Omfattande skador på ett trädslag kan främja andra trädslag och påverka trädens och trädslagens fördelning.

Röjningen behöver ofta anpassas till de förhållanden som råder runt ett enskilt träd eller i en trädgrupp. Delar av beståndet kan dock ofta skötas enligt de metoder och rekommendationer som finns för mer homogena bestånd.

### **Olika röjningsstrategiers effekter**

Skogsforskningen har inte ägnat sig åt röjning i blandade och i skiktade bestånd i särskilt stor omfattning. Ett undantag är dock blandbestånd med björkskärm över gran.<sup>114</sup>

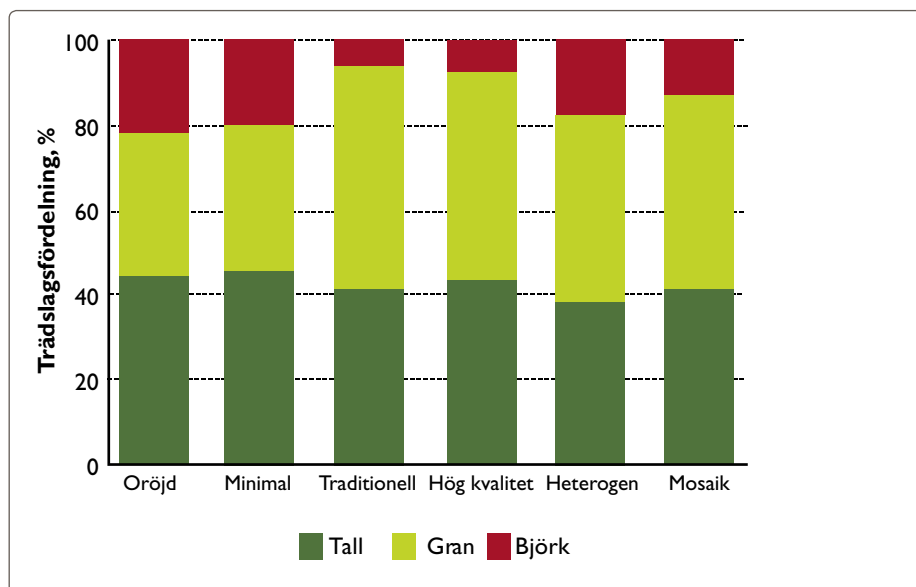
En undersökning har emellertid gjorts av olika röjningsstrategiers effekter på ett ungt blandbestånd på medelbonitet i södra Sverige av tall, gran och björk med stor variation i trädslagsfördelning, dimensionsfördelning och trädens rumsliga fördelning.<sup>115</sup> De olika strategierna påverkade beståndets trädslagsfördelning både på kort och lång sikt (figur R24 och tabell 1).

<sup>114</sup> Se s 31–33, ”Skärmröjning”.

<sup>115</sup> Fahlvik, N., Agestam, E., Nilsson, U. & Nyström, K. 2005. Simulating the influence of initial stand structure on the development of young mixtures of Norway spruce and birch. *For. Ecol. Manage.* 213, s 297–311.

Tabell 1 Stamantal, medeldiameter och medelhöjd för försökslokalen vid tidpunkten för röjning.

	Stamantal per ha	Diameter (cm)	Höjd (m)
<b>Tall</b>	3000	4,5	3,8
<b>Gran</b>	2400	4,6	4,4
<b>Björk</b>	1600	5,8	5,7
<b>Totalt</b>	<b>7000</b>	<b>5,5</b>	<b>4,9</b>



Figur R24 Trädslagsfördelning efter röjning baserad på stamantal.<sup>116</sup>

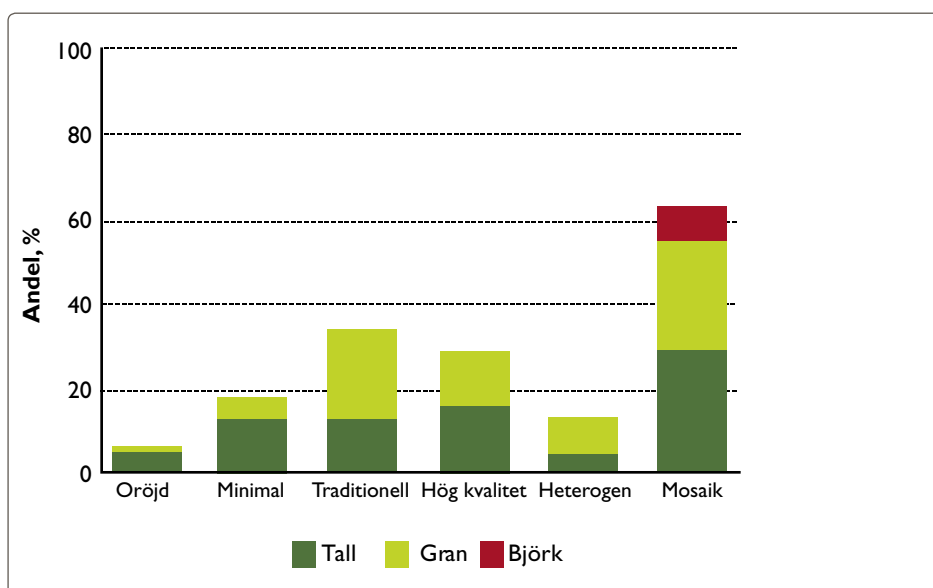
Undersökningens resultat var:

- *Ingen röjning* – Resulterade i en större lövandel under hela omloppstiden än med traditionell röjning, samt högst totalproduktion.
- *Minimal röjning* – Extrema vargtyper röjdes bort och täta grupper glesades ut. Växtliga barrträd av hög kvalitet gynnades i första hand. Billig och snabb metod. Resulterade i en större lövandel under hela omloppstiden än med traditionell röjning, samt lika hög totalproduktion som det oröjda beståndet.
- *Traditionell röjning* – Röjning underifrån till normalt produktionsförband. De växtligaste barrträden gynnades. Björk sparades endast i luckor eller som ersättningsträd till svårt skadade barrträd. Extrema vargträd avlägsnades. Totalproduktionen tämligen hög.
- *Kvalitetsinriktad röjning* – Röjning till normalt produktionsförband. Tall av hög kvalitet sparades i första hand för att skapa ett barrbestånd av högsta möjliga kvalitet. Björk sparades i luckor och som ersättningsträd till svårt skadade barrträd. Björk av mycket god kvalitet prioriterades framför barrträd av dålig kvalitet. Vargar röjdes konsekvent bort. Totalproduktionen tämligen hög.

<sup>116</sup> Fahlvik, N. 2005. Aspects of Precommercial Thinning in Heterogeneous Forests in Southern Sweden. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2005:68.



- *Röjning för bibehållen heterogenitet* – Röjning till normalt produktionsförband. Glesare förband tillämpades där beståndet var starkt skiktat, varvid tall och björk främst sparades i det dominerande trädskiktet. Trädslagsblandningen och höjdvariationen bibehölls i så stor utsträckning som möjligt. Stamval med ringa hänsyn till kvalitet och dimension. Extrema vargar röjdes konsekvent bort. Andelen björk vid slutavverkning var stor. Lägst totalproduktion.
- *Röjning för beståndsmosaik* – Röjning i huvudsak underifrån till normalt produktionsförband för respektive trädslag i trädgrupper dominerade av ett enskilt trädslag med avseende på trädhöjd och stamantal. Extrema vargar avlägsnades. Resulterade i störst andel trädslagsrena provytor efter röjning (figur R25). Andelen björk vid slutavverkning var stor. Lägst totalproduktion.



Figur R25 Andel av provytor som domineras av ett trädslag (>70 av stamantalet).<sup>117</sup>

Skillnaderna i trädslagsfördelning var på det stora hela relativt små om röjningen skett till normala stamantal.

Huvudstammarna visade sig till 75 % bli desamma i traditionell röjning som i andra röjningar till normala förband. Detta visar att stamvalet i huvudsak bestäms av förband och trädegenskaper och inte av röjningsstrategin.

Försöket visar att det går att påverka den heterogena skogens struktur över en omloppstid genom att tillämpa olika strategier från röjningen och framåt.

- Röjningstidpunkten är viktig. Ju senare röjningen utförs, desto mindre kan man påverka. Tidiga och upprepade röjningar är befogade i beståndsdelar med många trädslag och höga stamantal. I områden med mer homogen struktur kan en enstaka röjning vid normal röjningstidpunkt vara tillräcklig.

<sup>117</sup> Fahlvik, N. 2005. Aspects of Precommercial Thinning in Heterogeneous Forests in Southern Sweden. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2005:68.



- Olika beståndsdelar kräver olika utformning av røjningen samt mycket god och detaljerad kännedom om beståndet och dess strukturer i olika delar.
- De olika røjningsstrategierna i den heterogena skogen ger upphov till skillnader i volymproduktion, trädslagsfördelning och dimensionsfördelning, vilket påverkar det ekonomiska utbytet under omloppstiden. Om røjningen uteblir eller endast utförs i begränsad omfattning äventyras ekonomin i förstagallringen eftersom fler och klenare stammar måste tas ut.
- Möjligheterna att påverka trädslagsfördelningen i framtiden minskar om det framtida beståndet i huvudsak måste byggas på de största träden, oavsett trädslag.

Många av de ungskogsbestånd som är aktuella för bränsleskörd har en historik och trädslagsfördelning som påminner om de heterogena beståndens. Som framgår här så har man begränsade möjligheter att i den sena røjningen påverka stamvalet, oavsett strategi. Den stamfördelning vi har skapat följer med under omloppstiden om vi inte røjner i tid. Sannolikt påverkar det produktionen negativt.

## Rövningsteknik

Eftersom rövning är en skogsvårdsåtgärd där virket normalt inte tas tillvara, innebär åtgärden en kostnad (investering) för skogsägaren. Det är i skogsägarens intresse att åtgärden kan göras så kostnadseffektiv som möjligt. Ett sätt att åstadkomma detta är att använda och utveckla bra rövningsteknik.

Idag är motormanuell rövning med buren röjsåg den helt dominerande tekniken, men försök att utveckla en mekaniserad (maskinell) rövning pågår. Kanske kommer rövning att utföras av rövningrobotar i framtiden. Maskinella metoder lämpar sig särskilt till rövning för uttag av skogsbränsle.

(En resumé över rövningsteknikens historia finns på s 65.)

### Manuell rövning

Manuell rövning utförs med rövkniv eller rövjyxa (figur R26), alternativt med ren handkraft. Tekniken används idag inte i kommersiell rövning, men självverksamma skogsägare nyttjar ibland denna teknik vid rövning eller rensning av mindre områden.



*Figur R26* Olika handredskap för manuell rövning.  
Illustration Bo Persson.

### Motormanuell rövning

Motormanuell rövning innebär att rövningen sker med en buren (motor-) röjsåg (figur R27). Detta är den helt dominerande tekniken idag vid rövning. För att motormanuell rövning skall bli effektiv krävs bra och rätt inställd utrustning, god arbetsplanering och rätt arbetsteknik.<sup>118</sup>

En anställd person som arbetar med röjsåg skall också ha genomgått utbildning för denna typ av arbete. Det kravet gäller inte självverksamma.



*Figur R27* Röjsåg för motormanuell rövning.  
Illustration Bo Persson.

<sup>118</sup> Iwarsson, M. 2001. *Motormanuell rövning*. Skogforsk.Handledning.

**Teknikutveckling.** Sedan några år finns en stångburen kedjesåg på marknaden. Motorn bärs i en sele på ryggen och belastningen blir därigenom mer symmetrisk än för en konventionell röjsåg. Ännu finns begränsad kunskap om tidsåtgång och effektivitet men man bedömer att ergonomiska fördelar finns tack vare den jämnare belastningen. De resultat som finns visar att kedjesågen är effektivare i vissa beståndstyper men likvärdig eller till och med mindre effektiv i andra. Vid punkttröjning i granplanteringar har kedjesågen visat sig vara betydligt effektivare än konventionell röjsåg<sup>119</sup>. I avvaktan på metodutveckling och mer vana hos røjarna får kedjesågen ännu betraktas som ett bra komplement och inte en ersättare till den konventionella röjsågen.



*Figur R28* Prototyp till röjsåg avsedd för toppröjning.  
Foto PM Ekö.

### Mekaniserad (maskinell) röjning

Mekaniserad eller maskinell röjning innebär att röjningen utförs med någon form av röjningsaggregat monterat på och manövrerat från en terränggående maskin. Trots flera försök att utveckla tekniken, har man inte lyckats få den kommersiellt användbar, förutom möjligen vid uttag av skogsbränsle<sup>120</sup>.

**Teknikutveckling.** Vimek AB har utvecklat en liten (1,6 m bred) prototyp till en beståndsgående röjningsmaskin med ett kranspetsmonterat röjningsaggregat. En studie i experimenttrigg visade att maskinen skulle vara konkurrenskraftig mot röjsågen. Men vid tidsstudier i fält visade det sig att den inte var det.

<sup>119</sup> Gunnarsson, M. 2010. Effektivare röjningssätt med kedjeröjsågen? SLU, Skogsmästarskolan. *Examensarbete i skogshushållning* 2010:17.

<sup>120</sup> Se s 42f.

Under utvecklingsarbetet med stråkröjning (se s 10) har Skogforsk tagit fram en prototyp (figur R29) som består av en redskapsbärare med ett breddavverkande aggregat (grenkross). Maskinen har testats i praktisk drift och de första uppföljningarna har visat att maskinen kan hålla en tillräckligt hög framryckningshastighet för att den skall vara lönsam.<sup>121</sup> Senare erfarenheter av stråkröjning i ett stort antal bestånd har emellertid visat att metoden i dagsläget inte kan konkurrera med motormanuell röjning. Dels ger den inte billigare röjning dels finns det en utbredd ovilja mot att gå in med maskiner i röjningsbestånd. Detta har medfört att det idag inte finns några maskiner av denna typ i praktisk drift.



Figur R29 Prototyp av grenkross avsedd för stråkröjning. Foto Lennart Sjödin/Skogforsk.

### Automatiserad röjning (robotröjning)

Detta är en utvecklingsidé som skulle kunna resultera i terränggående autonoma röjningsrobotar som kan röja selektivt. Att roboten skall vara autonom innebär att ”föraren” inte skall styra maskinen direkt, utan snarare arbetsleda en eller flera robotar. Skall idén bli till verklighet, måste roboten vara kostnads-effektiv, tillförlitlig och säker, samt kunna prestera ett godtagbart resultat.

Redan idag finns en hel del av den teknik som är nödvändig för att en robot skall kunna navigera och orientera sig, samt hitta, välja och behandla träd i ett skogsbestånd. Med hjälp av bland annat maskinellt seende, radar- och lasersensorer samt GPS skulle en maskin kunna ta sig fram i beståndet och även identifiera stammar och styra röjningsaggregatet.<sup>122</sup>

<sup>121</sup> Bergkvist, I. 2006. Praktisk uppföljning visar att stråkröjning har stor potential. Skogforsk. *Resultat* nr 2.

<sup>122</sup> Vestlund, K. 2005. Aspects of Automation of Selective Cleaning. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2005:74.

För att kunna göra ett bra stamval behöver roboten konkreta röjningsregler. Ett beslutsstöd med tydliga regler har utvecklats,<sup>123</sup> där variablerna trädslag, position, diameter och förekomst av skada används för att välja stammar – egenskaper som skall vara möjliga att mäta automatiskt. Beslutsstödet har utvärderats med hjälp av simuleringar i ett 20-tal ungskogsbestånd och även jämförts med 12 erfarna röjares stamval i några av bestånden. Simuleringarna visade att beståndens utgångsläge (stamantal, trädslagsblandning, förekomst av skador etc) påverkade röjningsresultatet, men att de uppsatta målvärdena (t ex stamantal och lövandel) generellt kunde nås. Resultaten påverkades också mer av beståndens utgångsläge än av om röjningen hade utförts med hjälp av beslutsstödet eller av en erfaren röjare. Fortfarande återstår det dock mycket utvecklingsarbete innan en röjningsrobot kan testas i praktisk drift.

### Teknik för uttag av skogsbränsle

Röjning för uttag av skogsbränsle lämpar sig särskilt för maskinella metoder, eftersom röjstammarna då skall samlas ihop och vidaretransporteras.

Skogsbränsle är potentiellt ett attraktivt sortiment i eftersatta röjningar. Men även om det finns exempel på lönsamma skogsbränsleavverkningar i eftersatta röjningar har det hittills varit svårt att nå en tillräckligt hög produktivitet.<sup>124</sup> I några fall har en stor andel av framtidsträden (kvarlämnade huvudstammar) skadats vid själva avverkningen. Det förefaller dock vara möjligt att höja produktiviteten kraftigt genom en helt schematisk röjning mellan stickvägarna – istället för selektiv – med ett ackumulerande fällaggregat.<sup>125</sup>

Även teknik för att transportera skogsbränsle till värmeverk studeras. Metoden att flisa de avverkade träden direkt vid stickväg, varefter flisen sedan transporteras i containers, har visat sig vara känslig för störningar. Att flisa vid bilväg, och sedan transportera i flislastbilar är vanligt, speciellt när mottagande värmeverk inte har möjlighet till sönderdelning.<sup>126</sup>

**Teknikutveckling.** För att uttag av skogsbränsle i röjning skall bli lönsamt krävs en teknik- och metodutveckling, såväl för avverkning som för transport. Utvecklingsarbetet med avverkningstekniken har till stor del handlat om kranspetsmonterade ackumulerande (flerträdshanterande) fällaggregat (figur R30) som kan monteras på basmaskiner av olika storlek.<sup>127, 128</sup>

<sup>123</sup> Vestlund, K., Nordfjell, T. Eliasson, L. & Karlsson, A. 2006. A Decision Support System for Selective Cleaning. *Silva Fennica* 40:2, s 271–289.

<sup>124</sup> Ersson, T. 2007. Produktivitet vid selektivt mekaniserad bioenergiröjning av eftersatta röjningsbestånd. SLU, inst. för skoglig resurshushållning. *Arbetsrapport* 166.

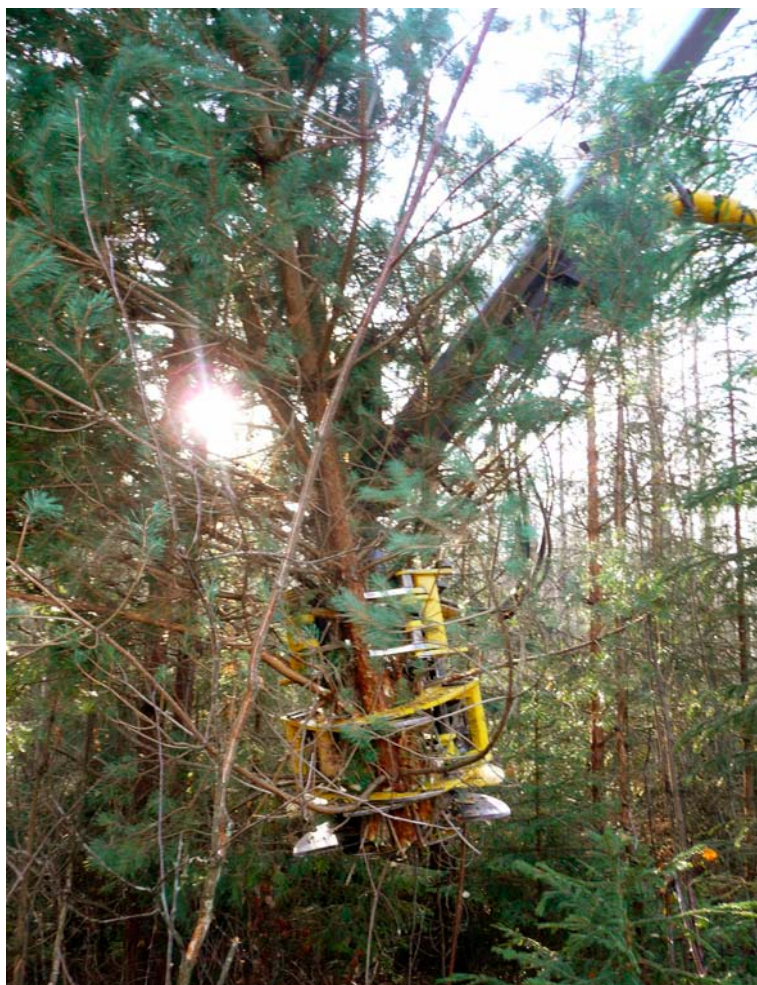
<sup>125</sup> Bergström, D., Bergsten, U., Nordfjell, T. & Lundmark, T. 2007. A new technique for compression of tree bunches from young stands. *Silva Fennica* 41(1), s 137–147.

<sup>126</sup> Se även s 58f, ”Skogsbränsle och röjning”.

<sup>127</sup> Gullberg, T. & Liss, J.-E. 1997. Sänkta skogsvårdskostnader och ökade bränslevolymer med ny teknik. *Bioenergi* nr 3.

<sup>128</sup> Eriksson, P. & Rytter, L. 2000. Bränsleuttag med drivare – ett alternativ till sen röjning i lövbestånd. Skogforsk. *Resultat* nr 4.





*Figur R30* Röjningsklipp – ett flerträdshanterande fällaggregat.  
Foto Nils Pettersson.

Den vanligaste metoden som har prövats är att maskinerna arbetar selektivt från stickväg, ibland med ett tätt stickvägsnät och ibland med ett bredare stickvägsnät (beroende av kranens räckvidd). Utvecklingen inom teknik för skogsbränsleskörd går mot större maskiner och mot maskiner som är flexibla så att de kan skörda både skogsbränsle och massaved. Nödvändigt är dock att på ett effektivt sätt kunna hantera småträd.

Buntning av trädhögar anses också vara ett alternativ som ger effektiv lastning och transport med konventionella rundvirkesfordon, liksom bättre lagringsmöjligheter.<sup>129</sup> På grund av höga kostnader för buntning har metoden inte ännu slagit igenom

### **Kemisk röjning**

Kemisk röjning innebär att plantor, buskar eller träd dödas med hjälp av kemikalier som innehåller gifter eller tillväxthormoner. Kemisk röjning är inte tillåten idag annat än genom särskild dispens som kan ges av kommun.<sup>130</sup>

<sup>129</sup> Pettersson, M. & Nordfjell, T. 2007. Fuel quality changes during seasonal storage of compacted logging residues and young trees. *Biomass and Bioenergy* 31, s 782-792.

<sup>130</sup> Beträffande tidigare använd kemisk röjning, se s 61.



## Biologisk röjning

Även om ”biologisk röjning” inte är ett etablerat begrepp för det tankarna till människans möjligheter att nyttja t ex betande tamboskap för att påverka vegetation och trädslagsblandning. Exempelvis kan får fungera som gräs- och lövslyröjare.<sup>131</sup> I Sverige har nog detta främst använts i landskapsvårdande syfte där man önskat bibehålla ett kulturlandskap med skogsbete<sup>132</sup>. Internationellt finns även så kallade agroforestrysystem där man kombinerar skogsodling med betesdrift på samma areal.

I praktiken utför också älg, rådjur och hjort en ”röjning” i ungskogarna, även om det sker utan mänsklig avsikt. Även andra organismer som t ex svampar kan ha samma inverkan.

Hårt bete av rådjur och älg missgynnar tall och många lövträd som är begärliga foderväxter, men gynnar gran.<sup>133</sup> I södra Sverige har arealerna med granskog ökat genom att skogsägarna planterat gran i stället för andra trädslag p g a problemen med viltbete. I granplanteringar kan viltbetet av älg faktiskt ge ett positivt skogsskötselbidrag genom att övrig vegetation hålls nere. Röjningsbehovet blir därigenom inte lika stort och röjningskostnaden blir lägre.<sup>134</sup> Ett högt betetryck kan dock på sikt vara ett hot mot den biologiska mångfalden.

<sup>131</sup> Sundås, S. 1993. Hyggesbetning med får. SLU. *Fakta Husdjur* nr 4.

<sup>132</sup> Kumm, K.-I. 1996. Mera betesdjur för landskapsvård. Naturvårdsverket. *Rapport* 4591.

<sup>133</sup> Bergqvist, J. 1998. Bete av rådjur och älg – mer gran och mindre blåbär i skogen. SLU. *Fakta Skog* nr 12.

<sup>134</sup> Bäck, H. 2004. Betydelse av viltstängsel för planterade granbestånds utveckling fram till röjningsstadiet. SLU, inst. för skogsskötsel. *Examensarbete* 2004-3.

## Skador i röjningsbestånd

**Unga skogar kan drabbas av olika skador. Dessa skaderisker bör beaktas såväl vid beståndsanläggning som vid röjning. I många fall påverkar skaderiskerna när (tidpunkt) och hur röjning bör utföras.**

Ofta brukar man dela upp skadefaktorerna i abiotiska och biotiska skador.

- *Abiotiska skador* är förknippade med väder- och klimatbetingelser som påverkar träden, till exempel köld, snö, vind och torka.
- *Biotiska skador* är skador som orsakas av djur, svampar och växter.

Dessa skadefaktorer är i regel lika naturliga i ekosystemet som träden själva, men för skogsägaren blir de ”skadegörare” när de hotar att försvaga eller döda de framtidssträd (huvudstammar) som skogsägaren önskar satsa på.

Många gånger finns det även samband mellan abiotiska och biotiska skador genom att träd som drabbats av en skada får nedsatt vitalitet och sedan lättare drabbas av andra skador.

### **Abiotiska skador**

#### **Snöskador**

Av de abiotiska skadefaktorerna är det framför allt snöskador som kan medföra allvarliga problem i etablerade ungskogar. Normalt är snö inget problem för ett träd, men tung och blöt snö som sedan fryser fast i trädkronorna kan medföra en så stor belastning att träden bryts av eller böjs av tyngden. De största riskerna för snöskador finns längs norrlandskusten och i fjällnära skog.<sup>135</sup>

I stamtäta ungskogar, som ofta är resultatet av otillräcklig eller eftersatt röjning, har träden prioriterat höjdtillväxten framför diametertillväxten. Resultatet är ett bestånd med många gängliga träd som löper en stor risk att drabbas av snöbrott.<sup>136, 137</sup> Efter en röjning i ett sådant bestånd är riskerna för snöbrott påtagliga, eftersom stammarna kommer att vara fortsatt känsliga för snöskador innan de hunnit stabilisera sig. Flera svaga röjningar under några års tid kan då vara bättre än att göra en enda stark röjning. Det är också bättre att göra dessa röjningar på våren så att träden får längre tid att stabilisera sig innan de drabbas av nästa snöfall.

<sup>135</sup> Valinger, E. & Fridman, J. 1999. Models to assess the risk of snow and wind damage in pine, spruce, and birch forests in Sweden. *Env. Manage.* 24, s 209–217.

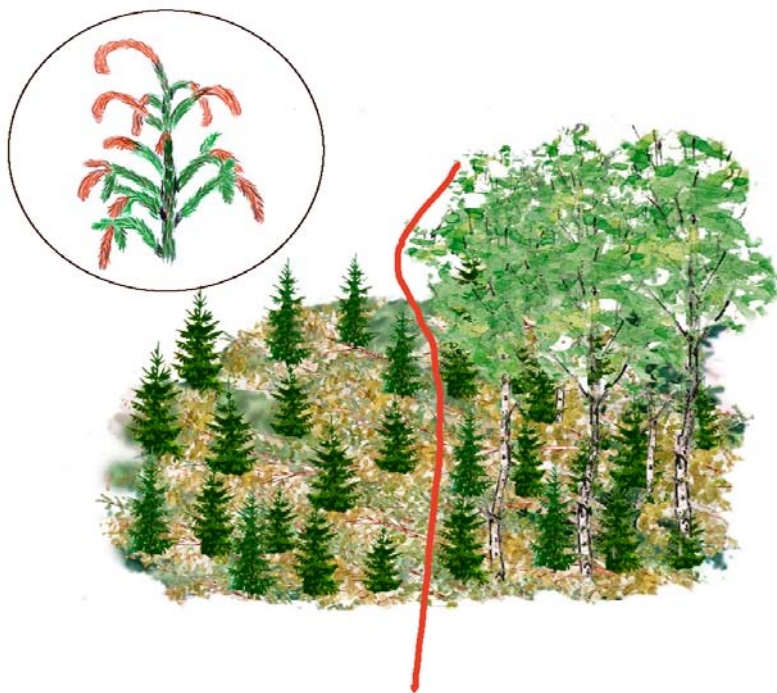
<sup>136</sup> Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och uppsatser* Nr 23.

<sup>137</sup> Huuri, O. Lähde, E. & Huuri, L. 1987. Effect of stand density on the quality and yield of young Scots pine plantations. *Folia Forestalia* 685.

## Frostskador

På frostlänta marker<sup>138</sup>, vilka oftast ligger lågt i terrängen, kan skogsplantor skadas eller dödas av frost. I första hand är det frost under plantornas tillväxtperiod som är allvarliga. Marknära frost uppkommer vanligtvis under vindstilla och molnfria nätter på öppen plan mark och i svackor där den kalla luftmassan ligger kvar.<sup>139</sup>

En lågskärm av löv kan fungera som ett isolerande ”täcke” som bevarar utstrålade markvärme under kalla, klara nätter. Frostkänsliga granplantor under en sådan skärm får då större chans att överleva (figur R31).<sup>140</sup>



*Figur R31* Oskyddade ungranar på frostlänt mark till vänster om linjen. Infällt: frostskadade nya skott. Björkskärmen till höger om linjen bevarar värmeutstrålningen från marken och minskar frostrisken. Illustration Bo Persson.

## Vindskador

Risken för vindskador är oftast liten i unga skogar, men ökar ju äldre och högre träden blir. Träd som nyligen friställts vid till exempel gallring, fröträdställning eller skärmställning är ofta instabila och känsliga för vindskador.<sup>141</sup>

Generellt blåser det mest längs fjällkedjan samt i södra och västra Sverige. Vid riktigt höga vindstyrkor uppstår allvarliga vindskador oberoende av tidigare skötsel, trädslag, markförhållanden etc.

<sup>138</sup> [Marker] ”som har ofta återkommande, svår frost”. (Håkansson, M. 2000. (Redaktör.) *Skogencyklopedin*. Sveriges Skogsvårdsförbund. (Skogencyklopedin är även digitalt tillgänglig på [www.skogforsk.se/Kunskap Direkt/Skogencyklopedin](http://www.skogforsk.se/Kunskap_Direkt/Skogencyklopedin).)

<sup>139</sup> Ottosson-Löfvenius, M. 1993. Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area. SLU, inst. för skogsekologi. *Doktorsavhandling*.

<sup>140</sup> Se s 31–33, ”Skärmröjning”.

<sup>141</sup> Persson, P. 1975. Stormskador på skog: uppkomstbetingelser och inverkan av skogliga åtgärder. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och uppsatser* nr 36.

I vindutsatta områden bör ungskogar röjas tämligen hårt för att ge de unga träden god tid att anpassa sin rotbildning och stamform, så att de klarar den framtida vindbelastningen bättre. Beståndskanterna kan röjas glesare så att de utvecklas till ”skyddszoner” som bromsar upp vinden, och möjligen kan man minska risken för vindskador genom att under beståndsanläggning och röjning eftersträva variation i trädslagsblandningen. Men om detta finns det motstridiga uppfattningar.

## **Biotiska skador**

### **Närstående träd**

Ett träd kan skadas av andra närstående träd genom undertryckning, dvs att trädet i konkurrens hamnar ”på efterkälken”, eller piskning.

**Undertryckning.** Trädens konkurrens om tillväxtfaktorerna kan göra att startsnabba trädindivider eller trädslag med en god tidig tillväxt, till exempel vargtyper och lövträd, blir dominerande och undertrycker huvudstammar av god kvalitet. Röjning i rätt tid motverkar detta. Uteblir röjningen, eller om den görs för sent, begränsas valmöjligheterna genom att de tänkta framtidsträden har blivit så undertryckta att de inte längre kan utgöra grunden för det framtida beståndet.<sup>142</sup> I stället för att skogsägaren med skogsskötseln styr beståndets utveckling, kan det bli så att beståndets utveckling styr skogsägarens valmöjligheter i kommande åtgärder.

**Piskning.** Grenar på förväxande lövträd kan, när det blåser, ”piska” toppskotten på närstående (barr)träd. Följden blir mekaniska skador på toppskottet. De piskskadade träden överlever i regel, men höjdtillväxten hämmas och skadorna kan leda till kvalitetsnedsättande fel som dubbeltopp eller slängkrök. För att undvika piskskador på de tänkta framtidsträden bör därför röjningen göras i tid.

### **Insekter**

De skadeinsekter som vi främst har att beakta i samband med röjning är den sextandade barkborren som angriper granar, och mörghornarna som angriper tallar. Risken för skador från dessa insekter beror bland annat på hur mycket lämpligt yngelmateriale som skapas genom röjningen, tidpunkt (under året) för röjningen, var i landet man befinner sig, samt väderbetingelser.

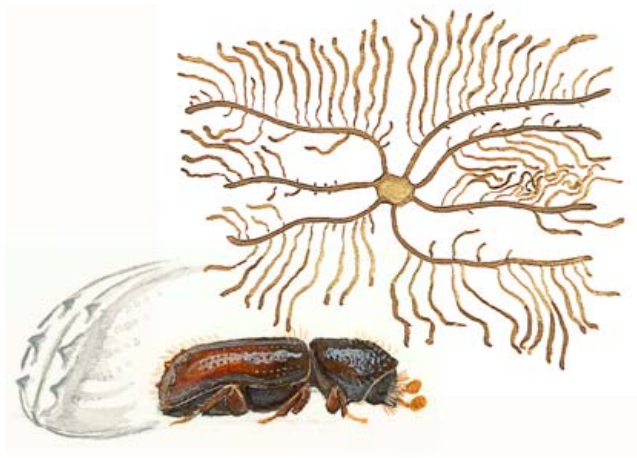
Klena barr- och lövträd kan röjas året om och lämnas i skogen, men för grövre barrstammar gäller föreskrifterna i skogsvårdslagen.<sup>143</sup> Med grövre stammar menas tallvirke med skorp bark och granvirke grövre än 10 cm. Om man lämnar mer än 5 m<sup>3</sup>sk/ha av sådant virke måste det transporteras bort eller behandlas så att det inte kan tjäna som yngelmateriale. Oavsett när man röjer så finns det alltså en begränsning hur mycket grovt virke man får lämna.

<sup>142</sup> Karlsson, A., Albrektsson, A. Elfving, B. & Fries, C. 2002. Development of *Pinus sylvestris* Main Stems Following Three Different Precommercial Thinning Methods in a Mixed Stand. *Scand. J. For. Res.* 17, s 256–262.

<sup>143</sup> Skogsvårdslagstiftningen. 2012. Skogsstyrelsen. Tillgänglig på: [www.skogsstyrelsen.se/Äga och bruca/Lagen](http://www.skogsstyrelsen.se/Äga_och_bruka/Lagen).

**Den sextandade barkborren.** En av Sveriges vanligaste barkborrar är den sextandade barkborren (figur R33). Den kan angripa och döda unga granar, <sup>144</sup> även om risken är liten för vitala träd. För att angreppen skall leda till att träden dör, krävs i regel att de är försvagade på något sätt (t ex genom torka). Förmodligen är det sällan som den sextandade barkborren ensam förmår att döda unga granar, men angrepp av sextandad barkborre kan efterföljas av angrepp av åttatandad barkborre. <sup>145</sup>

Eftersom den sextandade barkborren kan yngla i avverkningsavfall på hyggen, <sup>146</sup> är det svårt att hålla nere populationerna med restriktioner i virkeshanteringen. Många nyröjda granstammar kan locka sextandade barkborrar till beståndet, där det grövre, färska rönjningsvirket är ett bra yngelmateriale. Om det sedan följer en torrsommar kan det medföra svåra skador i ungsbogen.



Figur R33 Sextandad barkborre med gångsystem.  
Illustration Martin Holmer (montage).

Kunskapen om risken för angrepp av den sextandade barkborren på unga granskogar är begränsad. Men tanken med föreskrifterna i skogsvårdslagen är att förebygga skador genom att antingen transportera ut grövre rönjningsvirke (yngelmateriale) eller att behandla rönjningsvirket så att det inte längre är attraktivt som yngelmateriale när insekterna svärmar nästa gång.

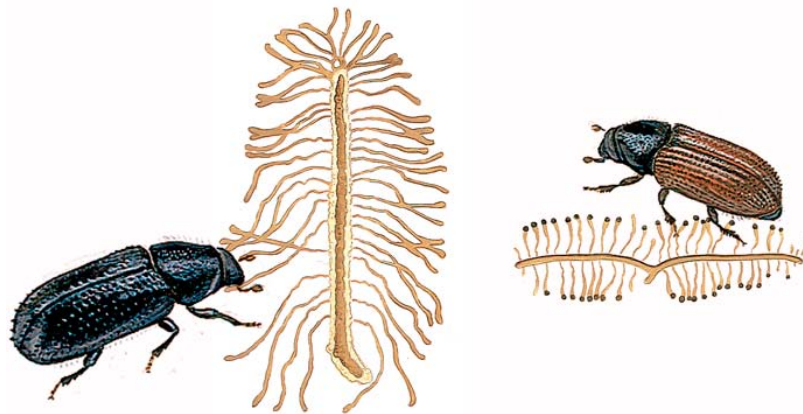
**Märgborrar.** Det finns två märgborrearter, *större* och *mindre märgborre* (figur R34), som liknar varandra i många avseenden men det är bara större märgborren som ynglar i rönjningsavfall av tall.

<sup>144</sup> Hedgren, P.O., Weslien, J. & Schroeder, L.M. 2003. Risk of attack by the bark beetle *Pityogenes chalcographus* (L.) on living trees close to colonized felled spruce trees. *Scand. J. For. Res.* 18, s 39–44.

<sup>145</sup> Hedgren, P.O., Weslien, J. & Schroeder, L.M. 2003. Risk of attack by the bark beetle *Pityogenes chalcographus* (L.) on living trees close to colonized felled spruce trees. *Scand. J. For. Res.* 18, s 39–44.

<sup>146</sup> Pettersson, T. 1974. Insektproduktionen i hyggesavfall. Statens Skogsmästarskola. *Rapport 4/1974.*





Figur R34 Större mörghor (till vänster) och mindre mörghor (till höger) med gångsystem. Illustration Martin Holmer (montage).

Större mörghorren vill ha grov bark och kan bland annat yngla i grövre, färskt röjningsvirke av tall, varför det i skogsvårdslagen även finns föreskrifter om mängden färskt tallvirke med skorp bark som får lämnas per hektar. Föreskrifterna i skogsvårdslagen är avsedda att förebygga skador.

Mörghorren svärmar i april–maj och lägger ägg i färskt tallvirke eller i stående försvagade tallar. Insekterna kläcks i regel under juli månad och flyger då upp i tallkronorna där de angriper mörghorren i årsskotten. Följden blir att årsskotten faller av, vilket sänker trädets tillväxt.<sup>147</sup> Upprepade angrepp leder till mätbara produktionsförluster och förlusten i volymtillväxt varierar med antalet angripna skott.

Den större mörghorren kan också orsaka traddöd, men då har dessa träd redan varit kraftigt försvagade av andra orsaker. Sannolikt är det då inte heller mörghorrens eget angrepp som dödar tallen, utan snarare de blånadssvampar som mörghorren för med sig.<sup>148</sup>

## Svampar

En rad svampar kan ge upphov till skador på unga skogar. Några av de allvarligaste är:

- gremmeniella
- knäckesjuka
- törskate
- rotröta.

Även om dessa svampskador normalt inte är direkt kopplade till röjningsåtgärden, så kan röjning vara positiv genom att stärka beståndets vitalitet.

<sup>147</sup> Långström, B. 1992. Mörghorreskador och tillväxtförluster efter tre års lagring av obarkat barrvirke. SLU. *Skogsfakta* nr 15.

<sup>148</sup> Långström, B. & Solheim, H. 2001. Vem dödar trädet – mörghorren eller dess blånadssvamp? SLU. *Fakta Skog* nr 11.



**Gremmeniella.** Gremmeniella, som också kallas ”granens toptorka och tallens knopp- och grentorka” leder i första hand till att barr och skott torkar och dör, vilket medför försämrad vitalitet och tillväxtförluster. Ibland uppstår stamsår, som kan stoppa transporten av fotosyntesprodukter i trädens ledningsbanor och i värsta fall resultera i att träden dör. Om träden överlever medför stamsåren ofta en nedsatt virkeskvalitet.

Skadorna har varit värre på tall och contorta än på gran. Contortatall med stabilitetsproblem (t ex efter rotsnurr), planterade i områden som får mycket nederbörd i form av blötsnö, har visat sig vara särskilt drabbade.<sup>149</sup> Tallarterna har också visat sig vara mer känsliga för gremmeniella-angrepp på fuktiga och mer bördiga så kallade ”granmarker”.<sup>150</sup> Angrepp på stammen av större mörghorre har ofta tillkommit på träd som försvagats av gremmeniella.

Hos gran är angreppen vanligast på det senaste och näst senaste årets toppskott – oftast på granar som är något undertryckta, dvs står under eller i närheten av större tallar. Skadade granar brukar i regel klara sig, men skadorna leder ofta till dubbeltoppar eller stamkrökar.

Beståndsvårdande röjning kan ha en förebyggande effekt<sup>151</sup> genom att stärka de kvarlämnade trädens vitalitet och förmåga att försvara sig. Små undertryckta träd har visat sig mer mottagliga för gremmeniella. Ett gle sare bestånd kan bromsa infektionens spridning genom att skapa ett mindre gynnsamt mikroklimat för svampen. Det finns även indikationer på att inblandning av björk kan minska infektionens spridning. I röjningsskogar har contortatallar omgivna av rikligt med lövsly visat sig vara minst angripna av gremmeniella.<sup>152</sup> Lövröjning i lindrigt infekterade contortaplanteringar har dock inte resulterat i några signifikanta förändringar i skadehänseende.<sup>153</sup> Sanerande röjning av skadade träd bör undvikas under sommar och höst, särskilt vid regn och hög luftfuktighet, för att minska risken för sporspridning.

**Knäckesjuka.** Knäckesjukan förekommer i hela landet och angriper årsskotten på unga tallar, men har hittills inte drabbat contortatall.<sup>154</sup> Svampen ger upphov till en sårskada som gör att skottet böjs eller knäcks av (därav kommer namnet ”knäckesjuka”). Små tallplantor kan dö av angreppen.

Svampen värdväxlar mellan asp, som inte skadas av svampen, och tall. Infektionen gynnas av fuktig väderlek under tallarnas skottsträckningsperiod, dvs försommaren.

<sup>149</sup> Karlman, M., Hansson, P. & Witzell, J. 1994. *Scleroderris* canker on lodgepole pine introduced in northern Sweden. *Can. J. For. Res.* 24, s 1948–1959.

<sup>150</sup> Bernhold, A. 2004. *Gremmeniella abietina* on *Pinus* spp. Disease epidemiology and control. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapport 57*.

<sup>151</sup> Niemelä, P., Lindgren, M. & Uotila, A. 1992. The effect of stand density on the susceptibility of *Pinus sylvestris* to *Gremmeniella abietina*. *Scand. J. For. Res.* 7, s 129–133.

<sup>152</sup> Karlman, M., Hansson, P. & Witzell, J. 1994. *Scleroderris* canker on lodgepole pine introduced in northern Sweden. *Can. J. For. Res.* 24, s 1948–1959.

<sup>153</sup> Hansson, P. 1996. *Gremmeniella abietina* in Northern Sweden. Silvicultural aspects of disease development in the introduced *Pinus contorta* and in *Pinus sylvestris*. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria* 10.

<sup>154</sup> Karlman, M & Barklund, P: Skadebeskrivning Knäckesjuka. SkogsSkada (<http://www-skogsskada.slu.se/>), 2007-10-21.

Vare sig de angripna unga tallarnas toppskott överlever eller ej kommer resultatet i regel att bli en bestående krokighet, en dubbeltopp eller en sprötkvist på träden som innebär en allvarlig kvalitetsnedsättning.

Angrepp av knäckesjuka kan förebyggas och minskas genom att undvika att plantera tall på bördiga finkornsrika granmarker med mycket asp, där sannolikheten för skador är större,<sup>155</sup> eller genom att minska förekomsten av asp i anslutning till tallbestånden. Att försöka göra det genom att röja bort eller avverka asp kan vara mycket svårt eftersom aspen gärna skjuter rotskott i riklig mängd, vilket kan förvärra situationen. En välkänd gammal metod är att ringbarka vuxna aspar några år innan avverkning för att ta död på deras rotsystem. Vid selektiv röjning kan man försöka röja bort tallar som angripits av knäckesjukan för att minska spridningen och för att hålla nere kvalitetsförlusterna.

**Törskate.** Törskate angriper tall över hela landet. Contortatall har ännu inte angripits. Tallarna uppvisar olika grad av resistens och troligen är mottagligheten ärftlig.

Infektionen sker i barr eller unga skott, varefter den växer in till stammen där det bildas ett kådigt sår.<sup>156</sup> När svampen når runt en gren, eller runt stammen, snörs ledningsbanorna av och grenen eller trädets topp dör. Trädet försvarar sig med en stark kådbildning och det bildas så kallad tjärved ("töre"). Angreppen har tidigare framför allt syntts i äldre tallskog, men på senare år har allvarliga törskateangrepp noterats på tallungskog i Norrbottens och Västerbottens län. I dessa bestånd har många träd dött inom några år. Stora träd kan överleva sjukdomen under mycket lång tid.

Det finns två svamparter, eller möjligen är de olika former av samma art,<sup>157</sup> som ger upphov till törskate. En av arterna (formerna) värdväxlar mellan tall och olika örter (t ex skogskovall och tulkört), medan den andra sprids från tall till tall. I norra Finland har man konstaterat att det finns en stark koppling mellan svåra skador på yngre tall och förekomst av svampen på skogskovall.<sup>158</sup> Eftersom skogskovall är vanlig på näringsrika "granmarker" bör man i skadedrabbade områden undvika att plantera tall på sådana ståndorter.

Vid röjning i skadedrabbade bestånd bör man prioritera gran och lövträd som huvudstammar eftersom risken är stor att till synes oskadade tallar ändå är infekterade. Det kan ta flera år från det att trädet infekteras till dess att skadan syns tydligt, ofta är det första tecknet en brun, död gren i en för övrigt grön krona.<sup>159</sup> I riskområden är det också lämpligt att vid röjning spara träd av andra trädslag som kan fungera som huvudstammar om tallarna blir angripna.

<sup>155</sup> Mattila, U., Jalkanen, R. & Nikula, A. 2001. The effects of forest structure and site characteristics on probability of pine twisting rust damage in young Scots pine stands. *For. Ecol. Manage.* 142, s 89–97.

<sup>156</sup> Karlman, M & Barklund, P: Skadebeskrivning Törskate. SkogsSkada (<http://www.skogsskada.slu.se/>), 2007-10-21.

<sup>157</sup> Hantula, J., Kasanen, R., Kaitera, J. & Moricca, S. 2002. Analyses of genetic variation suggest that pine rusts *Cronartium flaccidum* and *Peridermium pini* belong to the same species. *Mycological Research* 106, s 203–209.

<sup>158</sup> Kaitera, J., Nuorteva, H. & Hantula, J. 2005. Distribution and frequency of *Cronartium flaccidum* on *Melampyrum* spp. in Finland. *Can. J. For. Res.* 35(2), s 229-234.

<sup>159</sup> Krekula, H. 2007. Faktablad om törskate 1(2), Skogsstyrelsen.

**Rotröta.** Rotröta kan orsakas av flera olika svampar, men i Sverige är det vanligtvis rottickan som orsakar infektionen, som yttrar sig i en inre röta av rötter och stamved. Rottickan kan angripa många trädslag, men angreppen är ekonomiskt sett allvarligast på gran.<sup>160</sup>

*Rottickan* kan infektera färska stubbar eller nyskadade rötter och stammar genom sporspridning så fort temperaturen är över fem plusgrader, eller via rotkontakter mellan träd och stubbar.<sup>161</sup>

Röjning är en åtgärd som normalt utförs under den varmare perioden av året, vilket skulle medföra stor risk för sporinfektion. Äldre studier som gjorts har dock inte kunnat påvisa att några kvarvarande träd efter tidig röjning i ung (13–15 årig) granskog har drabbats av rotröta som spridits via röjstubbar.<sup>162</sup> En förklaring som framförts är att unga stubbar innehåller en stor andel juvenilverd, som kännetecknas av en så hög fuktkvot att miljön är ogynnsam för rottickans sporer. Vid senare röjning i äldre granungskog och vid förröjning har man dock i nyare undersökningar konstaterat omfattande sporinfektion i röjstubbar.<sup>163</sup>

Stubbehandling med urealösning, eller en vattenlösning med pergamentsvamp,<sup>164</sup> har visat sig kunna minska infektionsrisken. I mycket sena röjningar när temperaturen är högre än fem plusgrader kan stubbehandling vara motiverad.

## Älg

Av viltarterna är älgen som skadar skogen mest.<sup>165</sup> Den är en generalist som kan beta på ett stort antal trädslag beroende på tillgång. Rönn, sälg och asp står högt på listan men tall är älgens viktigaste vinterföda och de flesta skadorna sker under vintern även om försommararbete på tall förekommer vid täta älgstammar.

<sup>160</sup> Barklund, P: Skadebeskrivning Rotticka. SkogsSkada (<http://www.skogsskada.slu.se/>), 2007-10-21.

<sup>161</sup> Stenlid, J., Swedjemark, G. & Vollbrecht, G. 1995. Rotröta drabbar inte bara gran. SLU, *Fakta Skog* nr 12, 1995.

<sup>162</sup> Vollbrecht, G., Gemmel, P. & Pettersson, N. 1995. The Effect of Precommercial Thinning on the Incidence of *Heterobasidion annosum* in Planted *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 10, s. 37-41.

<sup>163</sup> Berglund, M., Carlsson, T. & Rönnberg, J. 2008. Infection of *Heterobasidion* spp. in late precommercial thinnings of *Picea abies* in southern Sweden. I: Garbelotto, M. & Gonthier, P. (Redaktörer). *Proceedings of the 12th International Conference on Root and Butt Rots of Forest Trees (IUFRO Working Party 7.02.01)*. Berkeley, California-Medford, Oregon, 12th-19th August 2007. The University of California, Berkeley, USA.

<sup>164</sup> Berglund, M. 2005. Infection and growth of *Heterobasidion* spp. in *Picea abies*. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2005:36.

<sup>165</sup> Lavsund, S: Skadebeskrivning Älgbetning tall. SkogsSkada (<http://www.skogsskada.slu.se/>), 2007-10-21.



*Figur R35* Tall som drabbats av upprepad betning. Foto Heine Krekula.

Älgens betning påverkar många tallungskogar negativt, tillväxten sjunker och i värsta fall dör betade tallar och bestånden blir glesa (figur R35). Många betesskador (toppskottsbyte, stambrott och barkgnag) ger också bestående tekniska skador som medför kvalitetsnedsättning på det framtida virket.<sup>166</sup>

I en studie i mellersta Dalarna har man kunnat bestämma storleken på tillväxtförlusterna som orsakats av älgbetning genom att jämföra tillväxten inom hägnade och icke hägnade områden. Under en 28-årsperiod mellan 1979 och 2007 förorsakade älgbetningen tillväxtförluster på omkring 45 %. Det studerade området var dominerat av tall och älgtätheten var hög, speciellt vintertid. Tillväxtförlusten uppkommer dels av att betade träd dör, dels av att betningen medför en kraftig barrutglesning. En slutsats från undersökningen är att de ekonomiska förlusterna vid älgbetning i första hand orsakas av lägre volymtillväxt.<sup>167</sup>

Omfattningen av skador på unga tallskogar påverkas av flera faktorer, såväl älgtäthet som beståndens egenskaper har betydelse, men sambanden är komplexa och måste betraktas på landskapsnivå.

Älgbetning i tallungskog sker vanligtvis när träden är 1,5–3,5 meter höga, men barkgnag och nedbrytning av träd förekommer ofta på träd upp till 5 meters höjd.

Våra kunskaper om lämplig röjningstidpunkt i tallungskog är ofullständiga, med avseende på risken för älgskador. Tidig och hård röjning anses öka risken för svåra älgskador, medan sen röjning å andra sidan gör att stammarna blir klenare och lättare skadas efter röjningen. Den vanligaste rekommendationen idag är att vänta med slutröjning tills beståndet nått så kallad ”älgssäker” höjd (ca 5 m). En sen röjning medför dock högre röjningskostnad.

<sup>166</sup> Lavsund, S. 2003 Skogsskötsel och skador i tallungskog. Skogforsk. *Resultat* nr 6.

<sup>167</sup> Pettersson, F., Bergström, R., Jernelid, H., Lavsund, S. & Wilhelmsson, L. 2010. Älgbetning och tallens volymproduktion. SkogForsk, *Redogörelse* nr 2.

Före slutröjning kan man gärna minska konkurrensen från andra trädslag som hämmar tallen.

Relativt sett har rena tallbestånd den lägsta andelen skador och ett ökande stamantal av tall medför, trots att fler stammar betas, att andelen skadade framtidsstammar minskar.

I blandbestånd med löv, vanligtvis björk, drabbas tallen av kraftigare skador om björken är förväxande än om beståndet hade varit utan björk.<sup>168</sup> I sådana bestånd är det viktigt att röja björken i tid.

Eftersom älgen hellre betar på redan skadade (betade) träd än på oskadade träd,<sup>169,170</sup> rekommenderas att man inte röjer bort de skadade träden för tidigt. Men det finns då en risk att en del skadade träd med allvarliga kvalitetsfel kommer att ingå i det framtida beståndet och i de följande gallringarna kan det vara svårt att minska andelen skadade träd. Toppröjning<sup>171</sup> är en metod där man nu prövar om man kan styra älgens bete till de toppröjda stammarna för att minska skadorna på huvudstammarna.

Älgens bete missgynnar inte bara tall, utan även många lövträd där till exempel rönn, asp och vårtbjörk är mycket begärligt foder.<sup>172</sup>

Ett resultat av älgens bete är att många skogsägare, framför allt i södra Sverige, har valt att föryngra med gran på grund av viltskadeproblemen även på marker som är mer lämpade för tall eller lövträd.<sup>173</sup> Contorta planteras också i en ökande omfattning och ett av skälen är att älgen inte betar contortaskott.

<sup>168</sup> Lavsund, S. 2003 Skogsskötsel och skador i tallungskog. Skogforsk. *Resultat* nr 6.

<sup>169</sup> Löyttyniemi, K. 1985. On repeated browsing of Scots pine saplings by moose (*Alces alces*) *Silva Fennica* 19, s 387–391. (På finska med engelsk sammanfattning.).

<sup>170</sup> Danell, K., Huss-Danell, K. & Bergström, R. 1985. Interactions between browsing moose and two species of birch in Sweden. *Ecology* 66, s 1867–1878.

<sup>171</sup> Se s 8.

<sup>172</sup> Bergström, R. & Hjeljord, O. 1987. Moose and vegetation interactions in northwestern Europe and Poland *Swedish Wildlife Suppl.* 1, s 213–228.

<sup>173</sup> Bergqvist, J. 1998. Bete av rådjur och älg – mer gran och mindre blåbär i skogen. SLU. *Fakta Skog* nr 12.



## Röjning för andra värden

Röjning är en effektiv åtgärd för att tillgodose också annat än virkesproduktion, till exempel naturvård, kulturmiljövård, viltvård och rennäring.

### Naturvård

Röjning kan skapa förutsättningar för att behålla och öka mångfalden av arter i skogslandskapet. Det är fundamentalt att både bevara och skapa habitat<sup>174</sup> som ger fler arter möjlighet att fortleva. Brist på gammal och död ved – speciellt lövved – begränsar artrikedomen. Genom röjning kan man lägga grunden för en ökande lövträdsandel. I praktiken innebär det:

- att man i röjningen generellt sparar och gynnar flera olika trädslag, framförallt lövträd,
- att man försöker skapa kantzoner runt avvikande delar som antingen lämnas oröjda eller röjs,
- att gynna lövträd och buskar i kantzoner mot sjöar och vattendrag där förutsättningar finns,
- att inte röja i en kantzonsmiljö kring ett vattendrag eller en sjö som redan har bra struktur och funktion, det vill säga är flerskiktad, olikåldrig, och har en för växtplatsen lämplig trädslagsblandning.



*Figur R36* Om man undviker att förröja i kantzoner mot vatten och våtmarker inför förnygringsavverkning ökar förutsättningarna för att den skyddszon som lämnas kvar vid avverkningen blir funktionell och stabil.  
Illustration Bo Persson

Generellt bör man undvika att inför förnygringsavverkning förröja i kantzoner mot vatten och våtmarker. Det ökar förutsättningarna för att den skyddszon som lämnas kvar vid avverkningen blir funktionell och stabil. Man bör även undvika att röja i hänsynskrävande biotoper och liknande värdefulla miljöer.

<sup>174</sup> Habitat är den miljö som en viss art lever i.



I dagens ungskogar finns i allmänhet högstubbar som härrör från föryngringsavverkningen. Med syftet att skapa olika grader av solexponering och därmed gynna olika artgrupper, kan man i vissa fall röja närmast kring dem och i vissa fall undvika att göra det. Det är ofta lämpligt att röja närmast kring kvarlämnade naturvärdesträd för att minska konkurrensen och gynna deras utveckling.<sup>175</sup>

*Handbok till Skogsvårdslagen* reglerar skogsskötseln ganska detaljerat enligt naturvårdens krav och ger exempel på hänsynskrävande biotoper.<sup>176</sup>

### Kulturmiljövård

Röjning är sällan skadlig för kulturminnen och fornminnen. Tvärtom kan man genom röjning vårda och lyfta fram dessa i landskapet. Viktigt är dock att de bortröjda stammarna tas bort och inte täcker lämningarna.

Runt ett kulturminne bör de säregna arterna sparas och gynnas. Generellt ska lövträd lämnas.<sup>177</sup>

### Viltvård

Jakt kan ibland vara en stor ekonomisk tillgång. Skogsskötseln kan då inriktas mot att gynna viltet genom att förbättra tillgången på skydd och foder för jaktbart vilt.

En aktuell åtgärd är att kapa tall och lövträd i midjehöjd (toppröjning<sup>178</sup>) för att öka fodertillgången samtidigt som man begränsar konkurrensen för kvarlämnade träd.<sup>179</sup> Därmed finns möjlighet att minska betesskadorna på huvudstammarna.

### Rennäring

Inom renskötselns vinterbetesmarker<sup>180</sup> är skog med marklav viktig för rensens bete.<sup>181</sup> För rennäringen är därför ungskogar som röjts förhållandevis tidigt och till ett lågt stamantal värdefulla för bete vintertid, eftersom det främjar marklavens areella utbredning och tillväxt.<sup>182</sup> För renskötselns skull kan det vara befogat att röja fram sådana bestånd i anslutning till flyttleder, på viktiga rastbeten och invid beteshagar.

Inom renskötselns vinterbetesmarker bör träd med hänslav inte röjas bort eftersom de fungerar som spridningskällor för hänslav i det uppväxande beståndet.<sup>183</sup>

<sup>175</sup> Se *Skogsskötselserien* del 14 "Naturhänsyn".

<sup>176</sup> *Skogsvårdslagstiftningen*. 2012. Skogsstyrelsen. Tillgänglig på: [www.skogsstyrelsen.se/Äga\\_och\\_bruka/Lagen](http://www.skogsstyrelsen.se/Äga_och_bruka/Lagen).

<sup>177</sup> Anon. 1992. *Kulturmiljövård i skogen*. Skogsstyrelsen.

<sup>178</sup> Se s 8.

<sup>179</sup> Ligné, D. 2004. New technical and alternative silvicultural approaches to pre-commercial thinning. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria* 331.

<sup>180</sup> Anon. 1971. *Rennäringslagen*. *SFS 1971:437*. Tillgänglig på: [www.notisum.se](http://www.notisum.se).

<sup>181</sup> Gustafsson, K. 1989. *Rennäringen – en presentation för skogsfolk*. Skogsstyrelsens förlag, Jönköping.

<sup>182</sup> Gaio-Oliveira, G., Moen, J. Danell, Ö. & Palmqvist, K. 2006. Effect of simulated reindeer grazing on the re-growth capacity of mat-forming lichens. *Basic and Applied Ecology* 7, s 109–121.

<sup>183</sup> Dettki, H., Klintberg, P. & Esseen, P.-A. 2000. Are epiphytic lichens in young forests limited by local dispersal? *Ecoscience* 7(3), s 317–325.

## Röjningens ekonomi

**Röjning är en investering som ger en långsiktig effekt på beståndets ekonomi.**

Ofta kan man redan vid förstagallring göra en utvärdering av röjningens lönsamhet. Även om man inte röjer i normal tid kommer man inte undan röjningen utan tvingas som regel att genomföra en förröjning i samband med gallringen. Denna röjning är ofta dyrare då träden både är grövre och längre även om en viss självgallring har reducerat stamantalet.

På lång sikt påverkar röjningen framförallt virkesegenskaper och stabilitet. Röjning resulterar i grövre virke, bättre sågtimmeregenskaper och stabilare bestånd mot snötryck och vind.

På kort sikt betyder den ökade träddimensionen, som röjningen medför, mest för ekonomin. Virket får fler användningsområden och avverkningskostnaden blir lägre när de enskilda träden blir grövre.

Faktorer som påverkar röjningskostnaden är stamantal, trädhöjd, terrängförhållande luckighet och trädslagsblandning.<sup>184</sup>

### Röjningskalkyl

Röjningens lönsamhet på kort sikt kan belysas med ett exempel där vi jämför ekonomin i ett röjt bestånd med den i ett oröjt. (Resultatet är i högsta grad beroende på de förutsättningar man antar och skall inte tas som sant i andra situationer än denna.)

Förutsättningar: Ett tallbestånd med 12 500 st/ha. Förröjning i alternativ 2 tar 3 timmar längre tid per ha att genomföra än normal röjning (alternativ 1). Gallringsnettot per m<sup>3</sup> är 10 kr högre i alternativ 1 på grund av högre medeldiameter. Kalkylränta 3 %. Gagnvirkesuttag beräknas med finska funktioner.<sup>185</sup> Beräkningarna avser 1 ha.

#### *Kalkylalternativ I:*

Röjning vid 4 m höjd då beståndets totalålder är 18 år.

Gallring 25 år senare vid 14 m övre höjd. Gallringen genomförs som likformig gallring, endast massaved skördas.

Röjningskostnad 7 timmar/ha x 300 kr = 2100 kr

Diskonterat till år 0:  $(1,03^{-18})=0,5874 \times 2100 \text{ kr} = 1234 \text{ kr}$

Gallring vid 14 m övre höjd vid 43 års totalålder. Uttag 57 m<sup>3</sup> massaved.

Gallringsintäkt 57 m<sup>3</sup> x 85 kr = 4845 kr

Diskonterat till år 0:  $(1,03^{-43})=0,2805 \times 4845 \text{ kr} = 1359 \text{ kr}$

Gallringsintäkt – röjningskostnad: 1359 kr – 1234 kr = 125 kr

<sup>184</sup> Bergstrand, K.-G., Lindman, J. & Petré, E.1986. Underlag för prestationsmål för motormanuell röjning. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. *Redogörelse 7*.

<sup>185</sup> Huuskonen, S. & Hynynen, J. 2006. Timing and Intensity of Precommercial Thinning and Their Effects on the First Commercial Thinning in Scots Pine Stands. *Silva Fennica* 40(4), s 645–662.

*Kalkylalternativ II:*

Ingen rönjning i normal tid, förrönjning krävs före gallring. Gallring sker vid 14 m övre höjd som likformig gallring, endast massaved skördas. Uttagets diameter är lägre än i alternativ I.

Förrönjning 10 timmar/ha x 300 kr = 3000 kr

Diskonterat till år 0:  $(1,03^{-43})=0,2805$  x 3000 kr = 841 kr

Gallring vid 14 m övre höjd vid 43 års totalålder. Uttag 30 m<sup>3</sup> massaved.

Gallringsintäkt 30 m<sup>3</sup> x 75 kr = 2250 kr

Diskonterat till år 0:  $(1,03^{-43})=0,2805$  x 2250 kr = 631 kr

Gallringsintäkt – rönjningskostnad: 631 – 841 kr = *-210 kr*

Kalkylen visar att rönjningen i detta fall lönat sig redan vid första gallringen och att det röjda alternativet ger positivt netto vid första gallring medan det ”oröjda” alternativet resulterar i en kostnad vid gallringen.

De långsiktiga effekterna värderas inte i denna kalkyl, men skulle sannolikt förbättra kalkylen för rönjningsalternativ 1 då möjligheten att påverka beståndsutvecklingen är större om rönjning sker vid normal tidpunkt. Även om den kortsiktiga ekonomin är viktig så finns det andra starka argument för rönjning. Riskminimering och trädslagsval är rönjningseffekter som påverkar ekonomin på längre sikt.

Skogforsk erbjuder en möjlighet att göra egna rönjningskalkyler på internet och bedöma den ekonomiska effekten av rönjning.<sup>186</sup>

<sup>186</sup> Anon. [www.skogforsk.se/KunskapDirekt/Skötsel av barrskog/Röja](http://www.skogforsk.se/KunskapDirekt/Skötsel%20av%20barrskog/Röja).

## Skogsbränsle och rövning

**En hållbar skogsskötsel där skörd av skogsbränsle ur ungskogar ingår, fordrar särskilda skötselprogram och ny avverkningsteknik. Näringskompensation kan bli nödvändig för att inte den framtida tillväxten skall minska.**

När förråden av framförallt olja sinar och negativa miljökonsekvenser av både olja och stenkol blivit tydligare, har skogsråvara blivit intressant som energikälla i större skala.

Eftersom nästan allt gagnvirke är in-tecknat för annan användning än skogsbränsle, kommer ytterligare utnyttjande delvis att innebära en ny konkurrenssituation om virket. Skörd av skogsenergi har därför i första hand varit inriktad mot grenar och toppar, grot, som inte utnyttjas av skogsindustrin.

### Skogsbränsleuttag i sena rövningar

I eftersatta rövningar skördas ibland skogsbränsle. Att rövningen är sen och ”eftersatt” motiveras då som en ekonomisk skogsvårdsåtgärd som ersätter normal rövning. Men att medvetet avstå från rövning av skälet att senare göra ett skogsbränsleuttag är emellertid inte framsynt skogsskötsel. Risken ökar för snöbrott och innebär också försämrad vindstabilitet i framtiden.

Om skogsenergi ska skördas i ungskogar bör åtgärden sättas in i ett system där rövning, skogsbränslegallring och övriga gallringar hänger ihop och är anpassade till varandra.

### Rövningsprogram för högre virkesuttag

Särskilt anpassade rövningsprogram kan öka det totala virkesuttaget i gallringar, vilket kan vara önskvärt i en situation där konkurrensen om virket hårdnat i takt med att skogsbränslesortimentet blivit bättre betalt.

Ett sätt att öka virkestillgången är att öka stamantalet i ungskog och på ett enkelt sätt får man ett litet tillskott i virkesförrådet.

Ett skötselprogram anpassat för ett tidigt skogsbränsleuttag kan innehålla en tidig rövning till ett relativt högt stamantal, (4 000–5 000 st/ha). I praktiken kommer en stor del av tillskottet att bestå av lövträd, framför allt björk, som lämnas vid rövningen. Efter rövningen kommer en skogsbränslegallring som utförs tidigare än en normal förstagallring. Kommande gallringar sker sedan vid normal tid. Ett exempel finns i tabell R2.

Tillskottet av virke är emellertid inte tillgängligt med konventionell gallringsteknik, men teknik för att avverka och hantera klen virke är under utveckling.<sup>187</sup>

<sup>187</sup> Se s 42f, ”Teknikutveckling”.

*Tabell R2* Jämförelse mellan konventionellt gallringsprogram och ett program anpassat för skogsbränsleuttag. ( $SI_{gran}=28$ .  $SI_{björk}=22$ . Stamantal per ha 2 000 gran i konventionellt program, 2 500 gran + 1 500 björk i skogsbränsleprogrammet).<sup>188</sup>

	Skogsbränsle		Konventionell	
	Brösthöjdsdiameter på uttaget, cm	Uttagen volym, m <sup>3</sup> sk/ha	Brösthöjdsdiameter på uttaget, cm	Uttagen volym, m <sup>3</sup> sk/ha
Gallring 1 (20 år brh)	7,5	26		
Gallring 2 (25 år brh)	9,0	33	11,7	43
Gallring 3 (35 år brh)	12,5	66	15,9	66
Gallring 4 (50 år brh)	19,2	91	22,0	90
Slutbestånd (80 år i brh)	28,9	508	32,1	516
<i>Summa</i>		<i>724</i>		<i>715</i>

*Kommentar* till tabellen: Resultatet av prognosen är att totala virkestillskottet blir ganska litet i skogsbränslealternativet, men merproduktionen tas ut tidigt under omloppstiden och kan till del finansiera röjningskostnaden. Det högre stamantalet resulterar i lite lägre brösthöjdsdiameter som följer med hela omloppstiden.

**Helträdsuttag och näringsförluster.** Allt virkesuttag medför ett uttag av de näringsämnen som är bundna i trädet. Störst koncentration finns i barren och de klena skotten. Vid helträdsuttag blir näringsförlusterna därför större än vid konventionellt uttag där bara stamveden skördas.

En del av näringsuttaget kompenseras naturligt genom vittring av mineraler i marken, men framförallt kväve måste återföras för att inte riskera tillväxtnedläggning.<sup>189</sup> Helträdsuttag innebär en större och därför mer värdefull skörd än om enbart stamved skördas. Värdet av den större skörden bör ställas i relation till värdet av en tillväxtnedläggning. Skogsstyrelsen har lämnat rekommendationer för när näringskompensation bör ske i samband med uttag av skogsbränsle.<sup>190</sup>

<sup>188</sup> Produktionen är beräknad med dataprogrammet ProdMod som finns att ladda hem från Skogforsk's hemsida [www.skogforsk.se](http://www.skogforsk.se).

<sup>189</sup> Helmisaari, H.S., Holt Hanssen, K., Jacobson, S., Kukkola, M., Luiro, J., Saarsalmi, A., Tamminen, P. & Tveite, B. 2011. Logging residue removal after thinning in Nordic boreal forests: Long-term impact on tree growth. *For. Ecol. Manage.* s 1919-1927.

<sup>190</sup> Anon. 2001. Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödsling. Skogsstyrelsen. *Meddelande* 2001-2.

## ”Röjningsregimer”

**Röjning skall inte ses som en isolerad företeelse, utan måste betraktas som en del i ett system av åtgärder för att nå ett mål. Målen – och därmed röjningsregimerna – är olika för olika skogsägare och intressenter.**

Röjningens möjligheter att vara en konstruktiv åtgärd för att nå uppsatta mål med skogsskötseln beror mycket på utgångsläget i beståndet, till exempel stamantal, träslag, skiktning och luckighet. Utgångsläget kan i sin tur vara resultatet av föryngringsmetod, geografiskt läge med mera.

Olika skogsägare har olika mål och möjligheter med sitt skogsbruk. Ett skogsbruksföretag med ansvar för råvaruförsörjningen till en barrvedförbrukande massaindusti prioriterar i första hand barrträslag och är kanske inte beredda att satsa extra för att få fram det bästa sågtimret. Omvänt kan ett sågverksföretag vara berett att få ut mervärde i form av högkvalitativt timmer och satsar resurser på det, dvs på timmerkvalitet i stället för fiberkvantitet.

Det statliga målet för skogsbruket formuleras bland annat i skogsvårdslagen och är kanske i första hand hög volymproduktion, men också stabilitet och långsiktighet.

Olika mål och förutsättningar sätter sin prägel på den röjningspolicy man har och styr de instruktioner som reglerar hur röjningen utförs i praktiken.

**Exempel.** Olika skogsföretags röjningsstrategier kan exemplifieras av de som Bergvik Skog AB och Södra har utformat.

*Bergvik Skog* är ett renodlat skogsbruksföretag i ett barrträdsdominerat område i Mellansverige. Målen för den skogliga verksamheten är kontinuerligt ökande avverkningsvolym, en kostnadseffektivisering som minst kompenserar för den långsiktiga inflationen, samt en långsiktig ökning av produktiv skogsmarksareal.<sup>191</sup>

*Södra* är en sammanslutning av ett stort antal enskilda skogsägare med olika mål och förutsättningar. Målet för Södra är att kunna utföra skogsbruksåtgärder i enlighet med de enskilda skogsägarnas mål. En policy för Södra måste ta hänsyn till detta och lämna öppet för många åtgärdsalternativ.<sup>192</sup>

<sup>191</sup> Se bilagan ”Röjning Bergvik” på [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien), delen Röjning..

<sup>192</sup> Se bilagan ”Röjning Södra” på [www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien](http://www.skogsstyrelsen.se/skogsskotselserien), delen Röjning.



## Röjningshistoria

Tankar om nyttan med en utglesning av den unga skogen har funnits så länge som en ordnad skogsskötsel förekommit. I tidiga läroböcker i skogsskötsel<sup>193</sup> påtalas vikten av att konkurrensen mellan träden begränsas och att oönskade trädslag avlägsnas i ett tidigt ingrepp. En tidig förgrundsgestalt vid utformandet av moderna röjningsmetoder var Joel Wretlind. Han visade bland annat hur viktig vargröjningen<sup>194</sup> är för en bra beståndsutveckling.<sup>195</sup>

### Metoder och redskap

**Handredskap.** De redskap som användes för röjning i det tidiga skogsbruket var olika handredskap såsom röjningssax, röjningskniv och bred handyxa,<sup>196</sup> men ibland rekommenderades även ren handkraft för att rycka upp eller bryta av ”telningarna” (röjstammarna).<sup>197</sup>

**Kemisk bekämpning.** Under en period med början på 1950-talet dominerades lövröjningen i Sverige av kemisk bekämpning med fenoxiättiksyror. Kemikalierna dödade lövträden i ungskogarna utan att barrföryngringen påverkades. Användningen av dessa bekämpningsmedel mötte dock stark kritik, främst för att preparaten kunde ha negativa effekter på både människor och miljö, och efter ”hormoslyrdebatten” och ett antal utredningar upphörde den kemiska röjningen i början av 1980-talet. Metoden kulminerade under sent 1960-tal då nästan 100 000 ha besprutades årligen mot lövträd.<sup>198</sup>

**Röjsåg.** I slutet på 1950-talet introducerades den motormanuella röjsågen och snabbt konstaterades att röjning kunde genomföras snabbare än med röjyxa.<sup>199</sup> Därefter har röjsågen successivt förbättrats. Den har blivit lättare och mer ergonomisk, och är idag det helt dominerande redskapet för röjning.<sup>200</sup>

**Röjningsmaskiner.** Under 1970-talet började skogsbruket undersöka möjligheterna att mekanisera röjningsåtgärden<sup>201</sup> och i mitten av 1980-talet fanns det ett par modifierade skotare med kranspetsmonterade röjningsaggregat för selektiv röjning i praktisk drift (figur R36).

<sup>193</sup> af Ström, I. 1882. *Förslag till en förbättrad skogshushållning i Sverige, jemte utkast till dess systematiska verkställande*. Stockholm.

<sup>194</sup> Se s 7.

<sup>195</sup> Pettersson, N. 1986. Toppning och röjning i självföryngrad tall – några resultat från ett av J-E Wretlinds försök i Malå. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* nr 4 1986.

<sup>196</sup> Se figur R26, s 39.

<sup>197</sup> Wahlgren, A. 1914. *Skogsskötsel – handledning vid uppdragande, vård, och föryngring av skog*. P A Norstedt & söners förlag. Stockholm.

<sup>198</sup> Bäckström, P.-O. 1984. Ungskogsröjning och lövbehandling. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3–4, s 5–14.

<sup>199</sup> Callin, G. 1957. En undersökning av röjning med motorsågar. Statens skogsforskningsinstitut. *Serien Uppsatser* nr 56.

<sup>200</sup> Se fig R27, s 39.

<sup>201</sup> Berg, S., Bäckström, P.-O., Gustavsson, R. & Hägglund, B. 1973. Några system för ungskogsröjning – en analys. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. *Redogörelse* nr 5.

Dessa rövningmaskiner hade vissa nackdelar. De var bl a så stora (breda) att huvudstammarna måste grenslas. Uppföljningar visade också att en stor andel av de framtida huvudstammarna blev skadade vid rövningen. Trots fortsatta utvecklingsinsatser kom detta teknikkoncept aldrig att nå förväntad kostnadseffektivitet, vilket medförde att det vid slutet av 1990-talet inte längre fanns några sådana rövningmaskiner i drift.<sup>202</sup>



*Figur R37* Skogstraktor med kranpetsmonterat rövningssaggregat från 1990-talet. Foto Iwan Wästerlund.

## Rövningens omfattning

Den areella omfattningen av rövning har ökat markant i Sverige sedan 1950-talet då trakthyggesbruket kom att dominera det svenska skogsbruket.

Under 1950-talet intensifierades också forskningen om rövning och den tongivande personen här var professorn vid Skogshögskolan Sven-Olof Andersson, som med ett stort antal fältförsök belyst och förklarat effekten av olika rövningssystem.

## Lagstiftningen

Omfattningen av rövning har varierat framförallt beroende på lagstiftning och andra skogspolitiska verktyg.

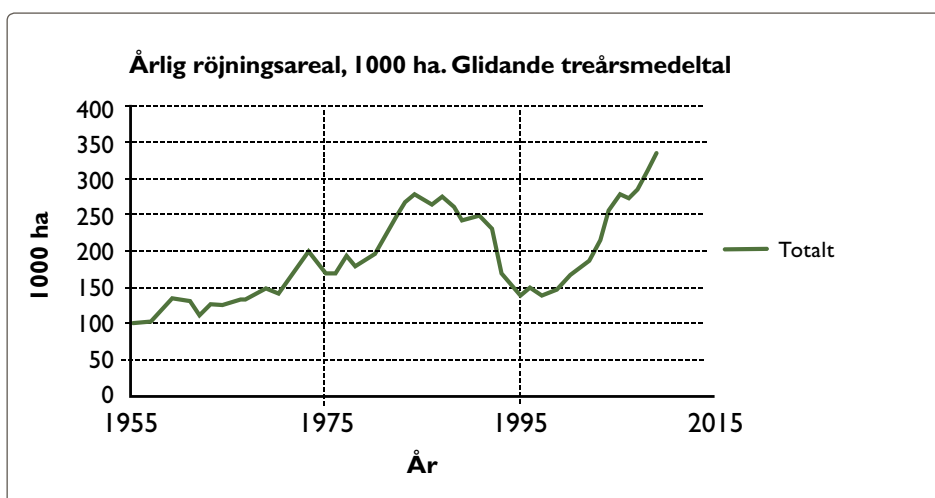
**1979 års skogsvårdslag.** Den största omfattningen (figur R38) hade vi under 1979 års skogsvårdslag som innehöll tvingande regler om rövning, samtidigt som staten under vissa perioder även subventionerade rövning med bidrag.

Bakgrunden till att denna lag innehöll så strikta regler om rövning var att rövningens aktivitet i de svenska skogarna hade varit låg under 1970-talet, med bland annat temporära förbud mot användning av kemiska medel mot

<sup>202</sup> Glöde, D. & Bergkvist, I. 2003. Mechanized Cleaning, Down and Out and Back Again? Skogforsk. *Arbetsrapport* nr 535.

lövträd, som medfört att ett så kallat ”röjningsberg” hade byggts upp. Under 1970-talet började också skogsbruket undersöka möjligheterna att mekanisera röjningsåtgärden,<sup>203</sup> bl a därför att man befarade att det skulle bli svårt att rekrytera kompetenta röjare i framtiden. ”Röjningsberget” medförde att dessa ansträngningar intensifierades.

**Nya regler 1994.** När skogsvårdslagen fick nytt innehåll utan tvingande regler 1994 sjönk röjningsaktiviteten drastiskt och man började åter prata om ett ”berg” av eftersatta röjningsbestånd. Under de senare åren har röjningsarealerna åter ökat (figur R38).



Figur R38 Årlig röjningsareal i Sverige 1955–2010.

Källa: Riksskogstaxeringen.

För att nå de nationella och regionala skogliga sektorsmålen anges röjning som ett viktigt medel och stor ansträngning har lagts ner för att öka röjningsarealen. Detta har man lyckats med och tendensen är att röjningsarealen åter ökat.

### Kostnadsutvecklingen

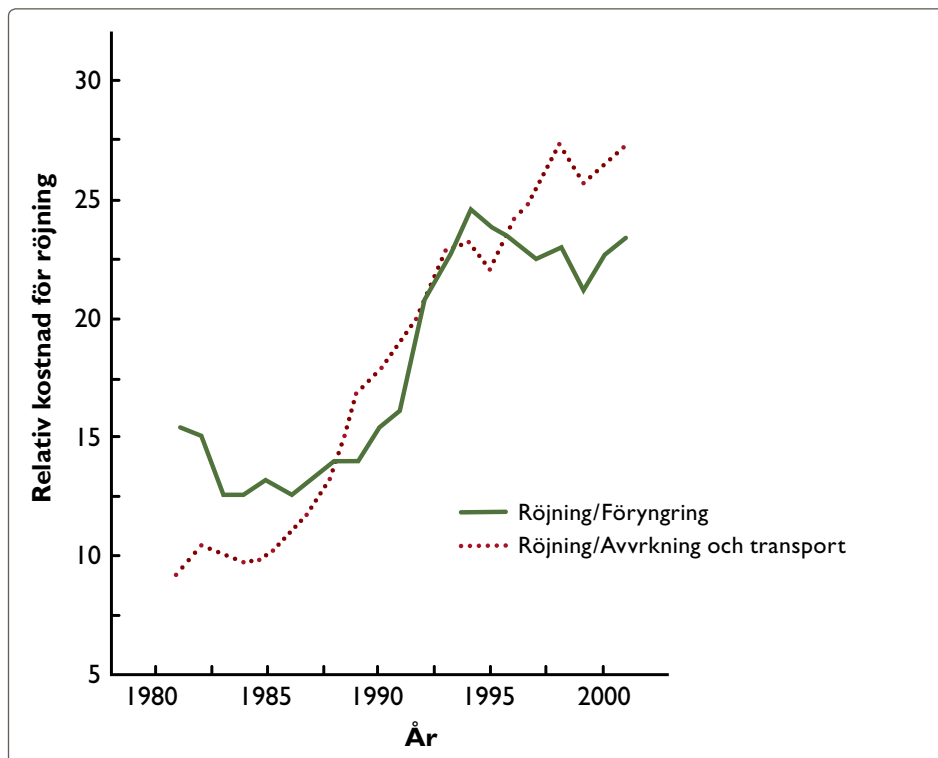
Produktiviteten i röjning är ett stort problem och röjningskostnaderna i skogsbruket har relativt sett ökat kraftigt de senaste decennierna (figur R39).

Orsaken till detta är dels att övriga skogsbruksåtgärder har kunnat rationaliseras medan röjning fortfarande utförs på samma sätt med motormanuell röjsåg, dels att dagens ungsogor är mycket tätare (stamrikare) än för några decennier sedan.<sup>204</sup>

Även stamantalet efter röjning har i praktiken ökat det senaste decenniet och är ibland betydligt högre än det stamantal som rekommenderas i röjningsinstruktionerna.

<sup>203</sup> Berg, S., Bäckström, P.-O., Gustavsson, R. & Hägglund, B. 1973. Några system för ungsogsröjning – en analys. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse nr 5.

<sup>204</sup> Ligné, D. 2004. New technical and alternative silvicultural approaches to pre-commercial thinning. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria* 331.



Figur R39 Genomsnittlig kostnad för röjning av 1 ha skogsmark relativt till genomsnittlig föryngringskostnad för 1 ha skogsmark, resp. relativt genomsnittlig kostnad för avverkning och terrängtransport av 100 m<sup>3</sup> virke.<sup>205</sup>

<sup>205</sup> Ligné, D. 2004. New technical and alternative silvicultural approaches to pre-commercial thinning. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria* 331.

## Litteratur

- Ahnlund Ulvcröna, K. 2011. Effects of Silvicultural Treatments in Young Scots pine-dominated Stands on the Potential for Early Biofuel Harvests. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2011:79.
- Anon. www.skogforsk.se/KunskapDirekt/Skötsel av barrskog/Röja.
- Anon. 1971. *Rennäringslagen. SFS 1971:437*. Tillgänglig på: www.notisum.se.
- Anon. 1992. *Kulturmiljövård i skogen*. Skogsstyrelsen.
- Anon. 1994. *TNC 96 Skogsordlistan*. Sveriges skogsvårdsförbund och Tekniska nomenklaturcentralen.
- Anon. 2001. Rekommendationer vid uttag av skogsbränsle och kompensationsgödning. Skogsstyrelsen. *Meddelande* 2001-2.
- Anon. 2002. *Skogsdata*. SLU, inst. för skoglig resurshushållning och geomatik.
- Anon. 2004. *Skogsstatistisk årsbok*. Skogsstyrelsen.
- Andersson, B. 1993. Lövträdens inverkan på små tallars (*Pinus sylvestris*) överlevnad, höjd och diameter. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapport* 36.
- Andersson, S.-O. 1954. Funktioner och tabeller för kubering av småträd. *Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt*, 44:12.
- Andersson, S.-O. 1976. Några resultat av försök med tidig röjning. *Stencil*, Skogshögskolan.
- Andersson, S.-O. 1984. Om lövröjning i plant- och ungsogor. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 82:3-4, s 69-96.
- Andersson, S.-O. 1985. Treatment of young mixed stands with birch and conifers. I: Hägglund, B. och Peterson, G. Broadleaves in boreal silviculture – an obstacle or an asset? SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapport* 14, s 127-161.
- Andersson, S.-O. & Björkdahl, G. 1984. Om björkstubbkottens höjdtutveckling i ungdomskedet. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 82:3-4.
- Berg, S., Bäckström, P.-O., Gustavsson, R. & Hägglund, B. 1973. Några system för ungsogoröjning – en analys. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. *Redogörelse* nr 5.
- Berglund, M. 2005. Infection and growth of *Heterobasidion* spp. in *Picea abies*. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2005:36.
- Berglund, M., Carlsson, T. & Rönnberg, J. 2008. Infection of *Heterobasidion* spp. in late precommercial thinnings of *Picea abies* in southern Sweden. I: Garbelotto, M. & Gonthier, P. (Redaktörer). *Proceedings of the 12th International Conference on Root and Butt Rots of Forest Trees (IUFRO Working Party 7.02.01)*. Berkeley, California-Medford, Oregon, 12th-19th August 2007. The University of California, Berkeley, USA.
- Bergqvist, G. 1999. Wood volume yield and stand structure in Norway spruce understory depending on birch shelterwood density. *For. Ecol. Manage.* 122, s 221-229.
- Bergkvist, I. 2006. Praktisk uppföljning visar att stråkröjning har stor potential. Skogforsk. *Resultat* nr 2.
- Bergkvist, I. & Nordén, B. 2004. Stråkröjning billigare och effektivare än selektiv röjning. Skogforsk. *Resultat* nr 20.
- Bergkvist, I. & Nordén, B. 2005. Geometrisk röjning i stråk – maskinstudier av tre maskinkoncept i stråkröjning. Skogforsk. *Arbetsrapport* 588.
- Bergqvist, J. 1998. Bete av rådjur och älg – mer gran och mindre blåbär i skogen. SLU. *Fakta Skog* nr 12.
- Bergstrand, K.-G., Lindman, J. & Petré, E. 1986. Underlag för prestationsmål för motormanuell röjning. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. *Redogörelse* 7.
- Bergström, D., Bergsten, U., Nordfjell, T. & Lundmark, T. 2007. A new technique for compression of tree bunches from young stands. *Silva Fennica* 41(1), s 137-147.
- Bergström, R. & Hjeljord, O. 1987. Moose and vegetation interactions in northwestern Europe and Poland *Swedish Wildlife Suppl.* 1, s 213-228.
- Bernhold, A. 2004. *Gremmeniella abietina* on *Pinus* spp. Disease epidemiology and control. SLU, inst. för skogsskötsel. *Rapport* 57.
- Björkdahl, G. 1983. Höjdtutveckling hos stubbskott av vårt- och glasbjörk samt tall och gran efter mekanisk röjning. SLU, inst. för skogsproduktion. *Stencil* 18.
- Braathe, P. 1988. Development of regeneration with different mixtures of conifers and broadleaves – II. Norwegian Forest Research Institute. *Research Paper* 8.
- Brandel, G. 1990. Volymfunktioner för enskilda träd. SLU, inst. för skogsproduktion *Rapport* 26.



- Bäck, H. 2004. Betydelse av viltstängsel för planterade granbestånds utveckling fram till röjningsstadiet. SLU, inst. för skogsskötsel. *Examensarbete* 2004-3.
- Bäckström, P.-O. 1984. Ungskogsröjning och lövbehandling. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 3-4, s 5-14.
- Callin, G. 1957. En undersökning av röjning med motorsågar. Statens skogsforskningsinstitut. *Serien Uppsatser* nr 56.
- Cannell, M.G.R. 1989. Physiological basis of wood production: A review. *Scand. J. For. Res.* 4, s 459-490.
- Danell, K., Huss-Danell, K. & Bergström, R. 1985. Interactions between browsing moose and two species of birch in Sweden. *Ecology* 66, s 1867-1878.
- Dettki, H., Klintberg, P. & Esseen, P.-A. 2000. Are epiphytic lichens in young forests limited by local dispersal? *Ecoscience* 7(3), s 317-325.
- Eriksson, P. & Rytter, L. 2000. Bränsleuttag med drivare – ett alternativ till sen röjning i lövbestånd. Skogforsk. *Resultat* nr 4.
- Ersson, T. 2007. Produktivitet vid selektivt mekaniserad bioenergiröjning av eftersatta röjningsbestånd. SLU, inst. för skoglig resurshushållning. *Arbetsrapport* 166.
- Etholén, K. 1974. The effect of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stand in northern Finland. *Folia Forestalia* 213.
- Fahlvik, N. 2005. Aspects of Precommercial Thinning in Heterogeneous Forests in Southern Sweden. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2005:68.
- Fahlvik, N., Ekö, P.-M. & Pettersson, N. 2005. Influence of precommercial thinning grade on branch diameter and crown ratio in *Pinus sylvestris* in southern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 20, s 243-251.
- Fahlvik, N., Agestam, E., Nilsson, U. & Nyström, K. 2005. Simulating the influence of initial stand structure on the development of young mixtures of Norway spruce and birch. *For. Ecol. Manage.* 213, s 297-311.
- Folkesson, B. & Barring, U. 1982. Some examples of the influence of an abundant occurrence of birch on the development of young *Norway spruce* and *Scots pine* stands in northern Sweden. SLU, avd. för skoglig herbologi. *Rapport* 1.
- Frivold, L.-H. 1982. Bestandsstruktur og produksjon i blandningsskog av bjørk (*Betula verrucosa* Ehrh., *B. pubescens* Ehrh.) og gran (*Picea abies*) i Sydøst-Norge. *Meldinger fra Norges Landbrukskøleskole* 61(18).
- Fällman, K. 2005. Aspects of precommercial thinning. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2005:90.
- Gaio-Oliveira, G., Moen, J. Danell, Ö. & Palmqvist, K. 2006. Effect of simulated reindeer grazing on the re-growth capacity of mat-forming lichens. *Basic and Applied Ecology* 7, s 109-121.
- Glöde, D. & Bergkvist, I. 2003. Mechanized Cleaning, Down and Out and Back Again? Skogforsk. *Arbetsrapport* nr 535.
- Gullberg, T. & Liss, J.-E. 1997. Sänkta skogsvårdskostnader och ökade bränslevolymer med ny teknik. *Bioenergi* nr 3.
- Gunnarsson, M. 2010. Effektivare röjningssätt med kedjeröjsågen? SLU, Skogsmästarskolan. *Examensarbete i skogshushållning* 2010:17.
- Gustafsson, K. 1989. *Rennäringen – en presentation för skogsfolk*. Skogsstyrelsens förlag, Jönköping.
- Hansson, P. 1996. *Gremmeniella abietina* in Northern Sweden. Silvicultural aspects of disease development in the introduced *Pinus contorta* and in *Pinus sylvestris*. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria* 10.
- Hantula, J., Kasanen, R., Kaitera, J. & Moricca, S. 2002. Analyses of genetic variation suggest that pine rusts *Cronartium flaccidum* and *Peridermium pini* belong to the same species. *Mycological Research* 106, s 203-209.
- Hedgren, P.O., Weslien, J. & Schroeder, L.M. 2003. Risk of attack by the bark beetle *Pityogenes chalcographus* (L.) on living trees close to colonized felled spruce trees. *Scand. J. For. Res.* 18, s 39-44.
- Helmisaari, H.S., Holt Hanssen, K., Jacobson, S., Kukkola, M., Luiro, J., Saarsalmi, A., Tamminen, P. & Tveite, B. 2011. Logging residue removal after thinning in Nordic boreal forests: Long-term impact on tree growth. *For. Ecol. Manage.* s 1919-1927.
- Huuskonen, S. & Hynynen, J. 2006. Timing and Intensity of Precommercial Thinning and Their Effects on the First Commercial Thinning in Scots Pine Stands. *Silva Fennica* 40(4), s 645-662.



- Huuri, O. Lähde, E. & Huuri, L. 1987. Effect of stand density on the quality and yield of young Scots pine plantations. *Folia Forestalia* 685.
- Håkansson, M. 2000. (Redaktör.) *Skogencyklopedin*. Sveriges Skogsvårdsförbund. (Skogencyklopedin är även digitalt tillgänglig på [www.skogforsk.se/Kunskap Direkt/Skogencyklopedin](http://www.skogforsk.se/Kunskap_Direkt/Skogencyklopedin).)
- Iwarsson, M. 2001. *Motormanuell röjning*. Skogforsk.Handledning.
- Johansson, A. 1992. Föryngring av gran under björk. *Lantbrukspraktika* 1992, s 205–212.
- Johansson, T. 1991. The effect of stump height and cut surface type on survival, sprouting and sprout growth after cutting of 10-35-year old *Betula pubescens* Ehrh. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* 28.
- Johansson, T. 1991. Sprouting ability of two-year-old *Betula pendula* stumps exposed to different light intensities during five years. *Scand. J. For. Res.* 6, s 509–518.
- Johansson, T. 1992. Sprouting of 2- to 5-year-old *Betula pubescens* in relation to felling time. *For. Ecol. Manage.* 53, s 283-296.
- Johansson, T. 2001. Björkskärm över gran – resultat från försök anlagda 1983–1984. SLU, inst. för skogshushållning. *Rapport* 16.
- Johnstone, W.D. 1981. Precommercial thinning speeds growth and development of lodgepole pine: 25 years results. Canadian Forestry Service, Northern Forest Research Centre. *Information Report* Nor-X-237.
- Kaitera, J., Nuorteva, H. & Hantula, J. 2005. Distribution and frequency of *Cronartium flaccidum* on *Melampyrum* spp. in Finland. *Can. J. For. Res.* 35(2), s 229-234.
- Karlman, M., Hansson, P. & Witzell, J. 1994. *Scleroderris* canker on lodgepole pine introduced in northern Sweden. *Can. J. For. Res.* 24, s 1948–1959.
- Karlsson, A. & Albrektson, A. 2000. Height Development of *Betula* and *Salix* Species Following Precommercial Thinning at Various Stump Heights: 3-Year Results. *Scand. J. For. Res.* 15, s 359–367.
- Karlsson, A., Albrektsson, A. Elfving, B. & Fries, C. 2002. Development of *Pinus sylvestris* Main Stems Following Three Different Precommercial Thinning Methods in a Mixed Stand. *Scand. J. For. Res.* 17, s 256–262.
- Klang, F. & Ekö, P.-M. 1999. Tree properties and yield of *Picea abies* planted in shelterwoods. *Scand. J. For. Res.* 14, s 262–269.
- Kumm, K.-I. 1996. Mera betesdjur för landskapsvård. Naturvårdsverket. *Rapport* 4591.
- Krekula, H. 2007. Faktablad om törskate 1(2), Skogsstyrelsen.
- Lavsund, S. 2003 Skogsskötsel och skador i tallungskog. Skogforsk. *Resultat* nr 6.
- Lavsund, S. Skadebeskrivning Älgbetning tall. Se: SkogsSkada ([www.skogsskada.slu.se/](http://www.skogsskada.slu.se/)).
- Larsson-Stern, M., Albrektson, A. & Ekö, P.-M. 1996. Hybridlärk (*Larix x eurolepis* Henry) i södra Sverige. SLU, inst. för sydsvensk skogsvetenskap. *Arbetsrapport* nr 12.
- Ligné, D. 2004. New technical and alternative silvicultural approaches to pre-commercial thinning. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria* 331.
- Lindén, M. 2003. Increment and yield in mixed stands with Norway spruce in southern Sweden. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae, Silvestria* 260.
- Lundmark, T. & Hällgren, J.-E. 1987. Effects of frost on shaded and exposed spruce and pine seedlings planted in the field. *Can. J. For. Res.* 17, s 1197–1201.
- Långström, B. 1992. Märgborreskador och tillväxtförluster efter tre års lagring av obarkat barrvirke. SLU. *Skogsfakta* nr 15.
- Långström, B. & Solheim, H. 2001. Vem dödar trädet – märgborren eller dess blånadssvamp? SLU. *Fakta Skog* nr 11.
- Löytyniemi, K. 1985. On repeated browsing of Scots pine saplings by moose (*Alces alces*) *Silva Fennica* 19, s 387–391. (På finska med engelsk sammanfattning.)
- Marklund, L.-G. 1987. Biomassafunktioner för gran (*Picea abies* (L.) Karst) i Sverige. SLU. inst. för skogstaxering. *Rapport* 45.
- Mattila, U., Jalkanen, R. & Nikula, A. 2001. The effects of forest structure and site characteristics on probability of pine twisting rust damage in young Scots pine stands. *For. Ecol. Manage.* 142, s 89–97.
- Mielikänen, K. 1985. Effects of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 133, s 495–500. (På finska med engelsk sammanfattning.)
- Mård, H. 1996. The influence of a birch shelter (*Betula* spp) on the growth of young stands of *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 11, s 343–350.

- Niemelä, P., Lindgren, M. & Uotila, A. 1992. The effect of stand density on the susceptibility of *Pinus sylvestris* to *Gremmeniella abietina*. *Scand. J. For. Res.* 7, s 129–133.
- Ottosson-Löfvenius, M. 1993. Temperature and radiation regimes in pine shelterwood and clear-cut area. SLU, inst. för skogsekologi. *Doktorsavhandling*.
- Persson, A. 1977. Kvalitetsutveckling inom yngre förbandsförsök med tall. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och uppsatser* nr 45.
- Persson, P. 1972. Vind- och snöskadors samband med beståndsbehandlingen – inventering av yngre gallringsförsök. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och uppsatser* Nr 23.
- Persson, P. 1975. Stormskador på skog: uppkomstbetingelser och inverkan av skogliga åtgärder. Skogshögskolan, inst. för skogsproduktion. *Rapporter och uppsatser* nr 36.
- Pettersson, F. 2001. Effekter av olika röjningsåtgärder på beståndsutvecklingen i tallskog. SkogForsk. *Redogörelse* nr 4.
- Pettersson, F., Bergström, R., Jernelid, H., Lavsund, S. & Wilhelmsson, L. 2010. Älgbetning och tallens volymproduktion. SkogForsk, *Redogörelse* nr 2.
- Pettersson, M. & Nordfjell, T. 2007. Fuel quality changes during seasonal storage of compacted logging residues and young trees. *Biomass and Bioenergy* 31, s 782–792.
- Pettersson, N. 1986. Toppning och röjning i självföryngrad tall – några resultat från ett av J-E Wretlinds försök i Malå. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* nr 4 1986.
- Pettersson, N. 1986. Korridoröjning i självsådd tallungskog. SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* 17.
- Pettersson, N. 1993. The effect of density after precommercial thinning on volume and structure in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scand. J. For. Res.* 8, s 528–539.
- Pettersson, T. 1974. Insektsproduktionen i hyggesavfall. Statens Skogsmästarskola. *Rapport* 4/1974.
- Skogsvårdslagstiftningen. 2012. Skogsstyrelsen. Tillgänglig på: [www.skogsstyrelsen.se/Äga och bruka/Lagen](http://www.skogsstyrelsen.se/Äga_och_bruka/Lagen).
- Stenlid, J., Swedjemark, G. & Vollbrecht, G. 1995. Rotröta drabbar inte bara gran. SLU, *Fakta Skog* nr 12, 1995.
- af Ström, I. 1882. *Förslag till en förbättrad skogshushållning i Sverige, jemte utkast till dess systematiska verkställande*. Stockholm.
- Ståhl, E. & Pettersson, N. 2007. Björk som råvara – egenskaper, virkesförråd, produktion och utnyttjande. Högskolan Dalarna, avd. för träteknologi. *Rapport* 30.
- Sundås, S. 1993. Hyggesbetning med får. SLU. *Fakta Husdjur* nr 4.
- Tham, Å. 1988. Yield prediction after heavy thinning of birch in mixed stands of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.) SLU, inst. för skogsproduktion. *Rapport* 23. Doktorsavhandling.
- Tham Å. 1994. Crop plans and yield prediction for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.). *Studia Forestalia Suecica* 195, s 1–25.
- Thernström, P.-O. 1982. Några resultat från sex röjningsförsök med röjning i tallungskog vid olika beståndsålder. SLU, inst. för skogsproduktion. *Examensarbete* 3-1982.
- Valinger, E., Lundqvist, L. & Sundberg, B. 1995. Tallarna minns vintern – växer mer efter snörika och blåsiga vintrar. SLU. *Fakta Skog* nr 19.
- Valkonen, S. & Valsta, L. 2001. Productivity and economics of mixed two-storied spruce and birch stands in Southern Finland simulated with empirical models. *For. Ecol. Manage.* 140, s 133–149.
- Valkonen, S. & Ruuska, J. 2003. Effect of *Betula pendula* admixture on tree growth and branch diameter in young *Pinus sylvestris* stands in Southern Finland. *Scand. J. For. Res.* 18, s. 416–426.
- Varmola, M. & Salminen, H. 2004. Timing and intensity of precommercial thinning in *Pinus sylvestris* stands. *Scand. J. For. Res.* 19, s 142–151.
- Varmola, M., Salminen, H., Rikala, R. & Kerkele, M. 2000. Survival and Early Development of Lodgepole Pine. *Scand. J. For. Res.* 15, s 410–423.
- Vollbrecht, G., Gemmel, P. & Pettersson, N. 1995. The effect of precommercial thinning on the incidence of *Heterobasidion annosum* in planted *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 10, s 37–41.
- Wagenknecht, H.E. & Henkel, W. 1962. *Rationelle Dickungspflege*. Neumann verlag, Radebeul, Berlin.
- Wahlgren, A. 1914. *Skogsskötsel – handledning vid uppdragande, vård, och föryngring av skog*. P A Norstedt & söners förlag. Stockholm.

- Walfridsson, E. 1977. Lövets konkurrens i barrkulturen. Skogshögskolan. *Examensarbete i skogsskötsel, Stencil*.
- Valinger, E. & Fridman, J. 1999. Models to assess the risk of snow and wind damage in pine, spruce, and birch forests in Sweden. *Env. Manage.* 24, s 209–217.
- Vestlund, K. 2004. Assessing rules and ideas for stem selection in cleaning. *Baltic Forestry* 10:2, s. 61-71.
- Vestlund, K. 2005. Aspects of Automation of Selective Cleaning. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 2005:74.
- Vestlund, K., Nordfjell, T. Eliasson, L. & Karlsson, A. 2006. A Decision Support System for Selective Cleaning. *Silva Fennica* 40:2, s 271–289.
- Vollbrecht, G., Gemmel, P. & Pettersson, N. 1995. The Effect of Precommercial Thinning on the Incidence of *Heterobasidion annosum* in Planted *Picea abies*. *Scand. J. For. Res.* 10, s. 37-41.
- af Zellén, J.O. 1904. *Den nya lagstiftningen angående vård af enskildes skogar med kommentarier jämte anvisningar för skogarnas skötsel*. P A Norstedt & söners förlag. Stockholm.