

Tillväxteffekter hos träd som toppats med helikopter vid kraftledning

Redovisning av uppdrag från Elforsk AB

Folke Pettersson



Omslag: Toppning av gran i en fröplantage med helikoptermonterad såg.
Foto: Curt Almqvist.

SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

SkogForsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plantskolor, SkogsMaskinFöretagarna m.fl., som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

SkogForsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på fyra centrala frågeställningar: Produktvärde och produktionseffektivitet, Miljöanpassat skogsbruk, Nya organisationsstrukturer samt Skogsodlingsmaterial. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien *Arbetsrapport* dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

SkogForsk-Nytt: Nyheter, sammanfattningar, översikter.

Resultat: Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

Redogörelse: Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

Report: Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

Handledningar: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

Sammanfattning	3
Bakgrund	4
Uppdraget	4
Metoder	5
Fakta om helikoptertoppning	5
Möjliga effekter av toppning.....	5
Tillväxt	6
Toppröta	6
Mekaniska skador	6
Skadeinsekter.....	6
Litteratur om tillväxteffekter hos toppbrutna träd.....	8
Syntes av befintliga kunskaper.....	8
Tillväxtnedsättningens varaktighet hos toppade träd	8
Tillväxtnedsättning hos toppade träd	10
Toppningens påverkan på utbytet och kvaliteten av sågtimmer	14
Toppningens påverkan på risken för angrepp av skadeinsekter	15
Avslutande synpunkter	17
Referenser	17

Sammanfattning

Vid toppning kapar man bort den viktigaste delen av trädkronan från tillväxtpunkt. Detta leder till långvariga tillväxtförluster. Toppning av farliga träd vid kraftledning byggs på återkommande ingrepp. Det kan därför antas, att toppningsåtgärden ger permanenta tillväxtförluster under hela den återstående växttiden.

Det saknas helt studier över hur upprepat toppade träd utvecklas och tillväxer. Endast en studie som belyser tillväxteffekter hos toppbrutna träd har gått att uppbringa. I denna beräknades toppbrutna/stambrutna tallar och granar ha volymtillväxtförluster på 40–50 procent under fem år. Detta indikerar, att toppningsåtgärden ger kraftiga tillväxtförluster. I den refererade studien gav beräkningarna inget tydligt utslag för att trädåldern eller boniteten i sig påverkar storleken på den relativa tillväxtnedläggningen.

Tillväxtnedläggningen i absoluta tal bestäms av den relativa tillväxtnedläggningen och trädets absoluta tillväxtnivå, vilken är större på bättre än på sämre marker. Vid i övrigt samma förutsättningar ökar därför den absoluta tillväxtnedläggningen med stigande bonitet. Dessutom kan det antas att de absoluta tillväxtförlusterna ökar med faktorer som ökande andel grönkrona som kapats bort, med ökande växttid, med ökande antal toppningar och med minskande kapningshöjd.

Sågtimmerutbytet i absoluta tal kommer att bli mindre, eftersom toppning ger minskad diameter- och volymtillväxt hos trädet. Även kvaliteten på timret kan påverkas negativt. Detta beror dels på den svagare diameterutvecklingen, dels på att åtgärden kan orsaka rötangrepp och mekaniska skador vid kapningsstället.

Faktorer som återstående växttid, kapningshöjd m.m. har stor betydelse för sågtimmerutbytet och dess kvalitet. Till exempel torde toppningens påverkan bli mycket liten hos engångstoppade tallar med kort växttid till avverking. Risken för nedklassning av virket bör vara större för gran och lövträd än för tall, p.g.a. deras större utsatthet för röta. Mycket talar således för att sambandet mellan absoluta tillväxtförluster och värdeminskning inte är linjärt.

Mekaniska skador som spjälkning kan eventuellt uppstå vid kapningen. Sådana skador leder till avkortning av timmerstockar. För helikoptertoppade granar i en fröplantage blev kapsnitten jämna utan tendens till spjälkning eller barkdrag. Detta visar på att det finns goda förutsättningar till att utföra tekniskt sett bra kapningar. Vid upprepad toppning kan detta eventuellt bli svårare om träden utvecklade buskliknande toppar.

Toppning bör kunna leda till förhöjd risk för angrepp av skadeinsekter. Detta dels på grund av att topparna utgör yngelfarligt material, dels på grund av att vitaliteten troligtvis kan sättas ned hos en del träd efter toppning. Sannolikt har storleken på den befintliga populationen av skadeinsekter vid toppningstillfället en stor betydelse för riskbilden. Till

exempel i ett skogsområde med stort tryck av granbarkborren bör risken vara markant förhöjd för att toppade granar som drabbats av vitalitetsnedsättning angrips av insekterna. I områden med små populationer av skadeinsekter torde däremot risken vara liten för skadeverkningar med tanke på att det är så pass få träd per hektar som avses att toppas vid varje tillfälle.

Toppningsåtgärden kan eventuellt stå i konflikt med föreskriften om skadad skog i skogsvårdslagens paragraf 29. Där står skrivet "När mer än 5 m³sk råa barrträd skadats inom ett hektar genom storm, snöbrott, brand eller på annat sätt, skall den volym skadade träd som överstiger 5 m³sk utforslas eller göras otjänlig som yngelmaterial". Toppning kan likställas med snöbrott. Man kan räkna med att volymen toppade träd ibland kommer att överstiga fem kubikmeter per hektar. Det är dock oklart hur ett hektar ska definieras i detta sammanhang. Avgörande för om det kan föreligga någon konflikt med skogsvårdslagen är om de toppade träden kan anses vara yngelfarliga enligt föreskriftens andemening eller ej. Skogsstyrelsen bör således kontaktas, för att få deras syn på saken.

Bakgrund

Inom Elforsk AB pågår ett projekt som syftar till att utreda möjligheterna att med hjälp av helikopterburen kapningsutrustning toppa de träd som är farliga för kraftledningarna i stället för som nu fälla dem. Fördelarna med metoden bedöms vara bl.a. att markägaren själv kan bestämma avverknings-tidpunkt samt minskade kostnader för fältarbeten.

Toppning ger tillväxtförluster, eftersom trädets barrmassa blir mindre. För gran och lövträd uppstår det en stor risk för infektion av olika rötsvampar, som t.ex. blödsjuka, vid kapningsstället. När de toppade träden avverkas ger dessa följaktligen ett lägre ekonomiskt utbyte än om de ej hade toppats. Enligt avtal mellan LRF, Lantbrukarnas Riksförbund, och SVEL, Sveriges Elleverantörer, är markägaren berättigad att erhålla ersättning bl.a. för de skador som orsakas av åtgärder i kraftledningarnas kantzoner. För att kunna förhandla fram en rimlig ersättning vid helikoptertoppning, som bägge parter kan acceptera, är det viktigt att parterna har tillfredsställande kunskaper om vilka tillväxtförluster m.m. som är att förvänta av toppning.

Uppdraget

SkogForsks åtagande omfattade att besvara följande frågor, om möjligt uppdelade trädslagsvis på tall, gran och björk:

- Under hur lång tid påverkas tillväxten efter varje toppningstillfälle?
- Hur påverkar boniteten tillväxtminskningen?

- Hur stor blir tillväxtminskningen i relativa och absoluta tal under trädets återstående växttid?
- Kan toppningen ge förluster i form av kvalitetsförsämring för sågtimmer (röta beaktas ej)?
- Ökar toppningen risken för insektsangrepp?

Metoder

Redovisningen är utformad som en syntes av befintliga kunskaper. Litteratursökning har genomförts i olika databaser. Relevant litteratur har studerats.

Fakta om helikoptertoppning

Kapningsutrustningen består av två stycken en-meters sågklingor som drivs av en separat motor. Utrustningen monteras på en lång stång buren under helikoptern.

Kapningshöjden bestäms genom en videokamera som riktas mot faslinan och i en monitor inne i helikoptern följer piloten linan. Toppningen avses att utföras under hela året, eventuellt med undantag för perioden oktober-december, eftersom risken för rötangrepp är förhöjd under dessa månader.

Vid varje tillfälle räknar man med att toppa 50–70 träd per kilometer kraftledningsgata. Detta motsvarar 13–18 träd per hektar vid 40 meters bredd på kraftledningsgatan. Träden blir farliga för ledningen vid olika höjder, beroende på deras placering i kantzonen i förhållande till kraftledningen och dess höjd. Kapningshöjden kommer därför att variera från cirka 8 meter för träd som står intill ledningen och uppåt med ökande avstånd från ledningen.

De kapade topparnas längd blir 2–5 meter. Diametern vid kapstället kommer att vara 4–12 cm. Konceptet bygger på återkommande toppningar under trädets återstående växttid. Ny volymtillväxt ovanför kapningsstället kommer därför inte att ge något förädlingsbart virke. Vid samma kapningshöjd (t.ex. 12 meter) blir intervallet kortare och antalet toppningar flera på bördig mark än på svag. Detta beroende på skillnader i höjdtillväxt samt beståndens sluthöjd vid avverkningstillfället.

Möjliga effekter av toppning

Avkapning av en toppbit på 2–5 meter torde i princip ge samma biologiska effekter som toppbrott/stambrott orsakat av snö- eller vindskador. Förutom att tillväxten sätts ned kan träden angripas av rötsvampar eller insekter. Vid

kapningen kan det eventuellt uppstå mekaniska skador som spjälkning eller barkfläkning.

Tillväxt

Den högsta fotosynteskapaciteten har grenarna i den övre delen av trädkronan beroende på det största ljusinsläppet. Kapaciteten minskar ju längre ner i kronan som barren är belägna. Tidigare ansåg man att de understa grenarna knappast hade möjlighet att framställa näring ens för eget behov på grund av att dessa i regel är så beskuggade. Nyare forskning antyder dock inte att de lägst sittande grenarna är tärande.

Toppning kommer således att ge tillväxtförluster, eftersom trädet förlorar den tillväxtmässigt så viktiga toppdelen. Hur stor tillväxtnedläggningen blir beror på hur stor andel av grönkronan som kapas bort. Kapas en stor del av grönkronan bort finns det risk för att trädets vitalitet sätts ned markant. Detta kan med tiden i värsta fall leda till självgallring t.ex. p.g.a. insektsangrepp eller p.g.a. hårdare konkurrens från närstående träd.

Efter kapning utvecklar träden i regel yvigare toppar på grund av att flera kvistar skjuter på höjden. Detta har konstaterats bl.a. efter toppning av träd i fröplantager. Vid upprepade toppningar kan det tänkas att träden successivt får allt mer buskliknande toppar. Detta kan i så fall medföra, att de återkommande toppningarna blir allt besvärligare att utföra. För en gran på bördig mark med farlig höjd på 10 meter kan det ju bli fråga om 5–6 toppningar innan beståndet slutavverkas.

Toppröta

För gran och lövträd uppstår det en stor risk för infektion av olika röt-svampar, som t.ex. blödsjuka, vid kapningsstället. Infektionsrisken för blottlagd ved har visat sig vara extra stor under höstmånaderna. Rötad ved minskar trädets värde. Om toppröta påverkar volymtillväxten negativt är inte känt. Detta uppdrag har inte omfattat att närmare utreda effekterna av toppröta.

Mekaniska skador

Vid kapningen kan det eventuellt uppstå mekaniska skador som spjälkning eller barkfläkning. Mekaniska skador leder i allmänhet till avkortning av timmerstockar, d.v.s. lägre virkesvärde.

Skadeinsekter

Toppning kan eventuellt öka risken för insektsangrepp. Topparna utgör ett potentiellt yngelmateriel för förökning av främst mörghorn och sextandad barkborre. Mörghornen näringsgnager i tallkronans årsskott. Vid kraftiga angrepp kan tillväxtförlusten bli stor hos angripna tallar. Den sextandade

barkborren är skadegörare i yngre granbestånd, där den kan döda träd på rot.

Träd som är försvagade av någon anledning löper en förhöjd risk för att bli angripna av skadeinsekter. Hårda toppningar kan tänkas sätta ned vitaliteten hos träden. Detta torde särskilt kunna gälla för solexponerade granar i skogskanten. Sådana granar med nedsatt vitalitet kan lätt angripas och dödas av den åttatandade barkborren, om det finns en tillräckligt stor population av dessa baggar. Avgörande för om toppningen kan utgöra en förhöjd risk för angrepp av skadeinsekter bör vara, dels antalet träd som toppas per arealenhet (mängden toppar), dels i vilken utsträckning de toppade träden eventuellt kan bli försvagade. Även den befintliga populationsstorleken av skadeinsekter vid toppningstillfället bör ha betydelse för riskbilden.

Litteratur om tillväxteffekter hos toppbrutna träd

Det har inte gått att finna någon studie inriktad på tillväxteffekter hos toppbrutna träd, varken i Sveriges Lantbruksuniversitets (SLU) databas eller i utländska. Förfrågningar hos kollegor på SkogForsk och SLU har ej heller givit positivt resultat.

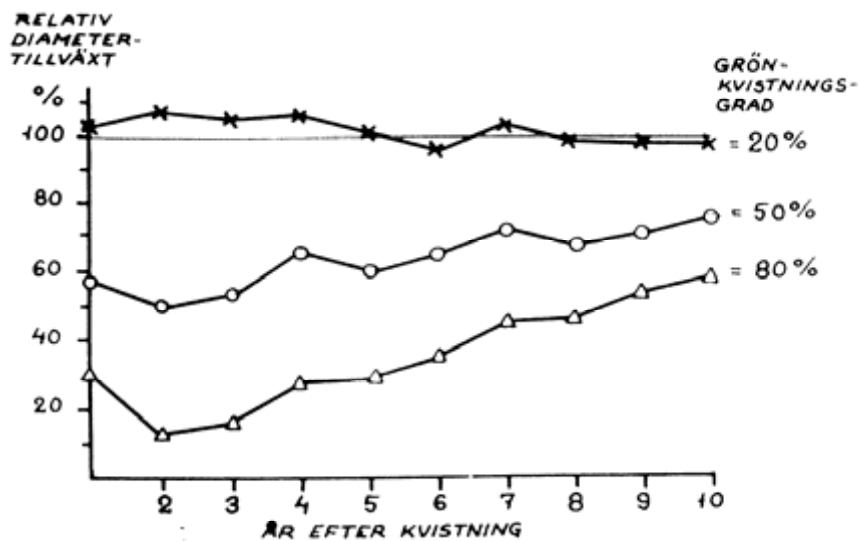
Det finns dock ett material som är användbart i detta sammanhang. Detta belyser tillväxteffekten under fem år hos skadade träd, bl.a. toppbrutna/stambrutna. Dessa effekter finns redovisade som delresultat i en avhandling om tillväxtfunktioner för enskilda träd (Söderberg, 1986).

Det finns således inga studier som belyser kärnfrågorna i detta uppdrag, d.v.s. tillväxtnedsättningens förlopp över tiden efter toppning samt hur upprepat toppade träd utvecklas och tillväxer fram tills de avverkas. Man blir därför hänvisad till att göra så goda bedömningar man kan, utifrån de kunskaper som finns tillgängliga. I detta sammanhang finns det troligen utrymme för att göra lite olika, men kanske lika troliga, bedömningar av den sannolika tillväxtutvecklingen hos upprepat toppade träd.

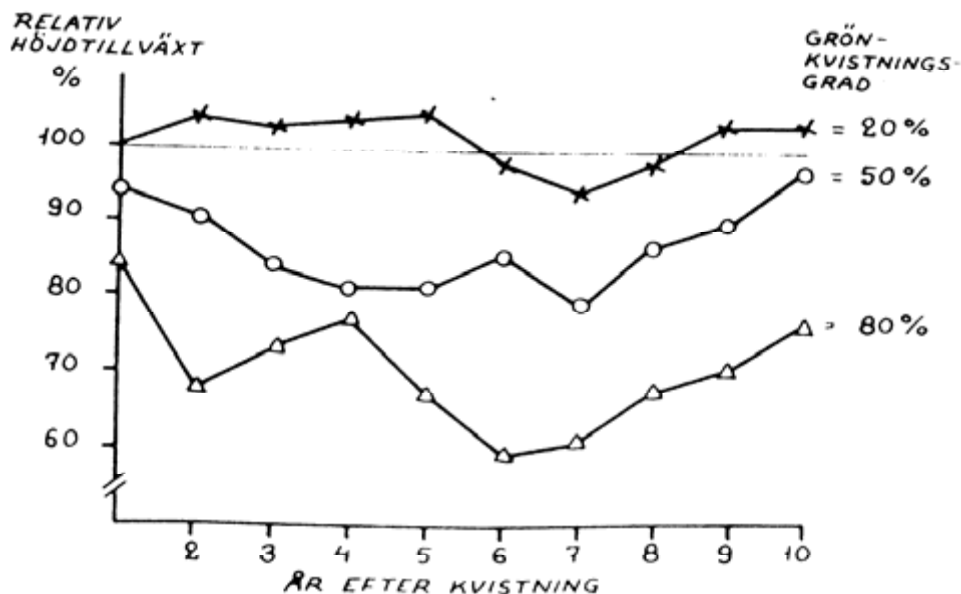
Syntes av befintliga kunskaper

Tillväxtnedsättningens varaktighet hos toppade träd

Studier av tillväxtutvecklingen efter stamkvistning kan tjäna som underlag vid bedömning av tillväxtnedsättningens varaktighet efter toppning. Det ska dock poängteras, att det finns ganska stora skillnader mellan stamkvistning och toppning ur trädbiologisk synvinkel. Vid stamkvistning avlägsnas den understa och från tillväxtsynpunkt den minst viktiga delen av trädkronan. Dessutom avkortas inte trädet vid denna åtgärd. Vid samma borttagandegrad av grönmassan bör tillväxtnedsättningen således bli betydligt större efter toppning än efter stamkvistning.



Figur 1. Årlig diameter tillväxt i relativa tal under en 10-årsperiod efter grönkvistning, då 20–80 procent av den levande kronan avlägsnas. Den vågräta linjen på 100 procent markerar diameter tillväxten för träd, som ej stamkvistats. Tall. Efter Söderström (1980).



Figur 2. Årlig höjdtillväxt i relativa tal under en 10-årsperiod efter grönkvistning, då 20–80 procent av den levande kronan avlägsnats. Den vågräta linjen på 100 procent markerar höjdtillväxten för träd som ej stamkvistats. Tall. Efter Söderström (1980).

I figur 1–2 visas tillväxtutvecklingen under 10 år efter stamkvistning av tall i ett finländskt försök (Söderström, 1980). Vid 20-procentig grönkvistningsgrad hade varken diameter- eller höjdtillväxten förändrats jämfört med okvistade träd. Detta kan förklaras med att man vid denna kvistningsgrad troligen endast tog bort barr som givit ett litet, eller inget tillskott alls, till trädets nettoassimilation.

Vid ännu kraftigare grönkvistningsgrad, 50 eller hela 80 procent av grönmassan, blev nedsättningen av diametertillväxten mycket stor (figur 1). Även höjdtillväxten sattes ned markant för dessa försöksled (figur 2). Detta innebär, att volymtillväxtnedsättningen i relativa tal måste ha varit ännu större än den relativa nedsättningen av diametertillväxten.

Tillväxtnedsättningen i stamkvistningsförsöket var starkt kopplad till andelen grönmassa som hade avlägsnats (figur 1–2). Detta åskådliggjorda samband torde ha generell giltighet, även för toppningsåtgärden. Som också framgår av figurerna indikerar tillväxtförloppen vid 50- och 80-procentig grönkvistningsgrad på långvariga tillväxtnedsättningar.

Toppning är som sagt ett ännu starkare ingrepp än stamkvistning. Vid toppningsåtgärden avlägsnas ju den från tillväxtpunkt viktigaste barrfraktionen, samtidigt som trädet blir avkortat. Det är därför sannolikt att tillväxtnedsättningen blir mycket långvarig efter toppning, kanske t.o.m. under hela den återstående växttiden. Under alla omständigheter får man räkna med permanenta tillväxtförluster hos toppade träd vid kraftledningsgator. Metoden bygger ju på att man måste återkomma med förnyad toppning, då träden vuxit 2–5 meter på höjden sedan föregående toppning.

Tillväxtnedsättning hos toppade träd

Tillväxtnedsättningen i relativa och absoluta tal har sannolikt en mycket stor spännvidd, beroende på kapningshöjd, andel grönkrona som kapats bort, antal toppningar, antal år från första toppning till avverkning, bonitet, trädets placering, kanträd eller ej m.m. Det torde därför i princip vara svårt att ta fram enkla, generella regler om tillväxtnedsättningens storlek, som kan täcka in alla de möjliga ”toppningsregimer” som kan tänkas förekomma vid helikoptertoppning av farliga träd vid kraftledningar. Det finns som sagt ej heller några studier som belyser tillväxteffekter av upprepad toppning. I dag finns som framgått bara ett material att tillgå som belyser tillväxteffekter av toppbrott/stambrott, redovisat av Söderberg (1986).

Söderbergs arbete baserades på ett mycket omfattande provträdsmaterial, cirka 33 000 tillväxtbörjade träd, från riksskogstaxeringen. Arbetet resulterade i ett stort antal grundytetillväxt- och formhöjdsfunktioner för enskilda träd. Separata funktioner framställdes för olika träslag, åldersgrupper (yngre respektive äldre träd) samt för olika regioner i landet. Regionindelningen framgår av figur 3. Söderbergs tillväxtfunktioner används mycket flitigt, t.ex. för skogliga produktionsprognoser och avverkningsberäkningar, av skogsföretagen, forskande institutioner och riksskogstaxeringen.



Figur 3.
Regioner för vilka olika funktioner framställs. Efter Söderberg (1986).

Tillväxtfunktionerna är framtagna på oskadade trädets tillväxt. Detta möjliggjordes genom att riksskogstaxeringen enligt sina rutiner hade registrerat förekomsten av skador. Ett träd registrerades som skadat om gagnvirkesutbytet, trädets aktuella tillväxt eller framtida utveckling nämnvärt påverkades. Däremot så registrerades ingen tidsangivelse när skadan sannolikt hade inträffat (detta är i praktiken svårt att avgöra). Hos de träd som hade registrerats som toppbrutna/stambrottna kunde skadan således ha inträffat allt i från ganska långt tillbaka i tiden till att brottet nyligen hade skett, samma år som taxeringen utfördes.

Träd med avbruten huvudstam räknades in i kategorin toppbrutna/stambrottna. Det finns ingen klar definition på nyansskillnaden mellan toppbrott och stambrott. Med stambrott brukar man vanligtvis mena att en större del av toppen brutits av, innehållande gagnvirke. I Söderbergs material ingick sannolikt träd med vitt skilda skadegrader, allt ifrån mycket lindriga toppbrott till kraftiga brott långt ner i trädkronan.

För att kvantifiera effekten av skador jämförde Söderberg den faktiskt, uppmätta grundytetillväxten under fem år hos de skadade träden med den beräknade tillväxten som de sannolikt skulle ha haft om de hade varit oskadade enligt tillväxtfunktionerna. Resultaten för de cirka 500 toppbrutna/stambrutna träden finns redovisade i tabell 1. Åldersgruppen yngre träd omfattar i norra och mellersta Sverige träd upp till 65 år i brösthöjd och i södra upp till 55 år.

Tabell 1.
Beräknad relativ grundytetillväxt under fem år för toppbrutna/stambrutna träd. Efter Söderberg (1986).

		Antal oskadade träd i funktionerna	Antal skadade träd med toppbrott/stambrott	Rel. grundytetillväxt under 5 år för träd med toppbrott/stambrott, % (oskadade träd = 100 %)	
Tall	Norra Sverige, yngre träd	1 249	20	73	
	Norra Sverige, äldre "	2 495	30	70	
	Mell. Sverige, yngre träd	815	7	67	
	Mell. Sverige, äldre "	1 440	15	59	
	Södra Sverige, yngre träd	1 662	21	76	
	Södra Sverige, äldre "	2 373	24	63	
	Genomsnitt, tall			68	
	Gran	Norra Sverige, yngre träd	1 790	33	68
		Norra Sverige, äldre "	3 261	84	62
		Mell. Sverige, yngre träd	1 565	22	58
Mell. Sverige, äldre "		1 733	35	56	
Södra Sverige, yngre träd		3 564	80	76	
Södra Sverige, äldre "		2 651	76	75	
Genomsnitt, gran				66	
Björk		No. - Mell. Sverige, yngre träd	1 072	8	53
	No. - Mell. Sverige, äldre "	755	15	46	
	Södra Sverige, yngre träd	1 034	7	187	
	Södra Sverige, äldre "	704	3	122	
	Övr. löv	No. - Mell. Sverige	246	6	62
		Södra Sverige	643	6	89

För både tall och gran var grundytetillväxten under fem år i genomsnitt knappt 70 procent av oskadade trädets d.v.s. tillväxtförluster på drygt 30 procent (tabell 1). Tillväxtnedläggningen beräknades ha varit något större för äldre än för yngre träd samt även något större i mellersta Sverige än i norra och södra för dessa trädslag. Det är dock inte troligt, att dessa skillnader var statistiskt signifikanta. Dels var skillnaderna i genomsnittlig tillväxtnedläggning små, dels kan det antas att variationen i tillväxtnedläggning var stor mellan de enskilda träden inom varje materialgrupp. En stor variation i tillväxtnedläggning kan antas p.g.a. att det sannolikt ingick träd med vitt skilda skadegrader samt även med stor variation beträffande hur lång tid tillbaka från taxeringstillfället som skadan inträffat.

Det fanns endast ett litet antal björkar och andra lövträd bland de toppbrutna/stambrutna provträden (tabell 1). De beräknade tillväxteffekterna för lövträden bör därför tolkas och behandlas med försiktighet. För samtliga materialgrupper med lövträd, fränsett gruppen björk i södra Sverige, beräknades genomsnittliga tillväxtförluster på mellan 11 och 54 procent. För de tio björkarna i södra Sverige gav beräkningarna en positiv effekt på grundytetillväxten på i medeltal 22 och 87 procent (tabell 1). Det är dock osannolikt att dessa träd skulle ha vuxit bättre efter det att de blivit toppbrutna. Dessa träd kan ha varit betydligt mer växtliga än genomsnittet, samtidigt som toppbrotten kan ha varit lindriga. Det kan också ha ingått ett flertal träd med nyligen inträffade toppbrott vid taxeringstillfället, vilket i så fall betytt att den uppmätta, femåriga grundytetillväxten i stort sett hade varit opåverkad av brotten.

Söderbergs beräkningar speglar den genomsnittliga nedsättningen av grundytetillväxten hos de skadade träden under femårsperioden närmast innan taxeringen. I materialet ingick med ganska stor säkerhet både träd med gamla toppbrott och träd med nya. Resultaten är således inte kopplade till någon bestämd tidsperiod, som t.ex. första femårsperioden efter skadetillfället. Om den relativa tillväxtnedsättningen efter ett toppbrott minskar med tiden, som efter stamkvistning, hade beräkningarna visat på ännu kraftigare tillväxtnedsättningar om Söderberg hade haft möjlighet att för varje provträd ta fram och beräkna tillväxten för den första femårsperioden efter toppbrottet/stambrottet.

Förutom att grundytetillväxten minskar och höjden sätts ned påverkas även formhöjden (produkten av stamform och trädhöjd) och formhöjdstillväxten negativt av toppbrott. Nedsättningen blir därför procentuellt sett större för volymtillväxten än för grundytetillväxten. Till exempel så skulle toppbiten av trädet ha producerat virke om den hade fått vara kvar. Den i genomsnitt drygt 30-procentiga nedsättningen av grundytetillväxten hos tall och gran torde ha motsvarat en volymtillväxtnedsättning på i storleksordningen 40–50 procent. Söderbergs resultat indikerar således på kraftiga tillväxtförluster hos träd som blivit toppbrutna/stambrutna. Som tidigare framhållits är toppdelen den viktigaste från virkesproduktionssynpunkt, vilket förklarar den starka tillväxtnedsättningen. Eftersom avsikten är att kapa bort 2–5 meter, alltså en ganska stor del av den övre kronan, kan man utgå ifrån att tillväxtnedsättningen blir stor efter toppning.

Som framgått gav Söderbergs beräkningar inget tydligt belägg för att trädåldern påverkar tillväxtnedsättningen i relativa tal. Därför kan man räkna med att den relativa tillväxtnedsättningen är oberoende av trädåldern.

I Söderbergs material förelåg inga stora skillnader mellan de olika landsdelarna beträffande den relativa tillväxtnedsättningen, ej heller fanns det någon trend från söder mot norr. Boniteten är högst i södra Sverige och

minskar mot norr. Detta indikerar, att den procentuella tillväxtnedsättningen efter toppbrott/stambrott inte är särskilt bonitetsberoende. Man bör därför kunna kalkylera med att den procentuella tillväxtnedsättningen är oberoende av boniteten.

Tillväxtnedsättningen i absoluta tal bestäms av den relativa tillväxtnedsättningen och trädets absoluta tillväxtnivå, vilken är större på bättre än på sämre marker. Vid i övrigt samma förutsättningar ökar därför tillväxtnedsättningen i absoluta tal med stigande bonitet. Dessutom kan det räknas med att de absoluta tillväxtförlusterna ökar med faktorer som ökande andel grönkrona som kapats bort, med ökande växttid från första toppning, med ökande antal toppningar och med minskande toppningshöjd. Tallar och lövträd som står i skogskanten, och som därmed är till hälften friställda, bör i princip kunna klara sig bättre tillväxtmässigt än träd längre in i beståndet, som är mer konkurransutsatta och beskuggade. Solexponerade granar i kanten kan dock tänkas få en starkt nedsatt vitalitet om de toppas hårt, vilket i så fall kan leda till omfattande tillväxtförluster samt även till att dessa träd kan få en förhöjd risk för angrepp av granbarkborrar.

Toppningens påverkan på utbytet och kvaliteten av sågtimmer

Sågtimmerutbytet i absoluta tal kommer att bli mindre eftersom toppning ger minskad diameter- och volymtillväxt hos trädet. Även kvaliteten på timret kan påverkas negativt. Detta beror dels på den svagare diameterutvecklingen, dels på att åtgärden kan orsaka rötangrepp och mekaniska skador vid kapningsstället.

Det finns några enkla tumregler när det gäller sortimentsutfall. Grövre träd ger ett högre timmerutbyte per skogskubikmeter än klenare träd. För konstruktionsvirke gäller att grövre stockar tål grövre kvist bättre än klenare, se t.ex. Pettersson (1996).

Den lägre diametern vid avverkningen men samma storlek på torrkvisten jämfört med otoppat, kan resultera i en mindre andel konstruktionstimmer. En naturlig effekt av toppning är att grönkronan blir permanent lägre sittande på trädet. Även de levande grenarna växer i tjocklek. För träd som toppas vid låg höjd torde detta kunna få negativ inverkan på timmerutbytet och andelen högkvalitativt virke. När ett träd toppas är kvistkvaliteten (storlek, antal) i rotstocken redan bestämd. För tallar som har goda möjligheter att producera kvistfritt virke i slutet av omloppstiden, kan toppning i ett tidigt skede av växttiden bli mycket negativ. Detta beror på att övervallningen av de döda kvistarna i rotstocken gynnas av hög diametertillväxt hos trädet.

Faktorer som växttid från första toppning till slutavverkning, antal toppningar, kapningshöjd m.m. har stor betydelse för sågtimmerutbytet och dess kvalitet. Hos engångstoppade tallar med kort växttid till avverkning torde toppningens påverkan bli mycket liten. Däremot kan de negativa effekterna

på sågtimmerutbytet och kvaliteten tänkas kunna bli ganska stora för upprepat toppade träd med lång växttid från första toppning till avverkning. Risken för nedklassning av virket bör vara större för gran och lövträd än för tall, p.g.a. deras större utsatthet för röta. Mycket talar således för att sambandet mellan absoluta tillväxtförluster och värdeminskning inte är linjärt.

Mekaniska skador som spjälkning eller barkfläkning kan eventuellt uppstå vid kapningen. Sådana skador leder till avkortning av timmerstockar, d.v.s. lägre utbyte och virkesvärde. En annan effekt av mekaniska skador är ökad förekomst av blottlagd ved. Detta kan medföra en ökad risk för svampangrepp, samt till större rötangrepp om rötan får fäste.

I en studie av toppning i en granförplantage med samma typ av helikoptermonterad såg som avses att användas vid toppning av kraftledningsträd, fann man att metoden fungerade bra. Kapsnitten blev jämna utan tendens till spjälkning eller barkdrag (Almqvist, 1996). Detta visar på att det finns goda förutsättningar till att utföra tekniskt sett bra kapningar, åtminstone vid förstagångstoppning. Vid upprepad toppning kan detta eventuellt bli svårare, om träden utvecklats buskliknande toppar.

Toppningens påverkan på risken för angrepp av skadeinsekter

Toppning bör kunna leda till förhöjd risk för angrepp av skadeinsekter. Detta dels på grund av att topparna utgör ett yngelfarligt material, dels på grund av att vitaliteten troligtvis kan sättas ned hos en del träd efter toppning. Ett träd med nedsatt vitalitet löper alltid en större risk för insektsangrepp. Man planerar som sagt med att toppa 50–70 träd per kilometer kraftledningsgata. Detta kan bedömas vara ett ganska litet antal, vilket indikerar på att risken för skadeverkningar inte skulle öka särskilt mycket.

Sannolikt har storleken på den befintliga populationen av skadeinsekter vid toppningstillfället en stor betydelse för riskbilden. Till exempel i ett skogsområde med stort tryck av granbarkborren bör risken vara markant förhöjd för att toppade granar som drabbats av vitalitetsnedsättning angrips av insekterna. I områden med små populationer av skadeinsekter torde däremot risken vara liten för skadeverkningar med tanke på att det är så pass få träd per hektar som avses att toppas.

Eftersom toppning är en åtgärd som kan öka risken för angrepp av skadeinsekter måste man studera vad skogsvårdslagen (Skogsstyrelsen, 1994) stipulerar i fråga om skyddsåtgärder mot insektshärjning. Detta regleras i lagens paragraf 29. Två föreskrifter i denna paragraf är tillämpliga på toppningsåtgärder. Dessa behandlar dels mängden avverkningsrester som får lämnas kvar, dels hanteringen av skadad skog. Gran i området ”A” är dock

undantaget från föreskrifterna. Detta område "A" utgörs av den del av Norrland som ligger väster om inlandsbanan samt den nordligaste delen av Lappland och Norrbotten.

Beträffande avverkningsrester (=topparna) sägs, att högst 250 längdmeter råa barrträd och rått barrvirke som överstiger 7 cm i diameter på bark får lämnas kvar. Vid det trädantal per hektar som avses att toppas blir antalet längdmeter toppar över 7 cm avsevärt mindre. Det föreligger således ingen konflikt mellan toppningsåtgärden och denna föreskrift.

I föreskriften om skadad skog står följande skrivet: "När mer än 5 m³sk råa barrträd skadats inom ett hektar genom storm, snöbrott, brand eller på annat sätt, skall den volym skadade träd som överstiger 5 m³sk utforslas eller göras otjänlig som yngelmaterial". Vidare lämnas följande definition: "Med råa barrträd och rått barrvirke avses sådant obarkat stamvirke av barrträd som är lämpligt som yngelmaterial för märgborrar, sextandade granbarkborrar eller åttatandade barkborrar". Det är inte närmare preciserat hur pass skadat trädet ska vara, eller i övrigt hur det ska vara beskaffat, för att inräknas som yngelmaterial. Detta lämnar ett utrymme fritt för subjektiva tolkningar.

Toppning kan likställas med snöbrott. Räknar man med att 1 km kraftledningsgata med bredden 40 meter motsvarar 4 hektar ger detta i storleksordningen 13–18 toppade träd per hektar. Eftersom även en del grövre träd kan bli föremål för toppning kan det räknas med att volymen toppade träd ibland kommer att överstiga 5 skogskubikmeter per hektar. Toppningsåtgärden kan därför eventuellt stå i konflikt med föreskrifterna om skadad skog. Avgörande är om de toppade träden är yngelfarliga enligt föreskriftens andemening eller ej.

Viss vägledning ger en studie från Värmland efter omfattande snöbrott vårvintern 1988 (Schroeder och Eidmann, 1993). Det visade sig att avbrutna tallar som hade mer än fem gröna kvistar inte hade angripits av märgborrar. Detta antyder, att risken är liten för att toppade tallar ska tjäna som förökningsmaterial åt märgborrar.

Det finns ej heller någon definition på hur ett hektar ska räknas i detta sammanhang. Under alla anständigheter bör Skogsstyrelsen kontaktas för att få deras syn på om helikoptertoppning kan stå i konflikt med skogsvårdslagens skogsskyddsbestämmelser.

Avslutande synpunkter

Inriktningen i denna utredning har varit att redovisa de studier och kunskaper som är relevanta i sammanhanget samt objektivet värdera dessa. Eftersom det helt saknas studier om hur upprepat toppade träd utvecklas tillväxtmässigt och kvalitetsmässigt, avstås det här i från att göra egna, subjektiva värderingar och beräkningar av detta utfall. Det är naturligt, att de är parterna själva som måste göra dessa bedömningar, samt försöka sammanjämka sina ståndpunkter i förhandlingar. Denna utredning bör kunna vara en av utgångspunkterna i detta arbete. Det är också viktigt att konsultera Skogsstyrelsen för att försäkra sig om att toppningsåtgärden inte står i konflikt med skogsvårdslagens skogsskyddsbestämmelser.

Referenser

- Almqvist, C. 1996. Toppning av granfröplantager med helikoptermonterad såg – studie i 453 Sör Amsberg. SkogForsk. Arbetsrapport nr 312, 1996. 5 s. Uppsala.
- Pettersson, F. 1996. Effekter av olika röjnings- och gallringsåtgärder på beståndsutvecklingen i tall- och granskog (SkogForsk, Redogörelse nr 5, 1996), 46 s. Oskarshamn.
- Schroeder, L. M. & Eidmann, H. H. 1993. Attacks of bark-and wood-boring Coleoptera on snow-broken conifers over a two-year period. Scand. J. For. Res. 8: 257-265, 1993.
- Skogsstyrelsen. 1994. Skogsvårdslagen. Handbok. 66 s. Jönköping.
- Söderberg, U. 1986. Funktioner för skogliga produktionsprognoser. Tillväxt och formhöjd för enskilda träd av inhemska trädslag i Sverige (Sveriges lantbruksuniversitet, Avdelningen för Skogsuppskattning och Skogsin- delning, Rapport nr 14), 251 s. Umeå.
- Söderström, V. 1980. Ekonomisk skogsproduktion. Del 3. Beståndsvård. 217 s. Borås 1983.

Bilagor till arbetsrapport nr 407, 1998. (Tillväxteffekter hos träd vid kraftledningar som toppats med helikopter)

Bilaga 1. Tillväxtnedsättning mm (Folke Pettersson)

Bilaga 2. Några kommentarer om risken för barkborreskador vid toppkapning av träd intill kraftledningsgator (Jan Weslien)

Dessa kompletterande kommentarer är föranledda av synpunkter på rapporten av projektgruppen samt faktauppgifter mm som framkom vid möte med Peter Blombäck och Bo Torngren den 9/11 1998.

Tillväxtnedläggning m.m.

Kategori av träd som toppas

Vid mötet framkom att det nästan uteslutande är kantträden, dvs trädraden närmast kraftledningen, som blir aktuella för toppning. I förutsättningarna till uppdraget poängterades inte detta förhållande. Det fanns skäl att anta, att även träd längre in i beståndet kunde nå farlig höjd och därmed bli föremål för toppning. Detta i kombination med den stora osäkerhet som finns beträffande tillväxtnedläggningen, i synnerhet efter de upprepade toppningar som det ofta måste bli frågan om, gjorde att kantträden inte ägnades någon särskild uppmärksamhet. Tillväxtnedläggningen är en produkt av trädets förväntade volymtillväxt utan toppning och förväntad relativ tillväxtnedläggning. För ett kantträd är det svårt att skatta bägge dessa faktorer. I slutändan måste det bli frågan om ganska grova bedömningar av tillväxtnedläggning, kvalitetspåverkan mm som parterna själva måste göra och komma överens om.

Tillväxt hos otoppade kantträd

Kantträd har större barmassa än jämförbara träd i slutet bestånd, framför allt på den sida av trädets som vetter mot kraftledningen. Som en följd av det större ljusinsläppet på barren som är exponerade mot ledningsgatan kan det antas att krongränshöjden är lägre än på jämförbara träd i bestånd.

De till hälften fritt växande kantträden har högre absolut volymtillväxt än jämförbara träd i slutet bestånd. Detta på grund av större barmassa och livsutrymme samt bättre tillgång på produktionsfaktorer som näring och ljus. Generellt gäller att ju glesare träden står i skogsgatan, desto högre är volymtillväxten per träd jämfört med slutet bestånd. Det torde inte vara så enkelt att göra säkra prognoser över framtida volymtillväxt hos kantträd, utan insatt toppning. Befintliga hjälpmedel som tillväxtfunktioner och produktionsstabeller ger tillväxten hos träd i bestånd, ej för friställda träd.

Relativ tillväxtnedläggning hos toppade kantträd

Det är rimligt att anta, att kantträd får lägre relativ tillväxtnedläggning än träd i slutet bestånd efter toppning. I den undersökning som kan ligga till grund för bedömningen av den relativa tillväxtnedläggningen efter engångstopponing (Söderbergs undersökning av naturligt toppbrutna träd) kom majoriteten av träden med säkerhet från slutna bestånd.

Söderbergs undersökning indikerade att boniteten inte har någon stor betydelse för tillväxtnedläggningen efter naturligt toppbrott i slutna bestånd. Träd på hög bonitet har större barmassa än jämförbara träd på låg bonitet.

Enligt professor Sune Linder (muntl. medd.) vid SLU indikerar försöksresultat på att trädets topp har ännu större betydelse för tillväxten på höga boniteter än på låga. Träd med stor barmassa har förmodligen en yvigare topp än träd med liten barmassa. Andelen av den effektiva, tillväxtproducerande barmassan som förloras vid naturligt toppbrott i slutet bestånd, behöver kanske inte nödvändigtvis vara så mycket mindre på ett träd med stor barmassa än ett med liten. Det faktum att kanträd har större barmassa än jämförbara träd i slutet bestånd behöver således inte i sig innebära att den relativa tillväxtnedsetningen blir mindre på dessa träd.

Det som talar för att den relativa tillväxtnedsetningen efter toppning borde bli mindre för kanträden är det stora ljusinsläppet på de lägre sittande barren i den del av trädkronan som vetter mot kraftledningen. Ljusinsläppet borde göra dessa barr effektivare än lägre sittande barr på träd i bestånd. Analogt med detta resonemang borde det finnas skillnader i relativ tillväxtnedsetning mellan olika kanträd, beroende på i vilket väderstreck de är friställda. Tillväxtnedsetningen bör vara mindre för kanträd där öppningen är söder än mot norr. För den sida av trädet som vetter mot beståndet kan man troligen inte förvänta sig att de lägre sittande barren är effektivare än normalt, eftersom de beskuggas av andra träd.

Skadebild, toppens längd mm

Skadebilden vid toppning blir givetvis inte densamma som vid snö- och vindbrott, t. ex. beträffande omfattning och areell fördelning. Som framgår av rapporten påverkar mekaniska skador som fläkning främst risken för svampangrepp. Det framhölls också att det finns goda förutsättningar att utföra tekniskt sett bra kapningar vid förstagångstoppning. Omfattningen av fläkningsskador vid naturliga toppbrott är inte närmare studerad. Det kan bedömas att detta inte är något stort problem. De flesta naturliga brotten sker under vintern, då barkens hållfasthet är större än under vegetationsperioden. Tillväxtnedsetningen efter toppning bör rimligtvis vara jämförbar med den efter naturligt toppbrott, vid likartade förutsättningar i övrigt.

De kapade topparnas längd blir 2-5 m enligt lämnade uppgifter. Diametern vid kapningsstället kommer då att bli 4-12 cm enligt samma källa. En toppbit på 2-5 m torde mycket väl kunna jämföras med naturligt toppbrott. När kapsnittet överstiger 7-8 cm innehåller toppbiten gagnvirke, varför man i dessa fall kan tala om stambrott. Söderbergs undersökning bör således kunna ge vägledning om den relativa tillväxtnedsetningen efter toppning av träd i bestånd. För den trädkategori som blir föremål för toppning i praktiken, dvs kanträden, torde den relativa tillväxtnedsetningen efter engångstoppning bli mindre än vad Söderbergs undersökning visar, av skäl som tidigare framhållits.

Sågtimmerkvalitet hos toppade kanträd

För kanträd som vuxit upp invid kraftledningsgatan kan man utgå ifrån att kvaliteten är sämre än hos jämförbara träd i slutet bestånd. Detta på grund av grövre kvist i rotstocken, sämre kvistrensning mm. I de eventuellt förekommande fallen där kanträden har kvalitetsdanats i slutet bestånd (kraftledningsgatan har tagits upp efter det att träden nått 7-8 m) kan sågtimmerkvaliteten emellertid vara bra. Liksom för träd i slutet bestånd kan rotstocken vara av hög kvalitet. För timmerstockar ovan rotstocken torde utfallet av friskkvistvirke (kl 2) ibland kunna bli något högre för kanträd än för jämförbara träd i slutet bestånd på grund av lägre krongränshöjd. (Timmer från grönkronan betalas bättre än torrkvistvirke, kl 3-4).

Återstående växttid för toppade träd

Den återstående växttiden för toppade träd är givetvis beroende av ett flertal faktorer, t. ex. toppningshöjd, bonitet och slutenhet i skogsgatan. Bonitet och slutenhet avgör gallringsbehov och lämpligt gallringsintervall (antal år mellan gallringarna). Skogsägarens skötselriktning beträffande gallringsprogram och omloppstider bestämmer den återstående växttiden. Risken för röta talar för att toppade granar och lövträd bör tas ut vid nästa gallringstillfälle i skogsgatan. I vanliga fall är dock inte fritt växande kanträd några naturliga kandidater för att bli utgallrade.

Jämförelse mellan toppning och fällning

Med dagens metod att fälla farliga träd torde hanteringskostnaden per träd (för fältarbeten etc.) öka med minskande antal farliga träd per kilometer kraftledningsgata. Den största komparativa fördelen med helikoptertoppning bör således vara för kraftledningsgator med förväntat litet antal farliga träd per arealenhet. Ett litet antal farliga träd bör i första hand kunna återfinnas i glesa skogsgator och på mark med låg bonitet (träd med låg höjd och liten höjdtillväxt), dvs främst i norra Sverige. Med tanke på risken för röta, samt för gran även för granbarkborren, torde toppningsåtgärden som sådan passa bättre för tall än för gran och lövträd.

Några kommentarer om risken för barkborreskadador vid toppkapning av träd intill kraftledningsgator

Det finns detaljerade bestämmelser i skogsvårdslagstiftningen om hur stora mängder av rått barrvirke som får lämnas kvar i skogen med tanke på insektsfaran. Syftet med dessa bestämmelser är att minska skadeinsekternas möjlighet att massföröka sig genom att reducera mängden av lämpligt förökningsmaterial. Föreskrifterna gäller för skadad skog efter snöbrott och stormfällning samt virke och avverkningsrester som lämnats efter röjningar, gallringar och slutavverkningar. Endast gran och tall omfattas av lagstiftningen

Vilka insekter är det frågan om och vilken skada gör de?

Bestämmelserna är utformade med tanke på fyra arter av skalbaggar tillhörande familjen barkborrar: granbarkborre (*Ips typographus*), sextandad barkborre (*Pityogenes chalcographus*), som båda lever på gran samt större och mindre mörghorre (*Tomicus piniperda*, *T. minor*), som lever på tall. Alla fyra arterna lägger ägg och larverna utvecklas under färsk bark. Granbarkborre och större mörghorre kräver tjock bark medan sextandad barkborre och mindre mörghorre även kan utnyttja tunn bark. Mörghorrens larver kan endast utvecklas i svårt skadade träd, virke och avverkningsrester. Däremot gnager de färdigutvecklade mörghorren sig in i skotten på fullt friska tallar och kan orsaka tillväxtförluster. Granbarkborren och den sextandade barkborren förökar sig också i skadade träd, virke och avverkningsrester men de kan ibland angripa och föröka sig i levande oskadade granar vilket resulterar i att träden dör.

Fällning och randbarkning kontra toppning

Det som man bör vara mest rädd för om man avsiktligt toppkapar träd är att inducera angrepp av granbarkborren *Ips typographus*. Denna barkborreart kan angripa större granar (brösthöjdsdiameter mer än ca. 15 cm) som är mer eller mindre friska. Risken bedöms öka om träden är toppkapade, särskilt då det står i solexponerade kanter; dels är risken generellt större att få angrepp i kanter eftersom granbarkborren är värmealskande och söker solexponerade lägen och dels motstår kapade granar angreppen sämre. Färska rapporter från Dalarna (M. Schroeder muntl.) har också visat att snöbrutna träd i mycket högre omfattning än oskadade träd angreps av granbarkborren under 1998

Intressant är då att jämföra med alternativet; fällning och randbarkning. Detta alternativ står ej i konflikt med skogsvårdslagen på samma sätt som toppkapningsalternativet kan göra (om för många granar toppkapas på samma plats så att volymen överstiger 5 m³sk per ha). Min bedömning är att ej heller fällningsalternativet är riskfritt. Visserligen förhindras granbarkborrarnas förökning effektivt av randbarkning, men det finns ändå en risk att de blir angripna och att den feromonproduktion som uppstår inducerar angrepp på lämpliga granar som eventuellt står alldeles intill. Ett tredje alternativ är förstås upparbeta och sälja granarna vilket troligen ofta blir ekonomiskt rimligt om volymen överstiga 5 m³sk per ha.

Anpassning av röjning

När det gäller förökning av barkborrar i topparna kan alla fyra barkborrearterna som omfattas av skogsvårdslagen vara aktuella. Att samordna röjning av kraftledningsgator med toppning och att omhänderta alltihop (och sälja som skogsbränsle) har föreslagits som en metod att minska risken för uppförökning av barkborrarna ifråga. Detta ställer i så fall höga anspråk på tidpunkter för omhändertagande. I idealläget bör röjning och kapning ske på hösten-vintern och uttransport innan svärmningen av barkborrarna börjar (före maj för gran). Om så inte sker utan att det ligger mängder med röjningsavfall (av gran) i ledningsgatan samtidigt som det står toppkapade granar i kanten kan man befara att angreppsrisken på de kapade

träden ökar därför att många sextandade barkborrar och/eller grabbarkborrar lockas till platsen av dofterna från färska røjstammar och stubbar.