



**En jämförande studie av några maskinella och  
motormanuella röjningsmetoder utmed järnväg  
-uppföljning av skottutveckling efter röjning samt  
utvärdering av selektiv röjning**

**A comparative study of some mechanical and motor-manual cleaning  
methods**

**Jan-Erik Lundh  
Mark Huisman**



**Institutionen för lantbruksteknik  
Avdelningen för park- och trädgårdsteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Agricultural Engineering**

**Rapport 248  
Report 248**

**Alnarp 2002  
ISSN 00283-0086  
ISRN SLU-LT-R-248-SE**

## FÖRORD

Föreliggande rapport är en del i slutredovisningen av Banverkets FoU-projekt 'Skötsel av vegetation inom banområde' med projektbeteckningen S98-1367/08. Vägverket är medfinansierare i projektet som startade hösten 1998 och slutredovisas i februari 2002. I avrapporteringen ingår flera delrapporter.

Rapporten är en utvärdering av försök rörande biologiska effekter av olika röjningsmetoder på fyra lokaler i Sverige. Olika genomföranden av maskinell och motormanuell röjning samt demonstration av selektiv röjning har ingått i studien.

Arbetet är ett samarbetsprojekt mellan Institutionen för lantbruksteknik (SLU, Alnarp) och institutionen för skogshushållning, (SLU, Ultuna). Jan-Erik Lundh (institutionen för skogshushållning) är huvudförfattare till rapporten och Mark Huisman (institutionen för lantbruksteknik) är medförfattare. Projektledare har varit Håkan Schroeder (SLU) och professor Tord Johansson (institutionen för skogshushållning) står för rapportens vetenskapliga förankring. Under hela projekttiden har en referensgrupp funnits med representanter från Banverket och Vägverket. I referensgruppen har Anne-Catherine Berggren och Jan Skoog (Banverket) samt Ove Eriksson och Anders Sjölund (Vägverket) ingått.

Jag vill slutligen rikta ett särskilt tack till Banverkets personal på de fyra försöksplatserna som hjälpt oss som utförare och visat stort intresse som diskussionspartner.

Alnarp i februari 2002

Håkan Schroeder

## SAMMANFATTNING

En jämförande studie av skottutveckling hos lövträd efter röjning i sidoområden utefter järnväg genomfördes under 1999-2001. Försöken var belägna i Långsele (Västernorrlands län), Garsås (Dalarna län), Herrljunga (Västra Götalands län) och Tockarp (Skåne län). Röjningsmetoderna som jämfördes var: motormanuell röjning med normal stubbhöjd, motormanuell röjning med låg stubbhöjd, maskinell röjning med kättingslaga en gång, årligen upprepad maskinell röjning med kättingslaga och maskinell röjning med klinga. Röjningarna genomfördes april-juni 1999-2001. Ingående trädarter i studien var glasbjörk (*Betula pubescens* Ehrh.), vårtbjörk (*Betula pendula* Roth), asp (*Populus tremula* L.), sälg (*Salix caprea* L.) och klibbal (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Skottätheten, skottens höjd och skottens diameter uppskattades före röjning. Röjningseffekten skattades genom att årligen under tre år beräkna antalet levande stubbar per m<sup>2</sup>, antalet skott per individ och höjdutveckling hos skotten.

Försöken hade två syften, dels utvärdering av biologiska effekter av olika röjningsmetoder, dels att fungera som demonstrationsobjekt för avnämarna Banverket och Vägverket.

Det var skillnader i stubbhöjd efter röjning mellan olika metoder. I de fyra försöken var stubbhöjden 2-25 cm för maskinell röjning med kättingslagor. Vid *upprepad* maskinell röjning av glasbjörk med kättingslagor på torvmark (Herrljunga) med 2 cm hög stubbe blev det en större minskning av skott och ett lägre antal levande stubbar jämfört med andra röjningsmetoder. Orsaken var att fler stubbar slogs sönder eller att högt sittande knoppar röjdes bort. Även vid upprepad röjning av buketter med flera stubbgenerationer fanns en tendens till minskning av antalet huvudstubbar med skott. Vid röjning av björk endast *en gång* hade inte valet av röjningsmetod någon effekt på stubbskottsbildningen.

Aspskottens antal och höjdutveckling minskade efter upprepad maskinell röjning i Långsele och samma tendens fanns i försöket i Tockarp. Gräs- och örtvegetation utvecklades snabbt och hämmade skottbildningen framför allt i Långsele. Asp drabbas lätt av röta vid upprepad betning och röjning, vilket kan förklara resultatet.

Sälg förekom i försöken och gynnades i områden med dräneringsvatten i diket nedanför järnvägsbanan. Åtkomligheten i lutningar var ofta sämre, vilket resulterade i att stubbhöjden efter röjning var två till tre gånger högre än på plan mark efter maskinell röjning. I Herrljungaförsöket hade sälg många högt sittande skott på stubben. Genom upprepad röjning eller betning bildades häckliknande snår. Sälgs har stort attraktionsvärde för vilt, vilket kunde utläsas i flera av försöken.

Motormanuell röjning med låg stubbe (medelhöjd stubbe 8-18 cm) lämnade ett färre antal oröjda snabbväxande grenar kvar på stubben än motormanuell röjning med normal stubbhöjd (medelhöjd stubbe 15-20 cm). Det är lättare att slå av huvudstubben under en vid skottbukett med en maskinell kättingslaga än att såga av den med en röjsåg.

Sikten från spåret påverkas av slyets täthet och maximala höjd. Efter tre års tillväxt i Garsås var medelhöjden av högsta skott per stubbe för björk 112 cm och skottätheten 18.2 skott per m<sup>2</sup>. Efter sju år var motsvarande höjdutveckling och skottantal 441 cm och 2.9 skott per m<sup>2</sup>. Skillnader i höjdutveckling fanns mellan försöken. Skillnaderna i skottens höjdutveckling var beroende av trädarten, ståndortsförhållanden och läget i landet.

Maskinell röjning med kättingslaga slår sönder slyet helt. Efter kapning av skotten med maskinell klingsåg eller motormanuell röjning kan slyresterna insamlas. Uppskattad produktion i Garsås av björkens biomassa i sidoområden, som inte röjts på sju år, var 22 ton TS (torrsubstans) utmed en km spår med fem meter sidoområde på ömse sidor. På torvjord i Herrljunga var produktionen på motsvarande areal i glesare sly 5.6 ton TS för sexåriga stubbskott av glasbjörk. Motsvarande produktion för sexåriga aspskott var i Långsele 6.2 ton TS och i Tockarp 9.7 ton TS. Bortförel av biomassan för-

svårar sannolikt antändning av sidoområden samt minskar gödslingseffekten. Flisen kan tas tillvara och användas som täckmaterial eller biobränsle.

Selektiv motormanuell röjning där i förväg utpekade individer sparades ingick också i försöksupplägg. Två varianter av selektiv röjning prövades, dels sparande av enskilda individer och dels röjning av halva den normala röjzonen. Individer som sparades stod på lämpligt säkerhetsavstånd från spår och hade ofta karaktärsfullt växtsätt och tilltalande blomning. Selektiv röjning förekom på alla fyra försökslokalerna, men var mer framgångsrik i öppet landskap (Tockarp, Långsele) där ljusinsläpp bidrog till att stimulera fältskiktet och därmed konkurrera med rot- och stubbskott från röjda individer.

Effekter på skottbildning och tillväxt efter olika former av upprepad röjning bör undersökas vidare under mer kontrollerade former. Selektiv maskinell röjning bör undersökas utifrån genomförande- och kostnadssynpunkt.

## SUMMARY

A comparative study of shoot development in deciduous trees after cleaning of railway verges was carried out during the period 1999-2001. The trials were located in Långsele (Västernorrland County), Garsås (Dalarna County), Herrljunga (Västra Götaland County) and Tockarp (Skåne County).

The methods of cleaning compared in the study were: motor-manual cleaning with normal stump height; motor-manual cleaning with low stump height; mechanical cleaning with a chain cutter once; mechanical cleaning with chain cutter annual three times (1999, 2000, 2001) and mechanical cleaning with a blade cutter. Cleaning operations were carried out April-June, 1999-2001. Tree species included in the study were pubescent birch (*Betula pubescens* Ehrh), pendula birch (*Betula pendula* Roth), aspen (*Populus tremula* L.), goat willow (*Salix caprea* L.) and common alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Shoot density, shoot height and shoot diameter were estimated before cleaning. The effects of cleaning were evaluated by calculating annually for three years: the number of living stumps per m<sup>2</sup>, the number of shoots per stump and the height of the shoots.

The study had two objectives, namely to evaluate the biological effects of various vegetation cleaning methods and to act as a demonstration project for the Swedish Rail Authority and the Swedish Roads Authority, who commissioned the work.

There were differences in stump height after cleaning using the different methods. In the four trials, stump height was 2-25 cm after mechanical cleaning with a chain cutter. After *repeated* mechanical cleaning of pubescent birch on peat soil (Herrljunga) with a chain cutter to leave 2 cm high stumps, there was a greater reduction in the number of shoots and a smaller number of living stumps compared with the other cleaning methods. The reason for this was that greater numbers of the stumps were totally destroyed or that higher placed sprouts were cut away. After repeated cleaning of clumps with several generations of stumps, there was also a tendency for the number of main stumps with sprouts to be reduced. After a *single* cleaning of birch, the choice of cleaning method had no effect on sprout development.

The number and length of aspen suckers decreased after repeated mechanical cleaning in Långsele and a similar trend was observed in Tockarp. Grasses and herbaceous vegetation grew quickly and inhibited sucker development, particularly in Långsele. Aspen is very susceptible to fungal attack after repeated grazing and cleaning, which may explain this result.

Goat willow was included in the study and was favoured in areas which had drainage water in the ditch below the railway embankment. Access on sloping embankments was often poor, which resulted in the stump height after mechanical cleaning being two to three times higher than on flat ground. In the Herrljunga trial, willow had many high placed sprouts on the stump. Repeated cleaning or grazing gave rise to a bushy thicket. It could be seen in a number of sites that willow was particularly attractive to wild animals.

Motor-manual cleaning with low stump height (average 8-18 cm) left a smaller number of uncleaned fast-growing sprouts remaining on the stump than mechanical cleaning with normal stump height (average 15-20 cm). It is easier to cut the main stump under a wide clump with a mechanical chain cutter than with a brush saw.

The view from the track is affected by the density of the thicket (stems) and its maximum height. After three years growth in Garsås, the average height of the highest shoots per birch stump was 112 cm and the sprout (stem) density was 18.2 sprouts per m<sup>2</sup>. After seven years, the corresponding sprout height and density were 441 cm and 2.9 sprouts per m<sup>2</sup>. There were differences in height between

treatments. Differences in shoot height were a result of the tree species, the site and the position in the country.

Mechanical cleaning with a cutter chain thrashes the thicket apart completely. However, when the thicket is cut with a mechanical circular saw or by motor-manual cleaning, the cut brushwood can be collected. In Garsås, the production of birch biomass in track areas which were not cleared for seven years was 22 tonnes d.w. (dry weight) per ha along a kilometre of track with a 5 metre strip on each side. On the Herrljunga trial on peat soil, the total biomass production on a similar area with less dense thicket was 5.6 tonnes d.w. per ha from six-year old sprouts of pubescent birch. The corresponding production from six-year aspen suckers was 6.2 tonnes d.w. per ha in Långsele and 9.7 tonnes d.w. per ha in Tockarp. The removal of the biomass probably prevented embankments being set on fire and reduced the green manure effect. There is also the advantage that the woody biomass removed can be utilised as a mulch or as a biofuel.

Selective motor-manual cleaning of previously identified tree specimens was also included in the study. Two variants of selective motor-manual cleaning were tested, either sparing selected specimens or cleaning half the normal treatment area. Specimens that were spared were located at appropriate safety distances from the tracks and often had characteristic growth patterns and attractive flowering. Selective cleaning was carried out at all four sites, but was more successful in open landscape (Tockarp, Långsele) where the light allowed in helped to stimulate the undergrowth, which competed with suckers and stump sprouts from cleared trees.

The effects of shoot formation and growth after different forms of repeated cleaning should be investigated further under more controlled conditions. The practicality and cost of selective mechanical cleaning should also be investigated.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>INLEDNING</b> .....	<b>1</b>
MÅL .....	3
<b>MATERIAL OCH METODER</b> .....	<b>4</b>
ALLMÄNT .....	4
RÖJNINGSFÖRSÖK I LÅNGSELE .....	4
RÖJNINGSFÖRSÖK I GARSÅS .....	5
RÖJNINGSFÖRSÖK I HERRLJUNGA.....	6
RÖJNINGSFÖRSÖK I TOCKARP.....	7
INVENTERING OCH REDOVISNING AV DE FYRA FÖRSÖKEN .....	8
<b>RESULTAT</b> .....	<b>9</b>
ALLMÄNT .....	9
RÖJNINGSFÖRSÖK I LÅNGSELE .....	9
<i>Stubbhöjd efter röjning</i> .....	9
<i>Asp</i> .....	10
<i>Glasbjörk</i> .....	11
RÖJNINGSFÖRSÖK I GARSÅS .....	11
<i>Stubbhöjd efter röjning</i> .....	11
<i>Vårtbjörk- och glasbjörk</i> .....	12
RÖJNINGSFÖRSÖK I HERRLJUNGA.....	14
<i>Stubbhöjd efter röjning</i> .....	14
<i>Glasbjörk</i> .....	14
<i>Sälg</i> .....	16
RÖJNINGSFÖRSÖK I TOCKARP.....	16
<i>Asp</i> .....	17
SELEKTIV RÖJNING .....	18
<b>DISKUSSION</b> .....	<b>20</b>
SLUTSATSER.....	22
FÖRSLAG TILL FORTSATT FORSKNING.....	23
<b>REFERENSER</b> .....	<b>24</b>

## INLEDNING

Av våra skogar utgörs 15% av volymen av lövträd (Anon, 2001). Våra vanligaste lövträd är glasbjörk (*Betula pubescens* Ehrh.) och vårtbjörk (*Betula pendula* Roth) vilka utgör 75% av totala volymen lövträd. Flera av våra lövträd är pionjärträd och väl anpassade att kolonisera störda markmiljöer med blottad mineraljord (figur 1). Nyanlagda eller av underhåll störda sidoområden utmed järnväg och vägkanter är exempel på miljöer där framförallt björk men även al och sälg självsår sig.

Björkfrö sprids i stor mängd upp till 200 meter från fristående träd eller från träd i beståndskanter. Större delen av fröspridningen sker i augusti och september. Vårtbjörk gror och växer på torra och friska marker medan glasbjörken gynnas av fuktiga marker.



**Figur 1**  
*Björkslyet står ofta tätt utmed järnvägen. Bilden är från Garsås, Dalarna.*

Alfrö, gråal (*Alnus incana* (L.) Moench.) i Norrland och klibbal (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) i södra delarna av Sverige, sprids upp till 30 meter från trädet under senhösten men förs längre på vintern med vind och vatten. Alfrö etableras även där det är blött genom att fröet flyter på vattnet. Även sälg (*Salix* spp.) sprider lätta frön som gror bra på bar blöt eller fuktig mark. Aspens (*Populus tremula*) frö är litet och känsligt för uttorkning. Aspens föryngring sker istället huvudsakligen genom rotskott.

I slättlandskapet är fröspridningen från träd mindre och fröet har svårare att gro och utvecklas eftersom en konkurrerande gräs- och örtvegetation snabbt utvecklas. Här förekommer oftast lövträd i järnvägens sidoområden som fristående träd. I områden utanför åkerlandskapet etableras ofta frösådda barrträd men framför allt lövträd som täta bestånd.

Vid röjning av lövträd förökas de genom vegetativa skott från viloknappar. Viloknapparna som ger upphov till skottskjutning är belägna på trädets rot eller stam (tabell 1).

**Tabell 1**  
*Våra vanligaste lövträd förökas vegetativt med rotskott och/eller stubbskott*

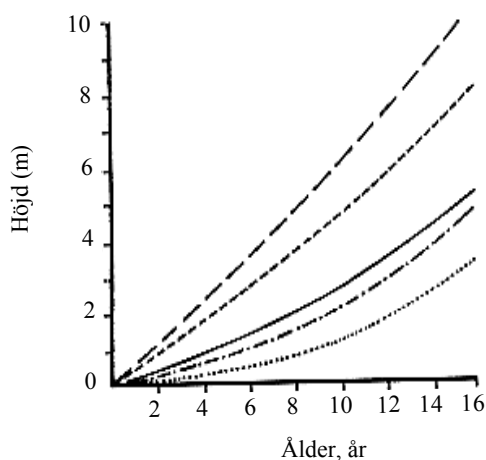
Trädart	Stubbskott	Rotskott
Asp	Ja	Ja i hög grad
Vårtbjörk	Ja	Nej
Glasbjörk	Ja	Nej
Gråal	Ja	Ja
Klibbal	Ja	Nej
Sälg	Ja	Nej



Av björkens knoppar sitter endast cirka 10 % på stubben ovan mark (Johansson 1992a). På torvjord är mängden knoppar som ger skott speciellt stor. På marker med mineraljord nära markytan sitter de flesta viloknopparna strax under markytan i humusen ovan översta rotbenet. Ju mäktigare humuslagret är desto fler viloknoppar finns det. På fuktig och blöt mark sitter knopparna betydligt djupare. Flertalet djupt sittande knoppar orkar inte skjuta skott som når markytan (Smith, 1986). Björkskott som utgår från högre sittande knoppar är mer dominanta och ger kraftigare skott än skott som utgår från lägre sittande knoppar. Äldre björkstubbar producerar mindre antal skott än yngre (Johansson, 1992b). För att helt undvika stubbskott måste hela björkplantan dras upp. I barrföryngringar kan detta förorsaka skador på kvarstående träd. Klibbalen och gråalen skjuter båda en stor mängd snabbväxande stubbskott. Gråalen skjuter dessutom rotskott som ytterligare förtätar skottuppslaget. Sälj skjuter stubbskott från flera knoppar på stubbens mantelyta och strax under markytan. Asp skjuter stubbskott om högre stubbar lämnas men större delen av aspens föryngring sker med rotskott. Enligt Bell et al. (1999) minskade skottskjutningen hos hybridasp när stubbhöjden var 50 och 75 cm. Jobidon (1997) fann i en amerikansk studie där pappersbjörk ingick att den stubbhöjd som producerade lägst antal stubbskott var 15 cm. I en röjningsstudie med 10-35-åriga glasbjörkar fann inte Johansson (1991a) någon skillnad i antalet levande stubbar och skotthöjd beroende på stubbhöjd. I studien fann man heller inga skillnader i röjningseffekt mellan behandling av stubbarna med barkning respektive splittring av stubbsnittet. Enligt Luken et al. (1991) som undersökt effekter efter upprepad röjning i ledningsgator ger upprepad röjning högre stamtäthet.

Fröplantans, stubbskottens och rotskottens höjdtutveckling varierar med trädart och ståndortsförhållandena. Höjdtutvecklingen hos de unga lövträden styr röjningsbehovet (figur 2). Av säkerhetsskäl måste sikt för tågförare och trafikanter som korsar spåren vara perfekt. Röjning av täta lövuppslag i spårområden sker därför ibland vartannat år vilket medför stora kostnader (Huisman et al., 1998).

Kostnaden för motormanuell röjning är hög och det finns allt mindre erfarna röjare att tillgå. I en studie rapporterade Petré (1984) att om röjningen omfattar mer än 10-15 000 stammar per hektar (10-15 per m<sup>2</sup>) är maskinell röjning billigare än motormanuell. I en ny studie av Johansson (2001) framhålls att den motormanuella röjningen hamnat i ett gott konkurrensläge gentemot maskinell röjning. Det bästa resultatet vid maskinell röjning får man vid avlödade förhållanden då sikten är god (Eickhoff, 1988). De första maskinella röjaggregaten för röjning av sly i skogsbruket kom för 30 år sedan. Idag finns det olika typer av aggregat. Johansson (2001) har i en rapport sammanställt tänkbara basmaskiner och röjningsaggregat som finns för maskinell röjning i terrängen. Det finns fyra huvudtyper av röjningsaggregat: klingaggregat, klippaggregat, kättingslaga och slaghack. De två förstnämnda har en



**Figur 2**

Höjdtutvecklingskurvor för frösådd gran (....), frösådd tall (-.-.-), frösådd vårtbjörk (—), stubbskott från björk (- - - -), och rotskott av asp (---) på frisk mark (Källa: Josefsson & Lundh, 1989 efter Børseth, Heikinheimo och Ilvessalo).

skärande funktion medan de två senare har en krossande funktion. De två sistnämnda är mer tåliga mot sten. De kanske viktigaste faktorerna vid val av aggregat är stammarnas grovlek, krav på sågsnittets höjd och utseende, om virke skall tas tillvara, krav på precision vid röjningen och basmaskinens räckvidd.

Johansson (1991b) jämförde i en studie med asp och björk effekten efter röjning med maskin (aggregat med slagor och roterande cylindrar) och manuell röjning med röjsåg. Stubbhöjden var väsentligt högre efter maskinell röjning och liksom antalet skott och skottens längd.

Selektiv röjning (McNab 1986, Rydberg 2000) går ut på att lämna enstaka individer (träd eller buskar), mindre grupper av individer eller sammanhållna stråk av individer. Det kanske främsta argumentet för selektiv röjning är att skapa en gynnsam konkurrenssituation för de kvarlämnade individerna och gynna gräs- och örtskikt i syfte att konkurrera ut oönskad skottskjutande vedartad vegetation (Bramble & Byrnes 1976, Bramble & Byrnes 1983, Luken et al 1991).

## **Mål**

Målet med studien var att föreslå åtgärder som reducerar behovet av röjningsåtgärder utmed järnväg och vägar. För att nå målet jämfördes skottskjutning efter röjning av björk och asp med olika röjningsmetoder utmed järnväg. Röjningsmetoder som studerades var etablerade maskinella metoder och motormanuell röjning. Förvärvade erfarenheter under skiftande förhållanden på olika platser i landet skall användas för utarbetande av praktiska rekommendationer och förslag till förbättringar av idag tillämpade metoder. Vidare att ge förslag till ny forskning inom området.

I målsättningen ingick också att prova och utvärdera selektiv röjning.

## MATERIAL OCH METODER

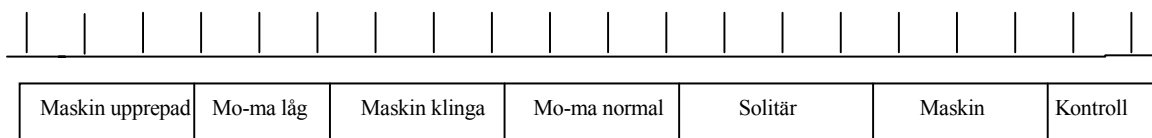
### Allmänt

Denna studie är uppdelad i försök med jämförelse av röjningsmetoder utmed järnvägens sidoområden. De fyra försöken var belägna i Långsele (lat. 63°11' N), Garsås (lat. 60°54' N), Herrljunga (lat. 58°06' N) och Tockarp (lat. 56°02' N), tabell 2.

I varje försök fördelades röjningsmetoderna slumpmässigt till områden i olika block (figur 3).

I varje försök prövades idag praktiskt tillämpade maskinella och manuella röjningsmetoder (tabell 2). Lokala skillnader i utnyttjande och därmed tillgång på olika maskiner medförde att maskinell röjning med klingaggregat inte kunde ingå i försöken i Långsele och Tockarp. I det följande beskrivs de lokala förhållandena i varje försök.

Järnvägsspår



Block I

### Figur 3

Principskiss över ett block med områden som röjts med olika röjningsmetoder utmed järnväg i fyra försök.

### Tabell 2

Röjningsförsökens belägenhet och beskrivning av ståndorten i fyra röjningsförsök på sidoområdena invid järnväg

Lokal	Latitud	Markslag/jordartens textur	Dominerande vegetation	Markfuktighet, markvattnets rörlighet
Långsele	63°11'	Fastmark/mjåla	Gräs	Frisk, ej rörligt
Garsås	60°54'	Fastmark/grovmo	Ris	Frisk, rörligt
Herrljunga	58°06'	Torvmark/torvjord	Ris	Blöt, ej rörligt
Tockarp	56°02'	Fastmark/grovmo, moränlera	Gräs	Torr-frisk, ej rörligt

### Röjningsförsök i Långsele

Försöket i Långsele var beläget i öppet landskap på västra och östra sidan om en nedlagd järnväg med borttagen banvall. Sidoområdena utgjordes av korta skärningar (slänter) ned mot den tidigare järnvägsbanken och av områden i nivå med tidigare järnvägsbank. Den dominerande jordarten i försöket var mjåla. Markvegetationen dominerades av smal- och bredbladiga gräs. Sidoområdena som röjts vid upprepade tillfällen med täta intervall dominerades av ett tätt uppslag med rot- och stubbskott från asp. I resterande delar växte stubbskottbuketter med glasbjörk i glest förband. Det förekom också en mindre andel skottbuketter med gråal, sälg och rönn som inte redovisas ytterligare. Betesstrycket inom försöket var måttligt.

Inom det begränsade området lades tre block med asp och två block med glasbjörk ut. Varje block delades in i fem likvärdiga områden som var fyra meter breda med arealen 65(43-88) m<sup>2</sup> för asp och

200(61-225) m<sup>2</sup> för glasbjörk. Fyra röjningsmetoder fördelades slumpmässigt inom varje block (tabell 3). I ett femte område sparades för lokalen lämpliga fristående träd och buskar (sk. solitärer). Arter som sparades var gran, tall, sälg, rönn och en. Området försökets med sparade solitärer röjdes manuellt med röjsåg. Röjningen av försökets utfördes i slutet av maj 1999. Den maskinella röjningen utfördes med ej spårgående maskin.

Resultaten av inventering före röjning av försökets våren 1999 redovisas i tabell 4. Stubb- och rotskotten som utvecklats efter tidigare röjningar av glasbjörk och asp var i medeltal cirka tre meter höga och de högsta skotten var över fem meter. Skottens grovlek i röjsnittet på 0,1 m höjd var 25 mm. Aspuppslaget dominerade helt på 50% av ytan och tätheten var i medeltal 2.4 skott per m<sup>2</sup>. Glasbjörkstubbarna stod glesare med skotten samlade i buketter. Antalet skott per bukett på moderstubben var i medeltal 6. Skottens ålder var 6 år vid röjningstillfället.

**Tabell 3**

*Röjningsmetoder i fyra röjningsförsök på sidoområdena invid järnväg, röjningsåtgärder utförda 1999-2001. Slyet avlägsnades från försöksytan efter röjning.*

Röjningsmetod	Långsele	Garsås	Herrljunga	Tockarp
Motormanuell röjsåg, normal stubbhöjd	Ja	Ja	Ja	Ja
Motormanuell röjsåg, låg stubbhöjd	Ja	Ja	Ja	Ja
Maskinell röjning, kättingslaga med röjning en gång	Ja	Ja	Ja <sup>1)</sup>	Ja
Maskinell röjning, Kättingslaga med röjning varje år, år 1-3	Ja	Ja	Ja <sup>1)</sup>	Ja
Maskinell röjning med klingaggregat	Nej	Ja	Ja	Nej

<sup>1)</sup> Röjning utförd första gången år 2 (2000).

**Tabell 4**

*Skotttäthet, höjd och diameter på röjningsytor med antingen asp eller glasbjörk utmed järnväg innan röjning 1999 i Långsele, Västernorrlands län, Värdena anger medelvärde ± standardfel; n=4*

Trädart	Skotttäthet antal per m <sup>2</sup>	Höjd, cm		Diameter, mm	
		Medel	Maximal	0.1 m höjd,	Brh, 1.3 m,
Asp	2.4±0.4	310± 28	527± 49	25±3	16±3
Glasbjörk	0.7±0.2	323±68	570±59	24±4	15±3

### Röjningsförsök i Garsås

Försökets i Garsås var beläget på skogsmark i skärning ned mot järnvägen eller i nivå med botten på järnvägsbanken. Jordarten i försökets var grovmo och markvegetationen dominerades av smalbladiga gräsarter i norra delen (block I och II) och bärris (block III) samt fuktfördragande växter och vitmossa (block IV) i södra delen. Sidoområdena i försökets dominerades helt av 4-åriga stubbskott av vårt- och glasbjörk. Betestrycket var stort i norra delen av försökets vid anläggningen 1999.

Fyra block lades ut på en sträcka av en kilometer på båda sidor om spåret med så liten variation som möjligt vad gäller skotttäthet och ståndortsförhållanden inom varje block. Varje block delades därefter in i sju likvärdiga områden med fyra meters bredd. Arealen på dessa områden var 63 (32-105) m<sup>2</sup>. Fem utvalda områden för röjningsmetoder fördelades slumpmässigt inom varje block, tabell 3. På ett sjätte område sparades för lokalen lämpliga solitärer. Arter som sparades var tall, gran och enstaka björk. Fyra områden av försökets med sparade solitärer röjdes manuellt med röjsåg. Ett sjunde område i varje block sparades som en orörd kontroll. Den maskinella röjningen av försökets utfördes från sidan av spåret. Försökets röjdes i sin helhet under senare delen av maj 1999.

Stubbskott från vårt- och glasbjörk dominerade lokalen när försökets startade. Övriga trädslag som förekom i liten omfattning och som ej redovisas var asp, gråal och sälg. Skotttätheten var 7 skott per

**Tabell 5**

Skotttäthet, höjd och diameter på röjningsytor med björk (glasbjörk 15%, vårtbjörk 85%) utmed järnväg innan röjning 1999 i Garsås, Dalarnas län. Värdena anger medelvärde  $\pm$  standardfel;  $n=4$

Skotttäthet antal per m <sup>2</sup>	Höjd, cm		Diameter, mm	
	Medel	Maximal, cm	0.1 m höjd, mm	1.3 m höjd, mm
6.5 $\pm$ 0.8	158 $\pm$ 13	240 $\pm$ 16	15 $\pm$ 1	6 $\pm$ 1

m<sup>2</sup> eller 6 skott per moderstubbe (tabell 5). På den norra halvan av försöket kunde flera tidigare röjningar identifieras på moderstubben. Stubbskottens medelhöjd var 158 cm och den maximala höjden 290 cm. Skottens medeldiameter på 0.1 m höjd var 15 mm.

### Röjningsförsök i Herrljunga

Försöket var beläget i en torvmosse på skogsmark med plana sidoområden i nivå med järnvägsbankens botten. Mellan sidoområdena intill och nedanför järnvägsbanken förekom i stora delar av försöket en vattensamling, en till två meter bred, där vattnet gick i dagen stora delar av året. Vid vattensamlingen dominerade stubbskott av sälg kraftigt. På övriga delar av sidoområdena förekom treåriga stubbskott från glasbjörk sittande på stubbar tidigare röjda med täta intervall. På torvjorden bestod markvegetation till största delen av ljung, lingon och pors och i delar med öppet vatten gräs och starrväxter. Beströcket var stort inom försöket, framför allt på sälg som är särskilt attraktivt för viltet.

Försöket delades in i fyra block utmed en lång sträcka på östra sidan av spåret. Inom varje block eftersträvades jämnhet i skottmängden. Blocken delades in i sju stycken fyra meter breda områden med arealen 60 m<sup>2</sup>. Områden med avvikande liten skotttäthet eller utan skott avgränsades och utgick från försöket. Fem röjningsmetoder enligt tabell 3 fördelades slumpmässigt bland de sex områdena. Ett sjätte området sparades som orörd kontroll. Ett sjunde område i varje block valdes ut för att spara på lokalen tillgängliga och lämpliga solitära träd och buskar. Arter som sparades var tall, gran, pors och enstaka björkar. Områden med sparade solitärer röjdes manuellt med röjsåg. Delar av försöket röjdes med motormanuella metoder respektive maskinellt med klinga under första delen av maj 1999. Röjning med roterande slagor (kedjor) från spårgående maskin försenades och utfördes första gången våren 2000. Antalet upprepade röjningar i detta försök var därmed endast två.

Skotttätheten före röjning i detta försök var hög, 13 skott per m<sup>2</sup>, tabell 6. Ståndorten var en torvmosse med glasbjörk och sälg i blandning. I sidoområdet närmast intill banvallen där vattnet gick i dagen dominerade sälgen helt. Medelhöjden var endast omkring en meter och skottens medeldiameter 0.1 m ovan mark 9 mm. Den naturliga höjdtvecklingen för framförallt sälg var reducerad på grund av beströcket från älg.

**Tabell 6**

Skotttäthet, höjd och diameter på röjningsytor utmed järnväg innan röjning, Herrljunga, Västra Götalands län. Sälgen förekommer i blandning med björken på blöta partier. Sälgens höjd är kraftigt reducerad av älgbete. Värdena anger medelvärde  $\pm$  standardfel  $n=4$

	Skotttäthet antal per m <sup>2</sup>	Höjd, cm		Diameter, mm	
		Medel	Maximal	0.1 m höjd	Brh, 1.3 m, mm
Glasbjörk	8.0 $\pm$ 1.3	119 $\pm$ 8	207 $\pm$ 11	9 $\pm$ 1	-
Sälg	5.0 $\pm$ 1.0 <sup>1)</sup>	94 $\pm$ 10 <sup>2)</sup>	144 $\pm$ 2 <sup>2)</sup>	9 $\pm$ 1	-
Totalt	13.0				

<sup>1)</sup> Sälgen förekommer i blandning med björken på blöta partier

<sup>2)</sup> Sälgens höjd är kraftigt reducerad av älgbete

## Röjningsförsök i Tockarp

Försöket var beläget på nordöstra sidan av dubbelspårig järnväg i jordbrukslandskap med närhet till skog. En nordlig del av försöket bestod av en skärning på torr mark ned mot järnvägen med treåriga aspskott som dominerande trädvegetation. En intilliggande del dominerades av treåriga stubbskott av vårtbjörk från stubbar där tidigare generationer med stubbskott röjts ned. I detta försök är artdiversiteten högre än i övriga tre försök. Trädarter i denna del utöver asp och glasbjörk var en stor andel ekskott och sälg. I försökets norra del var jordarten sand-grovmo och den vanligaste markvegetationen utgjordes av ljung, smalbladiga gräs och lingon. Den södra halvan av försöket var belägen i sluttning nedanför järnvägsspåret. Denna södra del av försöket dominerades av skottbuketter med klibbal i en del och skottbuketter med sälg i en annan del. Övriga trädarter var här asp, brakved, ek, hagtorn, hassel, hägg, lönn, rönn och vårtbjörk. Jordarten i denna del av försöksområdet var mullrik jord på moränlera. På den friska till fuktiga näringsrika ståndorten förekom bredbladiga gräs och högrörter och i fuktigare delar även vass och brunrör. Betetrycket i försöket var relativt stort i den nordliga delen med låga skott för viltet.

Det begränsade utrymmet för försöket och förekomsten av flera trädarter i området innebar att de olika röjningsmetoderna inte kunde upprepas genom blockindelning. Varje del med asp, vårtbjörk, klibbal och sälg enligt ovan delades in i fem likvärdiga områden som var fyra meter breda. Områdestorleken var 73 (27-143) m<sup>2</sup> för asp, klibbal och sälg och 200 (70-348) m<sup>2</sup> för vårtbjörk. Fyra röjningsmetoder, enligt tabell 3, fördelades slumpmässigt inom de fem områdena. Ett femte område för varje trädart lämnades orört som kontroll. Ett sjätte område i varje block med en trädart valdes ut för att där spara för lokalen tillgängliga och lämpliga solitära träd och buskar. Arter som sparades i detta försök var ek, rönn, hagtorn och harris. Områden i försöket med sparade solitärer röjdes manuellt med röjsåg. Motormanuell och maskinell röjning av försöket utfördes vid olika tillfällen under maj månad 1999. Den maskinella röjningen utfördes av ej spårgående fordon.

Försöket i Tockarp bestod av en torr del, där asp dominerade i ett block och vårtbjörk dominerade ett annat block. Asp- och björkskotten var före röjning här omkring 2 meter i medelhöjd och medeldiametern på 0.1 meters höjd var mellan 20 och 30 mm (tabell 7). Den andra friskare delen av försöket med grövre skott innehöll ett block som dominerades av stubbskott från klibbal och ett block som dominerades av stubbskott av sälg. Medelhöjden i klibbals- och sälgblocket låg på mellan 5 och 6 meter och medeldiametern låg på 50 mm. Skotttätheten var i medeltal mellan 0.8 och 1.1 per m<sup>2</sup> i alla blocken.

**Tabell 7**

Skotttäthet per m<sup>2</sup>, höjd och diameter (på 0.1 och 1.3 m höjd) på röjningsytor med asp, vårtbjörk, klibbal och sälg utmed järnväg innan röjning, Tockarp, Skåne län. Värdena anger medelvärde ± standardfel; n=2

Trädart	Skotttäthet antal per m <sup>2</sup>	Höjd, cm		Diameter, mm	
		Medel	Maximal	0.1 m höjd	1.3 m höjd
Asp	0.9±0.1	186±29	245±15	25±0	14±3
Vårtbjörk	1.1±0.4	211±14	263±7	23±1	11±1
Klibbal	0.9±0.2	437±87	520±110	42±12	29±8
Sälg	0.9±0.2	580±6	630±20	58±2	42±0

### **Inventering och redovisning av de fyra försöken**

Uppföljning av skottutvecklingen efter röjning med olika metoder gjordes årligen under perioden 1999-2001. Antalet stubbar och antalet skott per m<sup>2</sup> beräknades genom slumpmässig utläggning av tre stycken stora cirkelprovytor med radien 1.26 m (5 m<sup>2</sup>) per område som röjts med olika metoder. Inom varje provyta räknades antalet stubb- och rotskott samt antalet stubbar. Stubbhöjd efter röjning, antalet skott per stubbe och skottens medelhöjd per stubbe uppskattades genom inventering av fem stubbar närmast belägna centrum av provytan. Det högsta skottet per provyta antecknades. Inom vissa områden var antalet stubbar/individer med skott så litet att totalräkning av antalet stubbar och skott genomfördes. Resultaten redovisas som medelvärden för varje röjningsmetod baserade på antalet stubbar (20 eller 25) per område.

Medelvärde och medelfel av registrerade data beräknades och redovisas. Spridningen uttryckt som medelfel är ett mått på precisionen i redovisade medelvärden. Varje observation (n) i denna studie baseras på medelvärdet för varje röjningsmetod per block.

## RESULTAT

### Allmänt

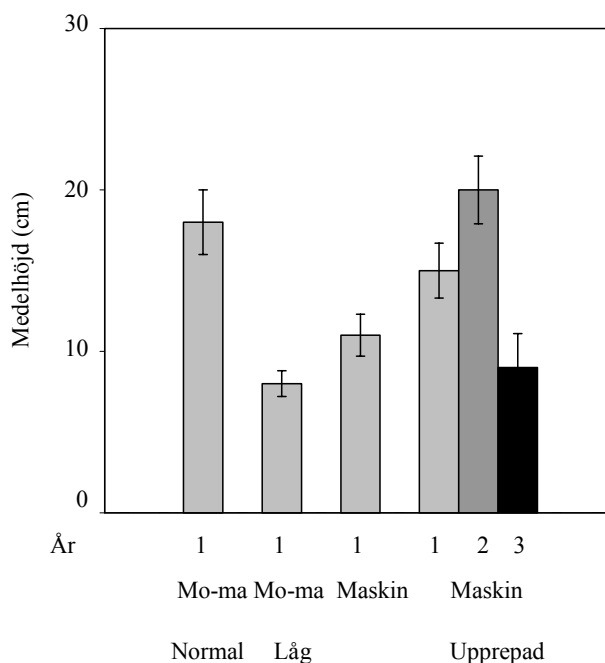
Studiens resultat grundar sig på försök utförda på fyra lokaler under tre säsonger. Resultaten från varje försök redovisas separat nedan. De röjningsmetoder som tillämpades är som följer:

- Manuell röjning med röjsåg med normal stubbhöjd (Mo-ma normal)
- Manuell röjning med röjsåg med låg stubbhöjd (Mo-ma låg)
- Maskinell röjning med kättingslaga, röjning en gång (Maskin)
- Maskinell röjning med kättingslaga, upprepad röjning varje år (Maskin upprepad)
- Maskinell röjning med klingaggregat (Maskin klinga)

### Röjningsförsök i Långsele

#### Stubbhöjd efter röjning

Stubbornas höjd efter röjning påverkades av röjningsmetoden. Medelhöjden var lägst, <10 cm, efter mo-ma låg och efter den tredje röjningen med maskin upprepad, figur 4. Året innan (1999) var stubbhöjden efter maskinell röjning dubbelt så hög. Efter mo-ma normal röjning (på konventionellt sätt) var stubbhöjden strax under 20 cm. Dessa stubbar hade en högre frekvens kvarsittande oröjda grenar på stubben mellan mark och stubbskär än stubbar efter andra röjningsmetoder.



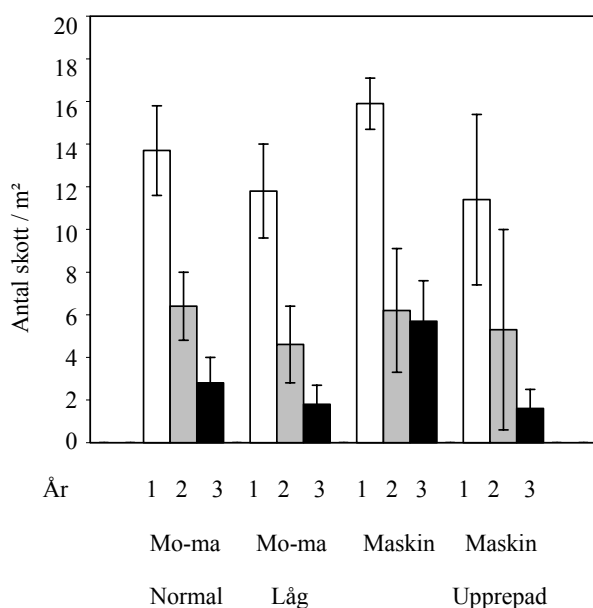
**Figur 4**

Stubbhöjd (medeltal  $\pm$  medelfel) efter röjning med motormanuella och maskinella metoder 1999 samt maskinell rotande röjning upprepad år 2 och 3 (2000 och 2001) utefter järnväg i Långsele, Västernorrlands län.  $n=5$ .



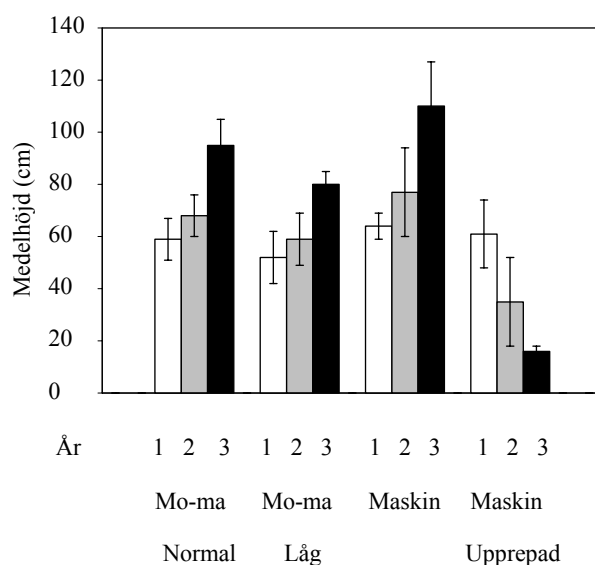
### Asp

Asp skjuter både stubbskott från stubbar som röjts och rotskott från rötter mellan stubbarna. Skottuppslaget var tätt, 12-16 skott/m<sup>2</sup> för alla röjningsmetoder efter en tillväxtsäsong och sjönk där- efter successivt, figur 5. Det lägsta antalet skott efter tre säsonger hade metoden motormanuell låg samt metoden upprepad maskinell röjning med mindre än 2 skott/m<sup>2</sup>. Medelhöjden hos aspskotten var 50-70 cm första året efter röjning (figur 6). Det var ingen skillnad mellan röjningsmetoderna. Me- delhöjden hos aspskotten efter två röjningar (2000) vid upprepad maskinell röjning var signifikant lägre (< 20 cm) än efter den initiala röjningen 1999.



**Figur 5**

Antal utvecklade skott per m<sup>2</sup> hos asp under 3 år (1999-2001) efter motormanuella och maskinella röjmetoder utmed järnväg i Långsele, Västernorrlands län. n=3.



**Figur 6**

Höjdutveckling hos aspskott under 3 år (1999-2001) efter motormanuella och maskinella röjmetoder utmed järnväg i Långsele, Västernorrlands län. n=3.

**Tabell 8**

Skott- och höjdtutveckling hos glasbjörk under 3 år (1999-2001) efter motormanuella och efter maskinella röjmetoder utmed järnväg i Långsele, Västernorrlands län. n=2

Röjmetod	Antal skott per stubbe			Medelhöjd skott, cm			Maximal höjd skott, cm		
	1 år	2 år	3 år	1 år	2 år	3 år	1 år	2 år	3 år
Mo-ma, normal	21.5±5.5	12.0±1.5	9.2±1.0	65 <sup>1)</sup>	120±1	145±11	113±2	184±4	200±7
Mo-ma, låg	16.5±2.5	8.5±0.5	5.9±0.5	60 <sup>1)</sup>	140±15	195±21	122±5	220±18	237±16
Maskin	15.5±0.5	8.0±0.1	5.8±0.3	55 <sup>1)</sup>	103±5	151±3	103±5	183±28	188±8
Maskin upprepad	13.0±1.0	- <sup>2)</sup>	11.5±3.9	50 <sup>1)</sup>	- <sup>2)</sup>	15±4	99±14	- <sup>2)</sup>	22±7

<sup>1)</sup> Ingen skillnad i medelhöjd mellan de två blocken, medelfel anges ej

<sup>2)</sup> År 2 upprepades ej röjning av björkskotten

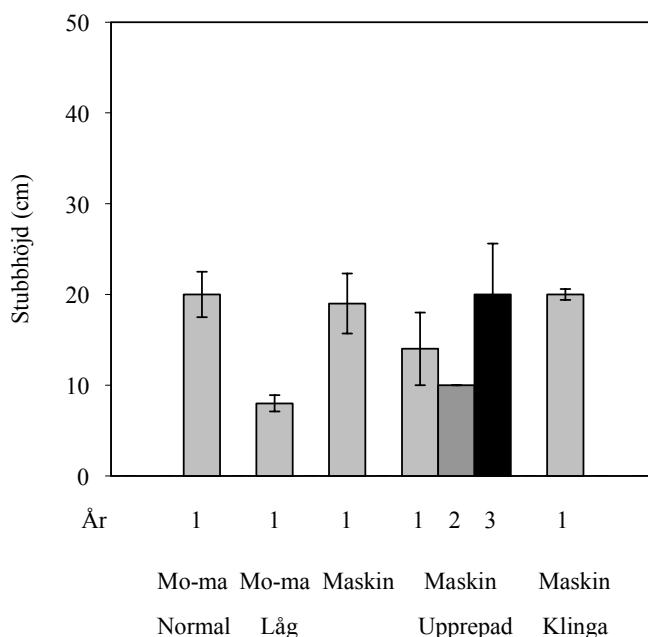
### Glasbjörk

Det var ingen skillnad i antalet skott per stubbe och medelhöjdens utveckling efter röjning av stubbskottsbuketter med glasbjörk, tabell 8. Antalet skott var 15-20 per stubbe efter en säsong för att sedan sjunka till c:a 7 (6-12) skott per stubbe. Efter tre år var stubbskotten 150-200 cm höga.

### Röjningsförsök i Garsås

#### Stubbhöjd efter röjning

Stubbhöjden efter röjning med motormanuella och maskinella röjningsmetoder varierar. Den signifikant lägsta höjden var efter mo-ma låg, < 10 cm stubbhöjd efter den andra upprepade maskinella röjningen (1999), figur 7. Övriga stubbhöjder var omkring 20 cm i medeltal. I svackan intill banvallen

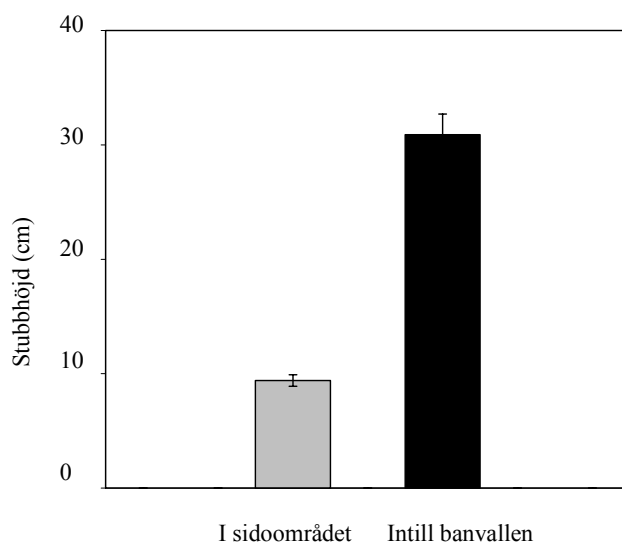
**Figur 7**

Stubbhöjd (medeltal ± medelfel) efter röjning med motormanuella och maskinella metoder 1999 och efter maskinell roterande röjning upprepad år 2 och 3 (2000 och 2001) utefter järnväg i Garsås, Dalarnas län. n=4.

var stubbhöjden efter den maskinella röjningen med rotoraggregat  $30.9 \pm 0.5$  cm jämfört med den genomsnittliga höjden i motsvarande sidoområden som var  $9.4 \pm 1.8$  cm, figur 8.

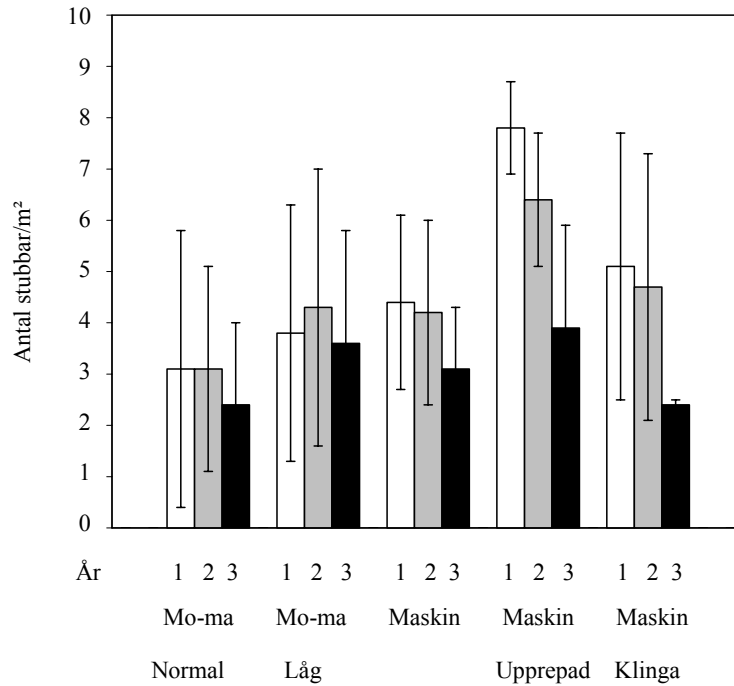
#### *Vårtbjörk- och glasbjörk*

I figur 9 redovisas antalet stubbar med skott 1-3 år säsonger (1999-2001) efter röjning med olika röjningsmetoder. Antalet stubbar med skott sjönk för alla röjningsmetoder under de tre åren men det var ingen skillnad i antalet skottproducerande stubbar mellan metoderna. Den stora spridningen i resultaten (stora medelfel) beror på skillnader mellan norra och södra delen av försöket. I den norra stod ett glest förband med stubbskottsbuketter, vilket resulterade i ett lågt antal stubbar per m<sup>2</sup>. I den södra delen var antalet stubbuketter per m<sup>2</sup> betydligt större. Stubbskottens medelhöjd skiljer sig inte åt mellan röjningsmetoderna det första året efter röjning, figur 9. Efter tre år är medelhöjden på skotten högst efter motormanuell normal och maskin klinga, med medelhöjd på  $86 \pm 3$  respektive  $83 \pm 4$  cm. Dessa metoder hade de högsta stubbarna efter röjning, figur 10. Det var ingen signifikant skillnad i medelhöjd efter en säsong tillväxt under tre års upprepad maskinell röjning av stubbskott.



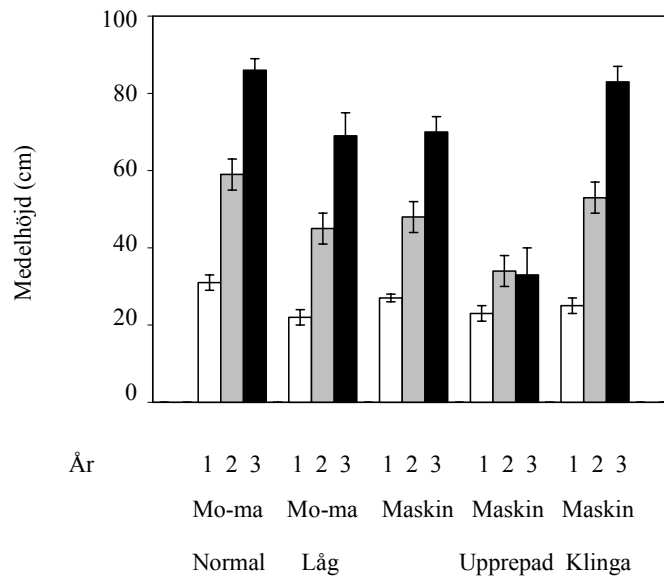
**Figur 8**

Stubbhöjd (medeltal  $\pm$  medelfel) efter röjning med maskinella metoder i sidoområdet utmed järnvägen samt i området intill banvallen i Garsås, Dalarnas län.  $n=4$ .



**Figur 9**

Antalet skottproducerande, levande stubbar (medeltal  $\pm$  medelfel) av björk efter röjning med motormanuella och maskinella metoder 1999 samt efter maskinell roterande röjning upprepade år 2 och 3 (2000 och 2001) utefter järnväg i Garsås, Dalarnas län.  $n=4$ .



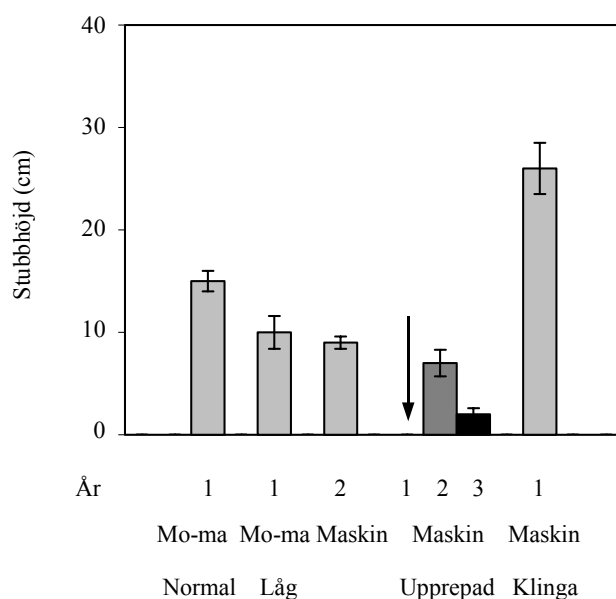
**Figur 10**

Höjdtveckling (medeltal  $\pm$  medelfel) av stubbskott från björk efter röjning med motormanuella och maskinella metoder 1999 samt maskinell roterande röjning upprepade år 2 och 3 (2000 och 2001) utefter järnväg i Garsås, Dalarnas län.  $n=4$ .

## Röjningsförsök i Herrljunga

### Stubbhöjd efter röjning

Röjningsmetoderna i försöket påverkade stubbhöjden efter röjning, figur 11. Den lägsta stubbhöjden var den efter maskinell röjning med roterande aggregat. Vid upprepad röjning år tre var stubbhöjden 2-3 cm i medeltal och flera stubbar var sönderslagna ned till marknivå. Röjningsmetoderna med de högsta stubbhöjderna var motormanuell normal och maskinell röjning med klinga, med 15 respektive 26 cm stubbhöjd. På dessa stubbar var en större andel oröjda grenar kvarstående på stubbens mantelyta.

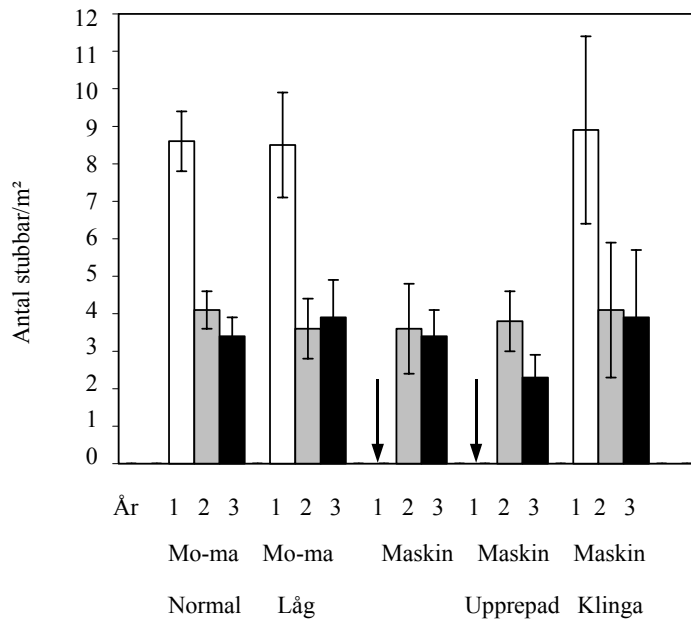


**Figur 11**

Stubbhöjd (medeltal  $\pm$  medelfel) efter röjning med motormanuella och maskinella metoder 1999 samt efter maskinell roterande röjning upprepad år 2 och 3 (2000 och 2001) utefter järnväg i Herrljunga, Västra Götalands län. Lodrät pil markerar utebliven åtgärd.  $n=4$ .

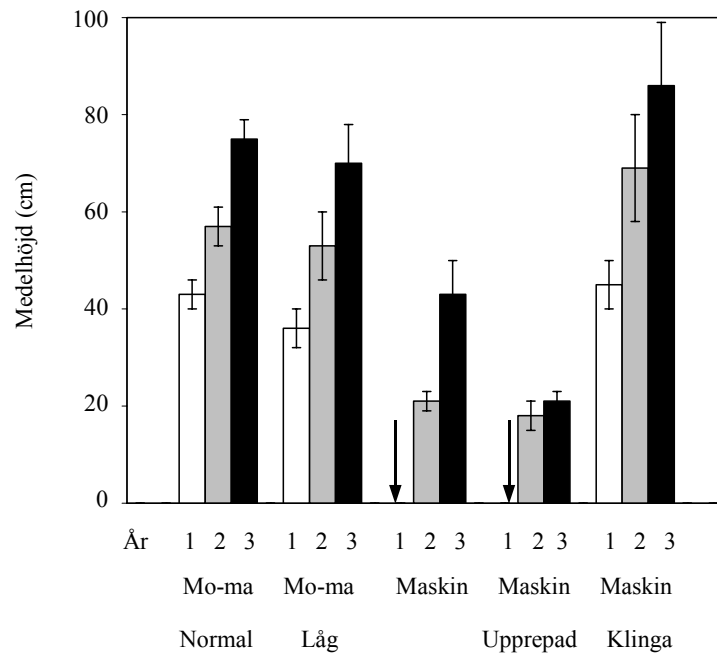
### Glasbjörk

Skottmängden efter röjning påverkas av antalet skott per stubbe (individ) och antalet levande skottbärande stubbar. Det redovisade antalet glasbjörkstubbar/m<sup>2</sup> i figur 12 visar att antalet stubbar minskade signifikant från 3.8 till 2.2 per m<sup>2</sup> vid upprepning av maskinell röjning en gång, det vill säga från år 2 till år 3. Medelhöjden var signifikant lägre för maskinell röjning med roterande aggregat vid första röjningstillfället år 2000 (år två), 20 cm, jämfört med motormanuell röjning och maskinell röjning med klinga år 1999 (år ett), figur 13. Medelhöjden för björkskotten var 35-45 cm. Skottens höjdtveckling efter dessa metoder har fördubblats på tre år. Stubbarna stod på odränerad och mager mark. Skotten var utsatta för betestryck med skador över 50 cm höjd.



**Figur 12**

Antalet skottproducerande, levande stubbar (medeltal  $\pm$  medelfel) av glasbjörk efter röjning med motormanuella och efter maskinella metoder 1999 samt maskinell roterande röjning upprepad år 2 och 3 (2000 och 2001) utefter järnväg i Herrljunga, Västra Götalands län. Lodrät pil markerar utebliven åtgärd.  $n=4$ .



**Figur 13**

Höjdtveckling (medeltal  $\pm$  medelfel) av stubbskott från glasbjörk efter röjning med motormanuella och maskinella metoder 1999 samt efter maskinell roterande röjning upprepad år 2 och 3 (2000 och 2001) utefter järnväg i Herrljunga, Västra Götalands län. Lodrät pil markerar utebliven åtgärd.  $n=4$ .

### Sälg

Sälg skjuter stubbskott från stam och rothals. I tabell 9 redovisas skottutvecklingen (antalet skott per m<sup>2</sup>) efter en till tre säsonger. Antalet sälgskott var fortsatt högt i försöket år tre (3-23 skott per m<sup>2</sup>). Denna tendens har förstärkts av viltbetet som ger en röjningseffekt motsvarande höga stubbar. Medelhöjden och medeltalet av maximala höjden per individ var relativt oförändrad på grund av viltbetet från rådjur och älg.

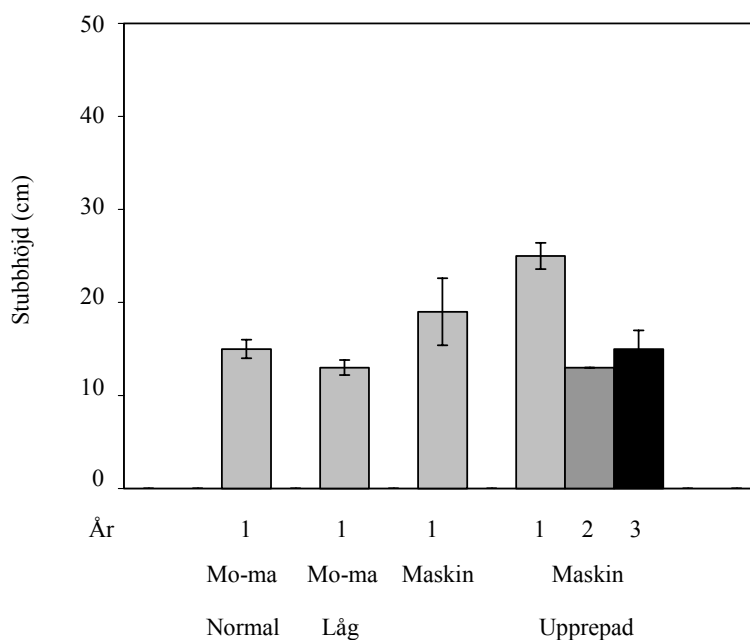
**Tabell 9**

Skott- och höjdutveckling (medeltal ± medelfel) hos sälg under 3 år (1999-2001) efter motormanuella och maskinella röjningsmetoder utmed järnväg i Herrljunga, Västra Götalands län. n=4

Röjmetod	Antal skott per m <sup>2</sup>			Medelhöjd skott, cm			Maximal höjd skott, cm		
	1 år	2 år	3 år	1 år	2 år	3 år	1 år	2 år	3 år
Mo-ma, normal	9±2	9±2	3±1	68±5	83±8	92±5	105±8	130±11	146±9
Mo-ma, låg	11±4	7±3	7±3	56±8	68±6	74±13	83±11	97±11	103±19
Maskin	-	27±10	27±13	-	35±4	50±2	-	74±5	85±5
Maskin, upprepad	-	24±9	18±9	-	38±2	49±2	-	80±10	87±9
Maskin, klinga	12±6	10±6	8±5	62±11	83±14	90±10	108±14	137±22	146±17

### Röjningsförsök i Tockarp

Stubbhöjden efter röjning i Tockarpsförsöket var högst efter maskinell metod med slagor, figur 14. Skillnaden mellan röjningsmetoderna motormanuell normal och låg var liten på grund av ovana röjare och lutningsförhållanden. Vid upprepad röjning år två och tre var stubbhöjden 15 cm.

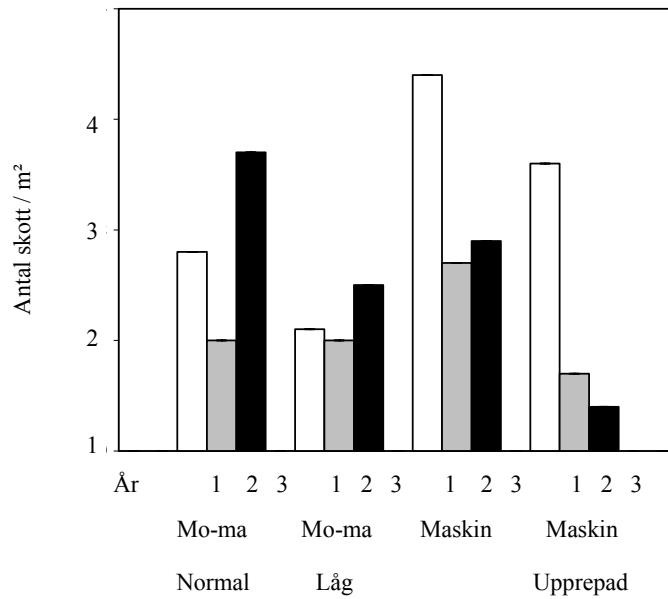


**Figur 14**

Stubbhöjd (medeltal ± medelfel) för alla ingående arter efter röjning med motormanuella och maskinella metoder 1999 samt efter maskinell roterande röjning upprepad år 2 och 3 (2000 och 2001) utefter järnväg i Tockarp, Skåne län. n=4.

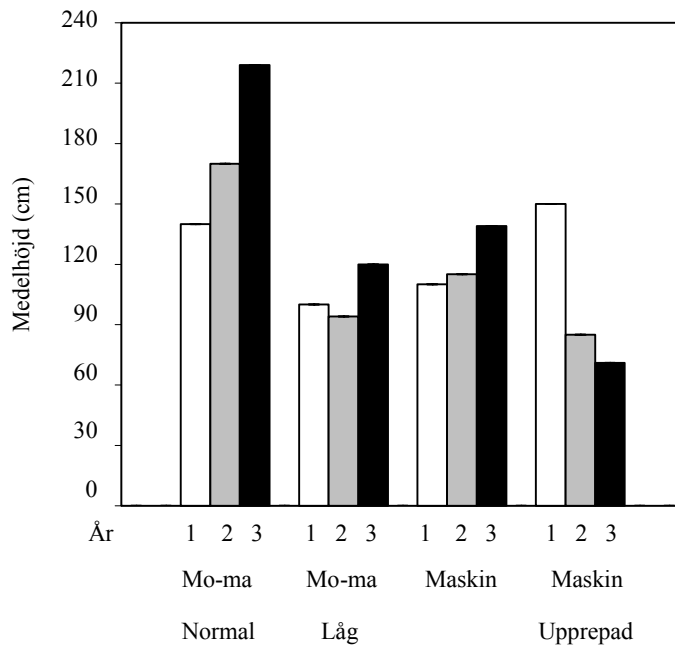
### Asp

Antalet aspskott (stubbskott + rotskott) per m<sup>2</sup> minskade kraftigt vid upprepad maskinell röjning med slagor under de tre åren, figur 15. Även skottens höjdtutveckling under en säsong var lägre efter varje upprepad röjning. Medelhöjden var efter den tredje maskinella röjningen 75 cm jämfört med medelhöjden 150 cm efter den första röjningen, figur 16. Röjning med olika metoder på asp upprepades inte detta försök.



**Figur 15**

Antal utvecklade skott per m<sup>2</sup> hos asp under 3 år (1999-2001) efter motormanuella och maskinella röjmetoder utmed järnväg i Tockarp, Skåne län.



**Figur 16**

Höjdtutveckling hos aspskott under 3 år (1999-2001) efter motormanuella och maskinella röjmetoder utmed järnväg i Tockarp, Skåne län.



Resultaten efter röjning av vårtbjörk och sälg med olika röjningsmetoder i respektive block (ingen upprepning) visade att antalet skott minskar efter det första året, med två undantag. Antalet skott minskade inte efter upprepad maskinell röjning av vårtbjörk och klibbal där skottantalet per stubbe ökade, tabell 10. Antalet stubbskott var lågt och oförändrat från år ett till år tre för klibbalen. Uppföljning av stubbskottens höjdtutveckling visade att medelhöjden efter tre år var mellan 2 och 3 meter medan de högsta skotten var 3-5 meter höga. Sälgens skotthöjder påverkades av viltbete.

**Tabell 10**

*Skottutveckling och höjdtutveckling hos vårtbjörk, klibbal och sälg under 3 år (1999-2001) efter motormanuella och maskinella röjmetoder utmed järnväg i Tockarp, Skåne län*

Art	Röjmetod	Antal skott per stubbe			Medelhöjd skott, cm			Maximal höjd skott, cm		
		1 år	2 år	3 år	1 år	2 år	3 år	1 år	2 år	3 år
Vårtbjörk	Mo-ma, normal	10	8	6	120	173	240	205	335	440
	Mo-ma, låg	13	5	6	70	132	201	110	240	315
	Maskin	10	8	7	90	160	215	155	260	340
	Maskin, upprepad	14	23	16	100	84	80	190	172	195
Klibbal	Mo-ma, normal	5	4	4	90	178	277	160	250	410
	Mo-ma, låg	4	5	5	60	127	204	105	260	405
	Maskin	12	11	9	95	193	281	155	240	400
	Maskin, upprepad	8	8	13	90	72	76	160	135	150
Sälg	Mo-ma, normal	11	6	7	135	155	234	210	395	505
	Mo-ma, låg	10	5	6	85	92	171	150	190	300
	Maskin	12	5	6	85	107	217	200	245	350
	Maskin, upprepad	13	8	7	95	118	60	220	210	122

## Selektiv röjning

Med selektiv röjning menas att endast en del av träd- och buskskiktet röjs. Enstaka träd- och buskindivider eller grupper/sammanhållna stråk av träd och buskar sparas. Selektiv röjning har genomförts i demonstrationssyfte på samtliga försöksplatser, men de mest illustrativa exemplen härrör från Tockarp och Långsele, som ligger i öppet landskap. Selektiv röjning fordrar viss förberedelse genom att individer som skall sparas markeras alternativt stor skicklighet hos maskinförare. Själva röjningen kan ske såväl motormanuellt som maskinellt, eventuellt som en kombination av dessa båda tekniker. Om hela stråk skall röjas, fungerar maskinell röjning normalt bra. Försöken i Tockarp och Långsele har utvärderats okulärt tre år efter den initiala röjningen.

I Tockarp (figur 17) har genomförts såväl stråkvis röjning (kallades motormanuell rad i försöksupplägget) som selektiv röjning där enstaka individer sparats (kallat solitär i försöksupplägget). De parceller som röjts stråkvis uppvisar begränsat med skottskjutning på de röjda delarna och endast något enstaka skott har vuxit sig lite högre. De parceller som röjts selektivt uppvisar ett antal blommande buskar och mindre träd intill järnvägen, bland annat harris (*Cytisus scoparius*), skogsek (*Quercus robur*) och hagtorn (*Craeteagus monogyna*). I de selektivt röjda parcellerna har fältskiktet utvecklats och uppslaget av stubbskott från de röjda delarna är begränsat.

I Långsele (figur 18) har endast selektiv röjning där enstaka individer sparas ingått i solitårdelen för söket. Även här kan en utveckling av fältskiktet samt ett begränsat uppslag av stubb- och rotskott av lignoser (vedartade träd- och buskar) konstateras.



**Figur 17**

*Enstaka sparade björkar och tallar vid järnvägen i Tockarp ger variation som gynnar såväl biologiskt liv som betraktare. Bilden är tagen mittemot försöksplatsen.*



**Figur 18**

*Blommande buske vid den nedlagda bandelen i Långsele. Notera det frodiga fältskiktet, en god konkurrent till rot- och stubbskottsskjutande lignoser.*

## DISKUSSION

Stubbhöjden vid röjning påverkas bl.a. av faktorer som röjningsmetoden, markytans beskaffenhet som lutning, ytstruktur, jämnhet, material, förarens eller röjarens kunnighet och skicklighet, årstiden d.v.s. om det är avlövat eller om det är snö samt skottens täthet och grovlek. Stubbhöjden är genomgående relativt låg i de fyra presenterade försöken i denna studie. I de fyra försöken är stubbhöjden efter tidigare röjningar genomgående högre än efter de olika röjningarna i försöksserien. Även stubbhöjden i angränsande delar längs järnvägen utanför försöksytorna är högre än i våra försök. I flera fall var stubbhöjden >40 cm i dessa delar.

Skillnaden i stubbhöjd, (den del av stammen som är ovan marknivån) efter röjning i de redovisade försöken hade ingen påvisbar effekt på antalet skott eller höjdtutvecklingen av björkskotten. Troligtvis beroende på att merparten av knopparna som ger upphov till stubbskott sitter under marknivån. Kauppi et al.,(1988) rapporterade att 90% av knopparna som ger upphov till stubbskott fanns under marknivån och en tredjedel av skotten kom från knoppar ovan mark. Johansson (1992a) fann i en annan studie med unga björkar att endast 5-28% av knopparna var belägna ovan mark

Röjning av stubben i marknivån eller strax under minskar skottproduktionen. Kvaalen (1989) rekommenderar kapning nära marknivån för att undvika stubbskott av vårtbjörk efter röjning. Resultatet från försöket i Herrljunga på torvjord visar också att det är fullt möjligt att röja i eller strax under markytan maskinellt med kättingslaga. Stubbhöjden efter röjning var där endast i medeltal 2 cm. Vid så låg röjning (0 cm) splittras ofta stubben och knoppar i rothalsen försvinner. Enligt Johansson (1987) har många av de lågt sittande knopparna i torvjord svårt att nå ända upp till ljuset ovan markytan. Antalet stubbar utan skott som minskat signifikant i Herrljunga vid upprepad röjning (två gånger, 2000 och 2001) indikerar flera sönderslagna ej skottproducerande stubbar. Bortröjda knoppar vid rothalsen strax under marknivån ökar också mer än för jämförbara metoder, tabell 3. Det finns teorier att en splittrad stubbsnittyta som efter denna metod med slagor eller kedjor bidrar till en nedbrytning av stubben och att det i sin tur skulle hinna förhindra skottskjutning. I Johanssons (1991) studie med söndertrasning av stubbsnittet på björk finns inga sådana effekter. Sannolikt sker nedbrytningen av stubben för långsamt för att stoppa skottutvecklingen av den orsaken. Redan efter c:a tre veckor utvecklas stubbskott från knopparna under säsongen.

På torrare marker exempelvis, i skärningar där marktäcket (humuslagret) är tunt, sitter knopparna i eller strax under markytan (Johansson, 1992a). Med en oöm maskinell röjningsmetod skulle många skottanlag kunna röjas bort. På marker med kraftig gräsväxt eller örtvegetation producerar en låg björkstubble skott anlagda från knoppar nere i konkurrerande vegetation vilket kan vara hämmande för skottbildningen.

Asp skjuter både stubb- och rotskott. Aspen kan expandera effektivt genom rotskott och antalet rotskott per m<sup>2</sup> efter röjning är i många fall mycket stort (Børset och Haugberg, 1960). Skottbildningen stimuleras kraftigt vid störning i marken och vid uppvärmd markyta som efter bränning eller på exponerade marker med tunt vegetationstäck. De slänter och skärningar som är vanliga intill järnvägar och vägar är exempel på områden som gynnar aspens rotskottsbildning. Vid röjning av asp med olika metoder i Långsele och även i Tockarp har antalet skott per m<sup>2</sup> och skottens medelhöjd minskat mer efter upprepad maskinell röjning än vid engångsröjning. I Långsele utvecklades en tät gräsväxt snabbt efter röjning under år två och tre. Stubbhöjden efter första röjningen var låg. Detta tvingar fram rotskott som inte stimuleras maximalt när markytan är täckt av gräs som hindrar uppvärmning. Dessutom har de svårt att tränga upp genom gräset och nå ljuset. Vid upprepad viltbetning har det dessutom visat sig att aspen är känslig för röta som sprids i det sammanhängande rotsystemet. Vid upprepad röjning ger man en ökad möjlighet för rötan att sprida sig och sänka vitaliteten på motsvarande sätt. Enligt vissa studier bl.a. Johansson (1991b) visar det sig att höga aspstubbar producerar stubbskott med sämre höjdtutveckling än rotskott.



**Figur 19**

*Nya skott växer fram strax under den nivå där tidigare röjning genomfördes.*

Efter motormanuell röjning är det svårt att komma åt den äldre huvudstubben (moderstubben). Om dessa stubbuketter står fritt expanderar de och får fler och fler skott för varje ny röjningomgång. Vad som händer med moderstubbens vitalitet är inte känt. Eventuellt har moderstubben färre aktiva vitala knoppar än de nyare stubbarna som bildats på huvudstubben efter senare röjning av skotten, figur 19. Maskinell röjning slår lättare av och sönder dessa buketter vid moderstubbens bas.

I försöken fanns det alltid många oröjda kvarsittande grenar efter motormanuell röjning. Vid motormanuell röjning är det också svårt att nå de grenar som sitter lågt på unga skott framför allt i fria lägen. Grenarna växer snabbt och kan påskynda behovet av röjning. Även här är det signifikant mindre med grenar efter maskinell röjning med kättingslagor än vid motormanuell röjning.

I försöket på blöt mark, på torvjord i Herrljunga, växer det rikligt med sälj intill banvallen nedanför banketten i de fuktiga stråk ("diken") som bildas. I en uppföljning av stubbhöjden i detta område efter röjning med maskin visade det sig att den var nära dubbelt så hög. Vid upprepade röjningar och bete på skott högre än 50 cm bildas en häckeffekt då många högt ansatta knoppningar på sälgstammarna utvecklas till växtliga skott. Den negativa effekten förstärks av närheten till spår och signalsystem som bör vara fria från hindrande vegetation. Den för viltet så attraktiva sälgen drar till sig vilt närmare spåret.

Sikten från spåret är en anledning för att röja i sidoområden utefter spåret. Sikten påverkas av slyets täthet och höjden på slyet. Mer än medelhöjden påverkas sikten av de högsta skotten i varje bukett. Ett begränsat antal förväxande skott kan säkert påskynda röjningsbehovet. För björk (varav vårtbjörk 85%) var medelhöjden av högsta skott per stubbe 112 cm och skotttätheten 18.2 skott per m<sup>2</sup> efter tre års tillväxt i Garsås. Efter sju års höjdtutveckling var höjden 441 cm och tätheten 2.9 skott per m<sup>2</sup>. På den blöta torvjorden i Herrljunga var glasbjörkens tillväxt lägre. Efter tre år var medelhöjden av de högsta skotten per stubbe 109 cm och tätheten 17.1 skott per m<sup>2</sup>. Medelhöjden om röjningen uppskjutes i tre år beräknades till 292 cm och skotttätheten 3.4 per m<sup>2</sup>. Skottens höjdtutveckling visade skillnader beroende på ålder, träddarten, ståndorten och läget i landet.

Maskinell röjning med kättingslaga slår sönder trädstammarna helt och fördelar sen den sönderslagna veden på marken. Efter kapning av skotten med maskinell klingsåg eller motormanuell röjning kan materialet insamlas. Uppskattad produktion i sidoområden som inte röjts utan sparats som kontroll-

**Tabell 11**

Exempel på röjda björk- och aspskotts biomassa (ton torrsbstans) utefter en km av järnvägens sidoområde, 10 meters röjningsbredd (5 m på var sida spåret) vid 3 respektive 6 eller 7 års ålder i fyra försök

Försök	Mark	Trädart	Ålder (år)	Medelhöjd, cm (cm)	Stamantal (skott ha <sup>-1</sup> )	Diameter, 1.3 m (mm)	Biomassa (ton TS)
Garsås	Grovmo	Vårtbjörk	7	295	83 000	16	22
Herrljunga	Torvjord	Glasbjörk	6	180	35 000	13	5
Långele	Mjåla	Asp	6	310	24 000	16	6
Tockarp	Grovmo	Asp	6	306	11 000	26	10

ytor var 22 ton TS per Ha vid sju års ålder i Garsås (tabell 11). Biomassan är beräknad på en hektar teoretiskt fördelad på en km utefter spåret med fem meter breda sidoområden på vardera sidan av spåret. På torvjord i Herrljunga var produktionen 5 ton TS per Ha för sexåriga stubbskott av glasbjörk i glesare sly än i Garsås. Motsvarande produktion för sexåriga aspskott var 6.2 ton TS per Ha och i Tockarp 9.7 ton TS per Ha. Bortförsl av biomassan försvårar sannolikt antändning av sidoområden från bromsande tåg och flis kan tas tillvara och användas som täckmaterial eller biobränsle. Bortförsl bidrar även till en utarmning av marken vilket minskar markens produktionsförmåga. Beräkningarna ovan skall ses som exempel och baseras på inventering av 4-8 kontrolltytor efter tre år och användande av biomassafunktioner för enskilda träd enligt Johansson (1999a, 1999b).

Upprepad årlig röjning flera år i rad ger effekt genom minskad skottmängd. Det intressanta är emellertid att undersöka under vilka förutsättningar man får en sådan effekt att det får en praktisk betydelse.

Begränsning av mängden vegetativa skott efter röjning med andra metoder än mekanisk röjning bör prövas där ökad hänsyn tas till olika arters skottskjutningsstrategier. En initialt dyrare areell metod kan med avseende på effekt på skottskjutningen ändå bli lönsam jämfört med konventionella metoder.

Selektiv röjning (McNab 1986, Rydberg 2000) kan utföras såväl maskinellt som motormanuellt. Avgörande för valet av metod är faktorer som framkomlighet, kvalitetskrav på sparad vegetation samt naturligtvis effektivitet. Ofta kan hög precision nås med maskinella metoder (Johansson 2001). Enbart maskinella eller kombinationer av maskinella och motormanuella metoder är kanske att föredra när större slymängder skall röjas. Enbart motormanuella metoder fungerar bäst där antalet individer som skall kapas står glest över stora avstånd. Selektiv röjning kräver uppmärksam utförare som har viss växtkänedom. Selektiv röjning måste ske i dagsljus.

## Slutsatser

Röjningshöjd över två cm påverkar inte antalet stubbskott eller skottens medelhöjd. Anledningen är att större delen av anlagen (knoppar) som ger upphov till skott sitter i eller strax under markytan. På fuktig mark sitter anlagen djupare men många av skotten från dessa når ej upp till markytan.

På fuktig mark, eller marker utan sten är det fullt möjligt att röja lågt för att åstadkomma stubbar i marknivån eller under marknivån med maskin som har slagor med kätting. Stubbarna slås sönder eller tappar stor mängd knoppanlag framför allt på stubbar belägna på tuvor. Ett minskat antal stubbar med skott ger i sin tur en mindre mängd skott. Om röjningen upprepas sjunker skottmängden successivt.

Upprepad röjning av asp med stubbsnittet i marknivå (stubbhöjd 0 cm) eller strax under minskar mängden skott. Detta gäller framför allt på marker med snabbt utvecklad gräsväxt eller höga örter. Låga stubbar tvingar fram rotskott som behöver blottad jord utan gräsväxt för att kunna utvecklas bra. Asp är även känslig för röta som vid upprepad betning eller röjning snabbt sprider sig i rotsystemet.

Sälgen är sannolikt överrepresenterad i sidoområdena intill järnvägen på grund av det blöta stråket som ofta bildas genom avvattningsbanan. I detta dike är det svårt att röja lågt vilket medför höga sälgstubbar. Sälgen har många anlag som utvecklas till snabbväxande skott ovan mark på stubben (jfr björk ovan). Den fortsatta röjningen eller betningen ger ett utbrett växtsätt, en häckliknande utveckling, nära spåret. Sälgen nära spår och signaler påskyndar behovet av röjningsåtgärder samt drar till sig vilt nära spåret.

Maskinell metod med slagor mal sönder och fördelar biomassan. Med andra maskinella metoder eller motormanuella metoder blir stammarna liggande hela. Den mängd biomassa som ligger vid röjning efter sex års produktion är 5-22 ton TS när träden är ungefär 3 meter höga.

Lämnande av enstaka träd- och buskar, antingen enstaka eller i grupper av varierande storlek, framträder väl i jordbrukslandskapet och bidrar till ett bättre intryck och ett mer diversifierat växt- och djurliv. I skogslandskapet är det oftast gröna barrträd (buskar) som kan sparas. Om inte granarna eller tallarna är över 1-1.5 m växer lövträdskotten efter en röjning ofta ikapp barrträden inom tre år.

Maskinell röjning kan säkert utnyttjas i många fall vid selektiv röjning, goda erfarenheter av detta finns från skogsbruket.

### **Förslag till fortsatt forskning**

Lövslätets täthet och höjduitveckling påverkas av arten, ståndorten och betestrycket. Variationen är stor. Genom att ta hänsyn till dessa faktorer i planering och metodval kan kostnader för röjning av sidoområden minskas. Underlag för sådan planering och metodval bör studeras.

Undersökning under mer kontrollerade förhållanden bör göras över hur olika arter påverkas av antalet upprepade röjningar, när upprepningarna utförs (när under säsongen, hur ofta m.m.) och hur omgivande biologiska och fysiologiska faktorer påverkar stubben och skottbildningen.

Ytterligare undersökning av arter som är vanliga utefter spår och vägar bör göras med avseende på skottskjutningsstrategier. Exempel på sådana arter är gråal, klibbal och sälgen.

Studier där stubb- och rotskott tas bort helt mekaniskt för att "börja om från början" kan vara en möjlighet på vissa ställen utefter järnvägen framför allt nära intill banketten där mängden skott är stort, speciellt hindrande eller där förutsättningarna är goda att lyckas. Metoder för att utveckla detta samt metoder för att undvika ny föryngring genom insådd på den blottlagda marken bör undersökas.

## REFERENSER

- Anon.** 2001. Skogsstatistisk årsbok 2001, Sveriges offentliga statistik. Skogsstyrelsen, Jönköping, 337 sid.
- Bell, F. W., Pitt, D. G., Morneault, A. E. & Pickering, S. M.** 1999. *Response of Immature Trembling Aspen to Season and Hight of Cut.* Northern Journal of Applied Forestry, 16 (2):108-114.
- Bramble, W. C. & Byrnes, W. R.** 1976. *Development of stable, low plant cover on a utility right-of-way.* In: Symposium on Environmental Concerns in Rights-of-Way Management. Mississippi State University, USA.
- Bramble, W. C. & Byrnes, W. R.** 1983. *Thirty years of research on development of plant cover on an electric transmission right-of-way.* Journal of Arboriculture, 9 (3):67-74.
- Børset, O. & Haugberg, M.** 1960. *Ospa.* Det norske skogselskap. 176 sid.
- Eickhoff, K.** 1987. *Beståndsval vid maskinell röjning.* Resultat nr 3 1987 Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Spånga.
- Huisman, M., Gunnarsson, A. & Schroeder, H.** 1998. *Ogräskonkurrerande vegetation.* Rapport 234. Institutionen för lantbruksteknik, avdelningen för park- och trädgårdsteknik. Alnarp. 83 sid.
- Jobidon, R.** 1997. *Stump height effects on sprouting of mountain maple, paper birch and pin cherry – 10 year results.* The forestry chronicle, 73 (5):590-595.
- Johansson, L.** 2001. *Maskinell röjning i terrängen.* Examensarbeten inom landskapsingenjörsprogrammet, 2001:17. Institutionen för lantbruksteknik, Alnarp. SLU. 34 sid.
- Johansson, T.** 1987. *Development of Stump Suckers by Betula pubescens at Different Light Intensities.* Scandinavian Journal of Forestry Research 2, 77 - 83.
- Johansson, T.** 1991 a. *The effect of stump height and cut surface type on stump survival, sprouting and sprout growth after cutting of 10-35 year old Betula pubescens Ehrh.* Institutionen för skogshushållning, rapport nr 28. SLU. Garpenberg.
- Johansson, T.** 1991b. *Sprouting of European aspen, pubescent birches, and damage to Norway spruce and Scots pine following mechanical and brush saw cleaning.* Studia Forestalia Suecica, 186. 15 pp.
- Johansson, T.** 1992 a. *Dormant buds on Betula pubescens and Betula pendula stumps under different field conditions.* Forest Ecology and Management 47, 245 - 259.
- Johansson, T.** 1992 b. *Sprouting of 10- to 50- year old Betula Pubescens in relation to felling time.* Forest Ecology and Management 53, 283 - 296.
- Johansson, T.** 1999 a. *Biomass equations determining fractions of European aspen growing on abandoned farmland and some practical implications.* Biomass & Bioenergy 17, 471-480.
- Johansson, T.** 1999 b. *Biomass equations for determining fractions of 21-91-year-old common alder and grey alder growing on forest land and farmland and some practical implications.* Canadian Journal of Forest Research 29, 1679-1690.
- Kauppi, A., Rinne, P. & Ferm, A.** 1988. *Sprouting ability and significance for coppicing of dormant buds on Betula pubescens Ehrh. Stumps.* Scandinavian Journal of Forest Research 3, 343-354.
- Kvaalen, H.** 1989. *The effect of different stump heights on sprouting, stump survival and sprout growth, after cutting of six year old White birch (Betula pendula Roth).* Norwegian Forest Research Institut, Research paper 5, 11 sidor.

- Luken, J. O., Hinton, A. C. & Baker, D. G.** 1991. *Assessment of Frequent Cutting as a Plant-Community Management Technique in Power-Line Corridors*. Environmental Management, 15 (3):381-388.
- Lundh, J-E. & Josefsson, R.** 1989. *Björk och asp i barrskog*. Skötselråd för alla beståndsdelar. Institutionen för skogsproduktion. Rapport 25. ISSN 0348-7636. SLU. Garpenberg. 77 sid.
- McNab, A.** 1986. *Trees and trains*. Arboricultural Journal, 10:331-339.
- Petre, E.** *Maskinell rojning med kranspetmonterat aggregat*. Forskningsstiftelsen skogsarbeten, 1984. Rapport nr 4, 20 sid.
- Rydberg, D.** 2000. *Initial sprouting, growth and mortality of European aspen and birch after selective coppicing in central Sweden*. Forest Ecology and Management, 130:27-35.
- Smith, D.M.** 1986. *The practice of silviculture: Methods based on Vegetative Reproduction*. John Wiley & sons. England, 537 sid.



Denna rapportserie som utges av Institutionen för lantbruksteknik inom fakulteten för jordbruk, landskapsplanering och trädgårdsbruk, SLU, innehåller forsknings- och försöksrapporter, examensarbeten av mer allmänt intresse samt övriga uppsatser som anses lämpliga att publicera i denna form. Tidigare nummer redovisas på de sista sidorna och kan i mån av tillgång anskaffas från institutionen.

This series is published by the Department of Agricultural Engineering, Swedish University of Agricultural Sciences. It contains reports on research activities and field trials as well as other reports or papers considered suitable for publication in this form. Earlier issues are listed on the last pages and can be obtained - if still available - upon application to the Department.

PRIS: 80:- exkl. moms

---

DISTRIBUTION:

Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för lantbruksteknik  
SE-230 53 ALNARP, Sweden  
Tel. 040-41 51 40

---