



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2009:4

Inverkan av årstid för förstagallring på avverkningsskador i contorta och tall

*Influence of season for first thinning on mechanical damage in
lodgepole pine and Scots pine*



Karin Nolén



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2009:4

Inverkan av årstid för förstagallring på avverkningsskador i contorta och tall

*Influence of season for first thinning on mechanical damage in
lodgepole pine and Scots pine*

Karin Nolén

Nyckelord / Keywords:

Gallring, mekaniska skador, contorta, tall

ISSN 1654-1898

Umeå 2009

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forestry*

Skogligt magisterprogram/Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*

Examensarbete i skogshushållning / *Master of Science thesis, EX0304, 30 hp, avancerad D*

Handledare / *Supervisor*: Erik Valinger, SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel

/ *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

Handledare / *Supervisor*: Magnus Andersson, SCA / *SCA Ltd*

Examinator / *Examiner*: Björn Elfving, SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel

/ *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handledts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.

Förord

Detta examensarbete har genomförts vid institutionen för skogens ekologi och skötsel, Sveriges Lantbruksuniversitet i Umeå, som ett moment under jägmästarutbildningen. Examensarbetet är på 30 högskolepoäng och utfördes under sommaren och höstterminen 2008.

Uppdragsgivare är SCA Skog AB, och målet är att öka SCA: s kunskap om gallring av contorta (*Pinus contorta* Dougl. ex Loud. var. *latifolia* Engelm) genom att undersöka skadefrekvens och skadeorsaker kopplade till årstid för genomförd gallring av contortall jämfört med tall (*Pinus sylvestris* L.). Fältarbetet utfördes på genomförda gallringar på SCA: s eget skogsinnehav vid Ångermanlands och Medelpads förvaltningar.

Jag vill först och allra främst tacka min handledare på SLU, Erik Valinger, som med osviklig entusiasm och genuint engagemang lotsat mig genom detta arbete på ett konstruktivt sätt. På SCA vill jag tacka min handledare, Magnus Andersson, för hjälp och kommentarer kring arbetet och formulering av frågeställning. På SCA vill jag också tacka Pelle Gemmel som var behjälplig med värdefulla idéer kring arbetets utförande och frågeställning. Jag är också ett stort tack skyldig till Mike Bobik som på ett entusiastiskt sätt hjälpt mig med inventeringsmetodik, fältutrustning och idéer samt till Merle Hämäläinen som hjälpt mig med beståndsurval och kartor.

Tack även till Johan och Elisabet som assisterade mig under några dagar av inventeringen.

Stensätter februari 2009

Karin Nolé

Sammanfattning

SCA har idag cirka 280 000 hektar beskogad med contortatall (*Pinus contorta* Dougl. ex Loud. var. *latifolia* Engelm). Stora delar av den arealen har kommit in i, eller är på väg in i, gallringsbar ålder. Då få tidigare erfarenheter finns av att gallra contorta enligt skandinaviska förutsättningar krävs kunskapsinhämtning och utprovning av lämpliga tillvägagångssätt. Då contortabestånd nu gallrats i ett fåtal år på SCA: s marker kommer subjektiva uppfattningar om hur gallringen bäst bör gå till eller hur lätt eller svårt det är att gallra contortan. För att få en objektiv uppfattning om detta sker kontinuerligt uppföljningar och undersökningar internt inom SCA.

Syftet med denna studie var att svara på frågan huruvida gallringsskador hos contorta förekommer i någon annan utsträckning än hos tall (*Pinus sylvestris* L.), dels kvantitativt och dels om skadorna är annorlunda än hos den svenska tallen. Om så var fallet skulle möjliga samband med beståndsfaktorer sökas. Studien genomfördes i form av en fältstudie, där 16 genomförda gallringar i contorta och tall inventerades. På 5 provytor á 200 m² per bestånd inhämtades beståndsdata före gallring (genom stubbklavning av uttagna träd) och efter gallring samt frekvens av skador på kvarstående träd, typ av skador, skadornas storlek samt trolig skadeorsak.

För contorta hittades inga samband mellan skadeandel, gallringsårstid och skadeorsak. Ett samband mellan skadeandel och gallringsårstid kunde påvisas för tall vilket stämmer överens med tidigare litteratur. Inga samband kunde påvisas för skadeandelen i contorta och beståndsegenskaper före gallring, exempelvis m³f/ha, stamantal/ha eller grundyta/ha. Signifikanta samband återfanns för contorta mellan skadeplacering och ett flertal beståndsfaktorer, bland annat m³f/ha och grundyta/ha före gallring. Skadorna var också signifikant högre placerade i contortabestånden jämfört med tallbestånden. I studien kunde inte heller någon skadeorsak påvisas som signifikant dominerande i contortabestånd.

Störst andel skador återfanns i vintergallrad contorta (19 %), därefter i vårgallrad contorta (15 %), i vårgallrad tall (10 %) och minst i vintergallrad tall (3 %). Flest antal skador bedömdes vara orsakade av kranarbete, därefter okänd orsak samt upparbetning och påfällning. Skadestorleken var störst i vårgallrad tall (genomsnitt 36 cm²), därefter vinter- och vårgallrad contorta med en skadestorlek på i genomsnitt 34 cm² samt sist vintergallrad tall med en genomsnittlig skadestorlek på 17 cm².

Intervjuade maskinförare menade att en tydlig anledning till hög skadeandel i vintergallrad contorta var dålig sikt. Den dåliga sikten vintertid beror till stor del på upplega i kronorna som binder mer snö än den svenska tallen med mindre kronor. Vid fällning av träd faller snön ur kronan och försämrar sikten tills snön lagt sig.

Slutsatsen dras att det ur skadesynpunkt kan vara lämpligt att sommargallra contorta.

Summary

In the 1970's, when the large-scale introduction of lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl. ex Loud. var. *latifolia* Engelm) in Sweden begun, most Swedish foresters considered lodgepole pine as a fast-growing species which should be managed with short rotation periods, large initial spacing and a minimum of silviculture measures such as thinning. The species was first brought to Sweden as an attempt to avoid a predicted shortage of wood fibre. Today, stands with high-quality lodgepole pine are intended for production of both pulp wood and timber and are managed with one or more thinnings during the rotation period.

SCA owns about 280 000 hectares of lodgepole pine, of which a large proportion is growing into age and height suitable for thinning. Since the knowledge of thinning lodgepole pine is fairly limited, SCA manages own research and follow-ups, parallel with the national forest research in Sweden managed by SLU.

The purpose of this study has been to look into whether thinning damage is more frequent in lodgepole pine stands than in native Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. An important question was if thinning damage was more frequent in lodgepole pine stands thinned during the sap flow period in spring compared to stands thinned during winter. Another aim was to investigate the type of damage occurring in lodgepole pine, concerning size, type of damage, location on the stem and most probable cause of damage.

Stand data was collected to analyze if any significant connections could be found between thinning damage and stand characteristics (such as age, height, stems/ha, m^3f/ha and basal area before and after thinning). Other connections between thinning damage and how the thinning was performed (removed basal area/ha, removed m^3f/ha and so on) were sought. The stand data originated from an inventory of 16 stands; 4 stands of lodgepole pine and 4 stands of Scots pine thinned during the sap flow period, 4 stands of lodgepole pine and 4 stands of Scots pine thinned during winter.

The study showed that damage to residual stems did occur more frequent in lodgepole pine stands than in Scots pine stands. No significant conclusions could be established about damage frequency and time of the year for thinning, even though more damage was registered in lodgepole pine stands thinned during winter and in Scots pine stands thinned during the sap flow period. Location of damage had a significant connection with some stand characteristics such as m^3/ha and basal area/ha before thinning in lodgepole pine stands. The drivers stated that most of the damage was due to poor visibility. This was especially important in lodgepole pine stands thinned during winter, since the large crowns of lodgepole pine holds much snow which blinds the drivers for a moment when the trees are cut down.

The study showed that thinning lodgepole pine during summer could be appropriate to reduce mechanical thinning damage.

Innehållsförteckning

FÖRORD	2
SAMMANFATTNING	3
SUMMARY	4
1. INLEDNING	7
1.1. CONTORTA.....	7
1.1.1. <i>Förekomst</i>	7
1.1.2. <i>Egenskaper</i>	7
1.2. CONTORTA I SVERIGE.....	9
1.2.1. <i>Contortans introduktion i Sverige</i>	9
1.2.2. <i>Nuläge</i>	10
1.3. GALLRING.....	11
1.3.1. <i>Gallringens syfte</i>	11
1.3.2. <i>Gallringsskador</i>	11
1.3.3. <i>Gallringsskador under olika årstider</i>	12
1.4. GALLRING	12
2. SYFTE	13
3. MATERIAL OCH METODER	14
3.1. BESTÅNDSVAL	14
3.2. DATAINSAMLING	16
3.3. DATABEARBETNING	18
4. RESULTAT	18
4.1. SAMMANSTÄLLNING AV BESTÅNDSDATA.....	18
4.2. MASKINRELATERADE SKADEORSAKER.....	19
4.3. GALLRINGSSKADOR VID OLIKA ÅRSTIDER.....	20
4.4. SKADOR BEROENDE AV GENOMFÖRD GALLRING	22
4.4.1. <i>Gallringsuttag</i>	22
4.4.2. <i>Avstånd till stickvägar</i>	23
4.5. SKADOR BEROENDE AV BESTÅNDSGENSKAPER FÖRE GALLRING	24
4.6. SYNUNKTER FRÅN MASKINFÖRARNAS	27
5. DISKUSSION	28
5.1. GALLRINGENS UTFÖRANDE	28
5.2. FREKVENNS AV GALLRINGSSKADOR I CONTORTA JÄMFÖRT MED TALL	28
5.3. FREKVENNS AV GALLRINGSSKADOR UNDER SAVNINGSPERIOD JÄMFÖRT MED VINTERTID.....	28
5.4. ORSAKER TILL HÖGRE SKADEFREKVENNS I CONTORTA JÄMFÖRT MED TALL	29
5.4.1. <i>Gallringsrelaterade orsaker</i>	29
5.4.2. <i>Beståndsrelaterade orsaker</i>	30
5.5. SKADEPLACERING OCH STORLEK	31
5.6. SLUTSATSER	32

REFERENSER	33
SKRIFTLIGA REFERENSER.....	33
ELEKTRONISKA DOKUMENT	36
MUNTliga REFERENSER	36
BILAGOR	37
BILAGA 1. HÖJDFUNKTION H25	37
BILAGA 2. INTERVJUFRÅGOR MASKINFÖRARE	38

1. Inledning

1.1. Contorta

Contorta (*Pinus contorta* var. *Latifolia*) är en tall med ursprung i Nordamerika. Den förekommer i fyra underarter, en nordlig inlandsunderart *Pinus contorta* var. *latifolia*, den kustanpassade *P. contorta* var. *contorta*, *P. contorta* var. *murrayana* som förekommer i inlandet samt *P. contorta* var. *bolanderi* – en dvärgväxande underart förekommande i södra Nordamerikas kustlandskap (Hagner, 1983a). I USA kallas både *P. contorta* var. *latifolia* och *P. contorta* var. *murrayana* för lodgepole pine. Den underart som införts till Sverige är främst typen anpassad för att växa på nordliga bergsståndorter, *latifolia*. Redan i början på 1900-talet påbörjades försöksplanteringar med contorta, men ofta i mindre skala och av olika varianter, bl.a. *murrayana*. Den stora införseln kom dock under 1970-talet, då man befarade en kommande virkesbrist. För att kompensera för denna introducerades contortan, som ett snabbväxande trädslag lämpligt för massavedsproduktion i ett gallringsfritt skogsbruk med korta omloppstider. I Sverige var skogsbolagen SCA och Iggesund drivande, med skogsvårdscheferna Stig Hagner och Roland Nellbeck i spetsen (Elfving et al., 2001).

1.1.1. Förekomst

Contorta förekommer ursprungligen i Nordamerika spridd över en stor vidd av olika breddgrader och miljöer, från 31° N i Mexiko till 64° N i Yukon, där trädgränsen tar vid (Hagner och Fahlroth, 1974; Hagner, 1983a). I USA täcks cirka 6 miljoner hektar av contorta, i Kanada är motsvarande siffra ungefär 20 miljoner hektar (Koch, 1996). På grund av sin höga produktionsförmåga och hårdighet är contortan introducerad även i andra länder än Sverige (Anon, 1992). I Finland fanns exempelvis ca 7 000 ha contorta år 1992, i Nya Zeeland cirka 6 000 ha, på Irland cirka 75 000 hektar samt i Storbritannien ca 140 000 ha. I Skandinavien dominerar var. *latifolia* medan övriga länder favoriserar var. *contorta*.

1.1.2. Egenskaper

Contortan är ett pionjärträdslag (Hagner, 1983a) som är anpassat för att kunna etablera sig snabbt på framförallt brända marker. Contortan har serotina kottar som är anpassade för att öppna sig av hettan vid en skogsbrand. Utöver dessa kottar har contorta även vanliga kottar, som möjliggör en viss föryngring även utan skogsbrand (Hagner och Fahlroth, 1974). När trädet blir äldre ökar andelen serotina kottar (Anon., 1992). Utseendemässigt är barken mer lik granbark än tallbark, och den är i avsaknad av tallens skorp bark. Barren har ofta också en annan grön nyans än tallbarr. De insekter som angripit contortan i Sverige är generellt uppdelade; de som livnär sig på barr, knoppar, blommor och kottar kommer från tall, medan de insekter som livnär sig på floemet eller xylemet kommer från gran (Lindelöw och Björkman, 2001).

Martinsson (1985) visar i ett markberedningsförsök med tall, gran och contorta att flera undersökta contortastammar i det yngre materialet (7-8 år) har stamkrökar. Dessa orsakas troligtvis av instabilitetsproblem. I undersökningens äldre material (15 år) är frekvensen av

stamkrökar betydligt lägre, vilket visar på contortans förmåga att överleva och räta upp stammen. De plantor som planteras i rabatt kan få problem med instabilitet, bland annat beroende på erosion i rabatten. Detta fenomen drabbar contortaplantorna värst, på grund av deras snabba höjdtillväxt. De undersökta plantorna visar att contortan har större andel krona och lägre andel rotförgrening jämfört med tall, och här anses täckrotsplantor från contorta vara allra sämst ur stabilitetssynpunkt. Martinssons (1985) undersökning visar att sådd contorta har bättre förutsättningar för kommande stabilitet än planterad. Detta resultat gäller även för tall, men skillnaden är större hos contorta. SCA:s egna försök i 10-årig skog visar att andelen lutande träd är något högre hos contorta jämfört med svensk tall (Hagner, 1983b).

Gällande vedegenskaper kan konstateras att contortatallen har en marginellt lägre densitet än svensk tall, att böjhallfastheten är lite lägre hos contortan samt att contortan har större spännvidd gällande värden för hållfasthet och styvhet jämfört med svensk tall (Andersson, 1987a). Sågad contorta lämpar sig som konstruktionsvirke (Andersson, 1987a). I Kanada och USA används contortavirke bland annat till konstruktionsvirke, stolpar, sågtimmer och massaved (Koch, 1996; Elfving et al., 2001 m.fl.). Contortans stamform är bättre än tallens med lägre avsmalning, både på och under bark. Stamformen har betydelse för sågutbytet, bättre stamform ger högre sågutbyte. Dessutom har contortan en högre andel kärnved än svensk tall (Andersson, 1987b). Vid sågning och därpå följande torkning drabbas contorta i mindre utsträckning än tall av sprickbildning och deformationer (Anon., 1992). Enligt Hildingsson (2007) drabbas contortavirke i högre utsträckning av brott jämfört med inhemsk tall.

Contorta är mer utsatt för sorkangrepp än svensk tall, men på grund av högre överlevnadsförmåga verkar den kunna läka dessa angrepp utan allvarlig utgång (Hagner, 1983b; Nellbeck, 1985). Tillsammans med sorkangrepp är en av contortans akilleshälar att den är känsligare för vind och snö än vad tall är (Martinsson, 1982). Känsligheten består i en relativt sämre stabilitet, som i sin tur beror på förhållandet mellan rot och krona. Jämfört med vår inhemska tall har contortan mer volym i kronan och mindre volym i rötter. Den större kronan innebär ett större vindfång och en större yta att samla tung snö och is på. Dessutom är en större del av contortans rotsystem bestående av finrötter (Martinsson, 1982). Resultatet av detta blir att träden vid hög belastning böjs eller stjälpes (figur 1).



Figur 1. Contortans överlevnadsförmåga demonstreras i denna bild. Contortabestånd vid Lilltivsjön, Torpshammar. Foto: författaren.

Figure 1. The survival skills of lodgepole pine are shown in this picture. Lodgepole pine stand near Lilltivsjön, Torpshammar.

1.2. Contorta i Sverige

1.2.1. Contortans introduktion i Sverige

Den främsta anledningen till att contortan infördes var en prognostiserad virkesbrist, som skulle lamslå den svenska skogsindustrin (Hagner, 1983a; Nellbeck, 1985). Virkessvackan berodde bland annat på skev åldersfördelning i skogarna och en stor andel restskogar, ”skräpskogar” som var resultatet av det tidiga skogsbrukets dimensionshuggningar (Hagner, 1990).

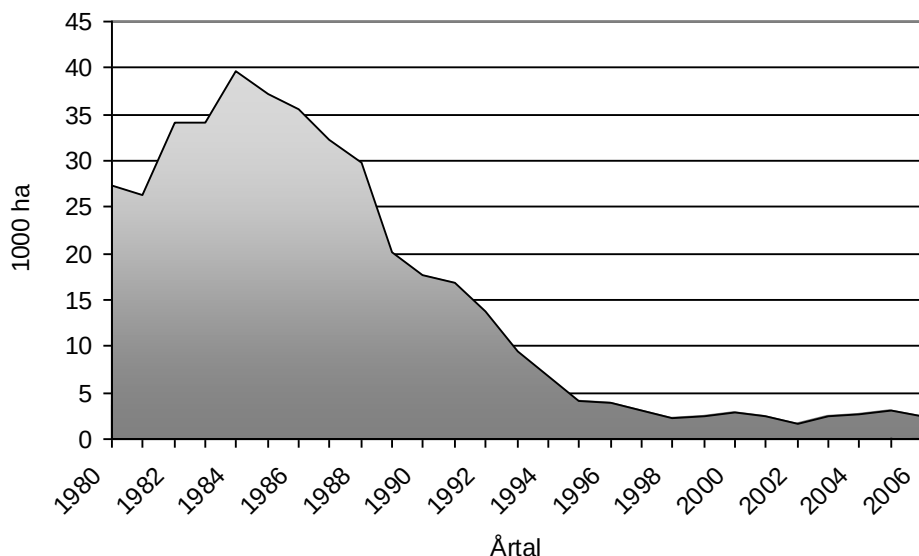
Flera andra metoder att mota virkessvackan övervägdes och testades också i praktiken, exempelvis gödsling samt dikning av torvmark. Dock konstaterades att dessa åtgärder skulle vara otillräckliga för att helt och hållet hindra uppkomsten av virkessvackan (Nellbeck, 1985). Flera trädslag diskuterades som problemlösare, däribland sibirisk lärk (*Larix sibirica*, Ledeb.) och contorta (Hagner, 1990). Contortan valdes, bland annat eftersom dess fiberegenskaper var mer lämpade för massaproduktion än lärkens fiberegenskaper och eftersom den ansågs likna svensk tall i flera avseenden. Man visste dessutom genom tidiga försök att produktionen var betydligt högre än våra inhemska barrträdslags produktion, och att contortan var hårdigare än vår inhemska tall. Praktiska odlingsförsök visade att contortans volymproduktion per hektar kunde vara 50-100 % högre än svensk tall (Hagner, 1990). Senare försök har visat att volymproduktionen hos contorta ligger cirka 36 % över den svenska tallens volymproduktion (Elfving och Norgren, 1993). Denna högre produktion kan delvis bero på att contorta generellt har längre barr med en högre massa än tall på motsvarande ståndorter (Norgren och Elfving, 1994). Detta ger en större barrmassa som trädet kan använda till fotosyntetisering.

En annan anledning som framförts som argument för contortans införande är att det vid tiden för starten rådde brist på hårdigt inhemskt tallfrö, för att kunna återbeskoga de nordligaste

delarna av landet (Martinsson, 1982). Contortans lämplighet består i att den som tidigare nämnts återfinns upp emot 64° N och i höga höjdlägen i sin naturliga miljö.

Under introduktionen höjdes kritiska röster som varnade för riskerna med att introducera en exot (Anon, 1992). Bland farorna som fördes fram fanns bland annat risken att skadegörare på contorta i Nordamerika skulle följa med och spridas till den inhemska *P. sylvestris* (Karlman, 2001). Än så länge har ingen känd nordamerikansk insekt påträffats i contorta i Sverige (Lindelöw och Björkman, 2001), inte heller någon svamp som ej är naturligt förekommande i Sverige (Karlman, 2001).

Den totala arealen som planterats med contorta har varierat över tiden. Toppåret noteras 1984, då nästan 40 000 hektar beskogades med contortatall. Mellan 1980 och 1987 planterades 84 000 ha skogsmark med contorta bara i Jämtlands län (Skogsstyrelsen, 1989). År 2006 planterades cirka 2 500 hektar med contortatall (Skogsstyrelsen, 2008). 1987 upptäcktes allvarliga angrepp av *Gremmeniella abietina* i contortaplaneringar på kärva höjdlägen (Karlman et al., 1994). Detta föranledde restriktioner i tillåtna lokaler för plantering och arealen skogsmark planterad med contorta minskade också efter 1987 (figur 2).



Figur 2. Skogsmarksareal i Sverige planterad med contortatall 1980-2006. Efter Skogsstyrelsen 2008.

Figure 2. Total area of forest land in Sweden regenerated with lodgepole pine in 1980-2006. From the Swedish Forest Agency 2008.

1.2.2. Nuläge

I nuläget är Sverige contortans tredje största utbredningsland, näst efter Kanada och USA sett till areal täckt med contorta (Hagner, 1990). Nästan 600 000 hektar skogsmark i Sverige täcks av contorta (Elfving et al., 2001). Av dessa äger SCA cirka 280 000 ha (SCA Skog AB, 2006). Skogsstyrelsen anger en maximal tillåten areal för förnygring med contortatall, vilken i medeltal bör uppgå till 14 000 hektar per år (2003). Dessutom finns en begränsning av var i

landet contorta får planteras. Inom Värmland och Örebro län får contorta inte planteras söder om 59° 30'. I övriga landet gäller att contorta inte får planteras söder om 60° breddgraden. Dessutom finns inom det tillåtna området norr om 60° begränsningar som berör contortaplantering i höjdlägen. Persson (2008) menar att contorta och tall är någorlunda jämbördiga gällande timmerkvalitet hos förväntade slutavverkningsstammar.

SCA har stora arealer contorta som kommer in i gallringsmogen ålder (Andersson, muntl. 2008). I och med detta nås nu nästa fas av skötselprogrammen, och strategier för gallring och vidare skötsel måste revideras med hänsyn till hur beståndens verkliga utveckling skiljer sig från den prognostiserade.

1.3. Gallring

1.3.1. Gallringens syfte

Gallring är en beståndsvårdande skötselåtgärd med uttag av gagnvirke (Hallsby, 2007). Genom att friställa huvudstammar ökar man dessas möjlighet till diametertillväxt. Gallring kan ske på olika sätt, beroende på vilka mål markägaren har med sitt skogsbrukande. En gallring i syfte att ge inkomst snabbt kan exempelvis ske genom *höggallring*, där de grövsta träden tas ut. *Låggallring* innebär att de undertryckta klenare stammarna tas ut. Detta gynnar de snabbväxande träden som får stå kvar, och styr beståndsutvecklingen mot en kortare omloppstid. Slutligen kan gallring genomföras som *likformig* gallring, då träd från alla dimensionsklasser och kronskikt tas ut (Hallsby, 2007).

I Bäckes (1998) gallringsundersökning används beståndsgående skördare i 38 % av undersökta gallrade bestånd. SCA försöker använda denna metod i största möjliga utsträckning (Andersson, muntl. 2008). Detta innebär att körstråken blir i form av stickväg – slingerstråk - stickväg. Skördaren kör på alla körstråk och placerar virkeshögarna så att skotaren når dem från stickvägarna. Skotaren kör enbart på stickvägen.

1.3.2. Gallringsskador

Gallringsskador kan utgöras dels av skador på träd som tas ut samt körskador och skador på kvarstående träd. Gallringsskador kan också vara skador som kan relateras till gallring, exempelvis ökar risken för vind- eller snöskador i ett nygallrat bestånd (Valinger och Lundqvist, 1992).

De kvarstående träden kan drabbas av olika typer av barkfläkning, orsakat av exempelvis kontakt med maskin eller med stam under fällning eller upparbetning. Dessa sår kan vara en ingångsport för svampar och skadegörare, och minska värdet på framförallt rotstocken betydligt (Vasilias, 2001). Dessutom kan tillväxten påverkas negativt av gallringsskador. Ett positivt samband finns mellan barktjocklek och barkens vidhäftningsförmåga hos gran (Wästerlund, 1986). Hos tall återfinns högst vidhäftningsförmåga i övergångszonen mellan skorp bark och glans bark.

Andelen skadade träd kan också variera beroende på vilket maskinsystem man väljer. Exempelvis återfinns en större andel skador i gallringar gjorda av gallringsskördare utan mellanzonsfällning, i genomsnitt 3,4 % skador på kvarstående träd, att jämföra med beståndsgående skördare med 1,7 % skador i genomsnitt samt motormanuell gallring med en

genomsnittlig skadefrekvens på 1,1 % (Bäcke, 1998). Wallentin (2007) visar genomsnittliga skadenivåer i granbestånd på 9,8 % vid tidig gallring samt 14,8 % vid sen gallring. Harstela (1996) pekar på en genomsnittlig skadenivå i praktiskt skogsbruk på under 5 %. Han menar också att det inte finns någon större skillnad i skadenivå mellan små och mellanstora gallringsmaskiner, eftersom små maskiner använder smalare stickvägar och därigenom riskerar kontakt med kvarstående träd. Jordbrukstraktorer orsakar en något högre skadeandel än skotare. Antalet skadade stammar är negativt korrelerade med förbandet efter gallring (Bobik, 2008).

Andra typer av skador som kan uppkomma i samband med gallring är markskador, i form av markkompression och djupa spår (Sveriges Lantbruksuniversitet, 2006).

Det kan vara svårt att värdera skadorna på ett korrekt sätt. Sirén (2000) visar att de ekonomiska förlusterna vid gallring (förluster i stickvägar samt kvalitets- och tillväxtförluster) kan beräknas till 1158 FIM/ha under en omloppstid, eller 18 m³f/ha under samma tidsperiod .

1.3.3. Gallringsskador under olika årstider

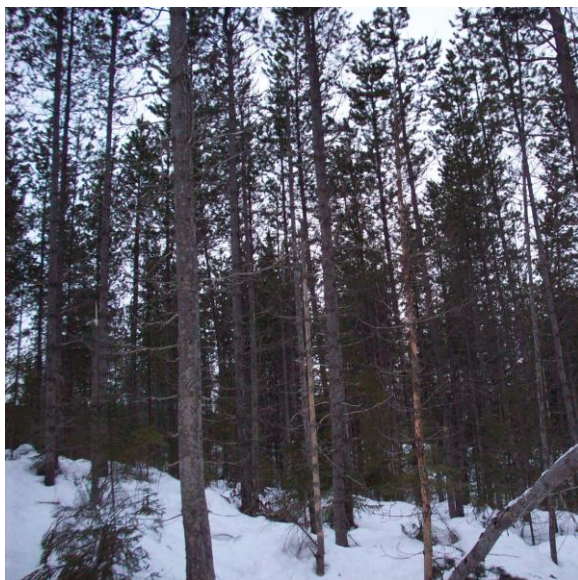
Wästerlund (1986) menar att barkens vidhäftningsförmåga vid stammen är årstidsberoende. I en undersökning av gran- och tallstammar konstaterades att vidhäftningsförmågan var högst på vintern och lägst under savningsperiod. Vidhäftningsförmågan var ungefär lika god för både tall och gran under savningsperioden, ca 20 N cm⁻², medan den under vintern skiljde sig mellan de båda trädslagen. Tallstammarnas bark uppvisade vintertid en vidhäftningsförmåga på ca 50-60 N cm⁻², medan granstammarnas bark uppvisade en vidhäftningsförmåga uppgående till 80 N cm⁻² under vintern. Bobik (2008) undersökte gallringar med avseende på skador och beståndsegenskaper hos SCA Skog AB, och visar ett samband mellan gallringar genomförda vintertid och lägre skadenivåer. I undersökningen ingick 100 bestånd, främst tallbestånd men även contorta-, gran- och blandbestånd.

1.4. Gallring av contorta

Contorta har i allmänhet liknande reaktion på gallring som tallen uppvisar (Elfving, 1991). Contorta kan ha problem med stabilitet (Martinsson 1985, Elfving 2001 m.fl.), vilket kan innebära problem med vindskador efter gallring. Persson (1995) undersökte gallring i contorta, och konstaterar att bestånd som gallrats och gödslats drabbas värst av vind- och snöskador. Dessutom visas i undersökningen att träd närmast stickväg (0-8 m) var mest utsatta för vind- och snöskador jämfört med träd placerade längre från stickväg (8-16,5 m). Contortatall lägger mest kraft på tillväxt och stor krona, medan tallen strävar mot stabilitet genom ett väl förankrat rotsystem (Elfving och Norgren, 1995). Detta gör contortan mer instabil. Efter gallring ökar risken generellt för vind- och snöskador (Valinger och Lundqvist, 1992). På grund av denna risk rekommenderar Elfving (1991) tidiga gallringar i contortabestånd, vid en övre höjd omkring 13 m och med ett uttag på 30-35 %.

I Kanada finns ingen större tradition av att gallra contorta (Gingras, 1999). Tillgången på slutavverkningsskog är god och landet täcks av stora arealer skogsmark. Behovet av fiberråvara till massaindustrin tillgodoses i stor utsträckning av restprodukter från

sågverksindustrin, vilket medför att massaved blir ett ”onödigt” sortiment. På grund av låg tillväxt i naturskogarna ($1-1,5 \text{ m}^3\text{sk/ha/år}$ i östra Kanada) och ett glest skogsbilvägnät blir dock gallringar alltmer intressant för att kunna nyttja virke i tillgängliga bestånd före slutavverkning och för att minska virkesförluster genom självgallring. De flesta bestånd är självföryngrade, och då skötsel genom röjning av dessa täta bestånd blir allt vanligare kan även gallring ses som en aktuell åtgärd. Utöver det faktum att gallringar är relativt ovanliga har Nordamerika en annan typ av contortabestånd. De svenska bestånden är nästan uteslutande planterade (med vissa undantag för sådd) med relativt glesa till normala förband. I Nordamerika är bestånden nästan uteslutande självföryngrade och stamtäta bestånd. Denna skillnad gör att förutsättningar för gallring skiljer sig åt mellan ursprungsländerna och Sverige. På grund av detta har Sveriges skogsnäring och SLU själva fått inhämta kunskap om hur gallring av contorta i Sverige bäst går till, bland annat genom gallrings- och förbandsförsök.



Figur 3. Gallrat contortabestånd utanför Kramfors, Ångermanland. Foto: författaren.

Figure 3. Thinned lodgepole pine stand located near Kramfors, Ångermanland.

2. Syfte

Studiens syfte var att undersöka gallrad contorta med avseende på mekaniska gallringsskador kopplade till gallringsårstid (figur 3), samt undersöka samband mellan skadeförkomst, skadetyper och skadestorlek och olika beståndsfaktorer.

Målsättningen var att utreda följande hypoteser:

- Att gallringsskador är vanligare vid gallring av contorta än vid gallring av svensk tall.
- Att gallringsskador i contorta är vanligare under savningsperiod än under vinterperiod (jämförs med tall gallrad under savning samt vintertid)

- Att den högre andelen gallringsskador i contorta beror på yvigare kronor, sämre sikt för maskinföraren samt att förstagallringar i contorta genomförs vid yngre beståndsålder än hos tall.
- Att skadetyp och/eller storlek varierar beroende på årstid.

3. Material och metoder

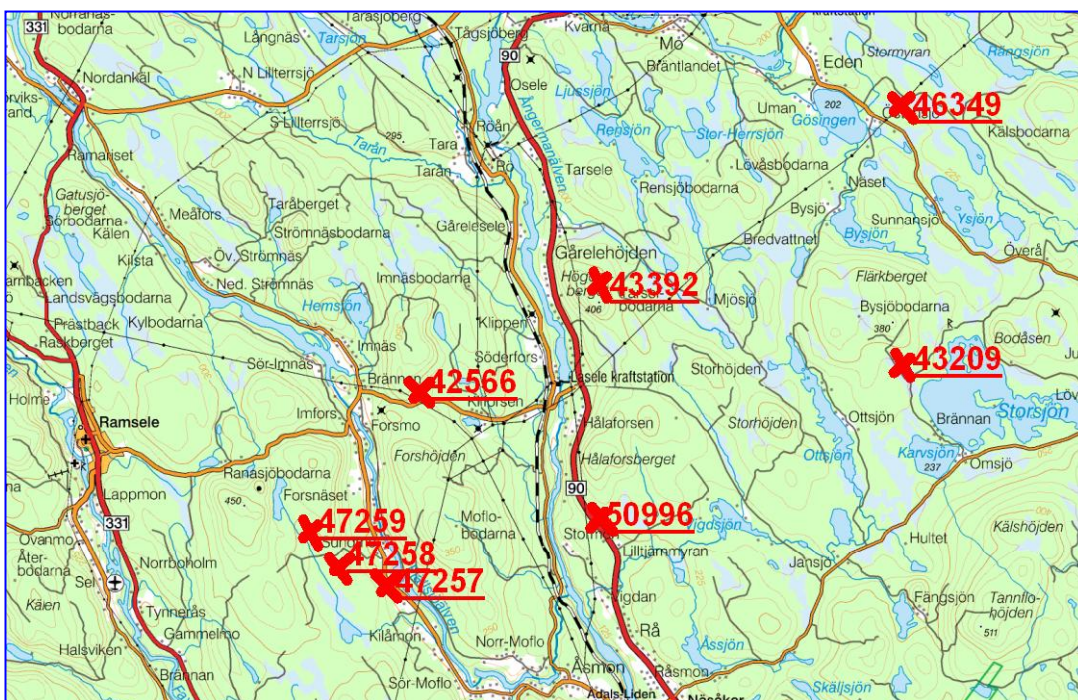
3.1. Beståndsval

Under fältarbetet inventerades 4 contortabestånd och 4 tallbestånd som gallrats under savningsperioden samt 4 contortabestånd och 4 tallbestånd gallrade under vinterperiod, totalt 16 bestånd (tabell 1). Savningsperiod definierades som gallringar påbörjade tidigast 15:e april fram till och med juni månad. Vinterperiod definieras som gallringar påbörjade tidigast 1:a oktober och senast 1:a februari samma säsong.

Tabell 1. Inventerade bestånd fördelade på trädslag, förvaltning och gallringstidpunkt. Contortaandel, ÖH samt areal från SCA:s traktbank, höjd från SCA: s trakt direktiv för gallring.

Table 1. Stands selected for inventory. Sorted by species, district and time of the year for first thinning. Data for proportion of lodgepole pine, dominant height and area come from SCA: s stands register, height from SCA: s thinning instructions for each stand.

Trädslag	Avläggsnr	Förvaltning	Gallringstid	% av huvudtsl	Övre höjd, m	Areal, ha	höjd traktdirektiv
Contorta							
1	42573	Medelpad	apr 2007	91%	10,58	25,4	?
2	43123		maj-juni 2007	97%	12,97	57,3	14-16
3	44489		juni 2007	95%	14,01	9,8	15
4	51522		apr-maj 2008	78%	12,49	23,3	16
5	45319A		okt 2007	94%	14,79	43,9	13-15
6	45319B		okt 2007	88%	13,81	29,4	13
7	46548		okt 2007	68%	11,84	16,7	13
8	47944		nov-dec 2007	84%	15,68	19,7	12-18
Tall							
1	42566	Ångermanland	apr 2007	95%	12,45	6,4	?
2	43209		maj 2007	98%	11,89	7,4	12
3	43392		maj-juni 2007	95%	11,79	29,0	13
4	50996		apr-maj 2008	68%	12,08	15,3	13
5	46349		okt 2007	100%	12,92	65,0	14-19
6	47257		okt 2007	100%	11,00	14,7	12-14
7	47258		okt 2007	89%	12,70	2,8	14
8	47259		okt-dec 2007	100%	11,00	85,4	11



Figur 5. Karta över beståndens placering. Inventerade tallbestånd, Ångermanlands SF.
Figure 5. Map showing the location of the Scots pine stands, in the Ångermanland district.

3.2. Datainsamling

5 provytor per bestånd lades slumpmässigt ut med hjälp av SCA:s program för detta, IPAKProvytor_9.2.mxd. Genom denna utläggning erhöles provytekoordinater, vilka matades in i dataklavens GPS för säker navigering fram till provytecentrum. Merle Härmäläinen samt Mike Bobik på SCA var behjälpliga med urval av bestånd samt provyteutläggning. Målet var att få 5 provytor per bestånd (totalt 4 bestånd per trädslag och årstid), vilket gav 20 provytor per trädslag och årstid, totalt 80 provytor.

Bestånden inventerades genom skattningar och mätningar på objektivet utlagda cirkelprovytor med en radie på 7,98 m (area 200 m²). Data som insamlades på provytan var beståndsdataskattningar i form av grundyta, övre höjd, totalvolym samt uttagsprocent. Grundyteskattning erhöles från dataklaven genom klavning av samtliga träds brösthöjdsdiameter på provytan. Trädslag registrerades för varje klavat träd, varvid dataklaven sedan räknade ut trädslagsfördelning per provyta och bestånd. Dataklaven var av märket Haglöf Digitech Professional med mjukvaran Estimate Pro, som SCA regelmässigt använder vid bland annat gallringsuppföljningar. Den version som använts under provyteinventeringen var anpassad för SCA:s behov (SCA version 1.0b) Mjukvaran använde sig av Ollas utbytesfunktion (Ollas, 1980), H25 (bilaga 1) samt höjddregression för att beräkna höjd samt Näslunds och Brandels volymfunktioner (Näslund & Hagberg, 1950; Brandel, 1990). Mjukvaran använde sig inte av någon särskild volymfunktion för contorta. Kero (2007) visar att skillnaden i skattad stamvolym för contorta är liten vid jämförelse mellan Näslunds (1950) och Brandels (1990) funktioner. Skattning av totalvolymen på provytan erhöles genom tidigare

nämnda klavning, medelhöjdsfattningar på två provträd samt höjdmätning av de två uppskattat grövsta träden på provytan. I vissa fall sammanföll dessa stammar med de två provträden. Uttagsprocent samt -volym skattades genom klavning av stubbdiameter för uttagna träd på provytan samt beräkning med dataklavens mjukvara. Genom uppgifterna om stubbdiameter och stubbarnas trädslag beräknade dataklaven också hur beståndet såg ut före gallring. Sambandet mellan stubbdiameter och beräknad brösthöjdsdiameter finns bland annat beskrivet av Ager et al. (1964). Gallringskvot beskrivs i Skogsencyklopedin (2000) som ”kvoten mellan medeldiametern på utgallrade träd och medeldiametern i beståndet före gallring. Gallringskvoten visar vilken gallringsform som använts, och hur beståndets medeldiameter (och därmed medelhöjd) förändras”. I denna studie har gallringskvoten beräknats som ett beståndsmedelvärde av dataklavens mjukvara.

Som provträd utsågs de två träd som befanns närmast provytecentrum av dominerande trädslag (contorta eller tall). För provträden skattades höjd, grönkrongräns (för beräkning av kronlängd), barktjocklek samt brösthöjdsålder. För att få ett mått på maskinförarnas sikt såsom påverkad av kvarsittande grenar mättes för provträdets grövsta gren under 2 m stamhöjd grendiameter vid stam samt grenlängd. Genom dessa mätningar kunde sedan beräkningar göras för att undersöka om kvarsittande grenar hade något samband med antal skador, skadestorlek samt trolig skadeorsak. Provträdet närmast provytecentrum borrades för att få en uppgift om genomsnittlig beståndsålder i brösthöjd genom att räkna årsringar på borrhärnan. På hela provytan antecknades antal skadade träd, antal skador, typ av skada, skadans storlek, skadans placering på trädet (höjd från rot), trolig skadeorsak (kranarbete, påfällning, körskada, upparbetning eller okänd), det skadade trädets avstånd till närmaste körstråk samt typ av körstråk (basväg, slingerstråk eller stickväg). Tre olika typer av maskinell påverkan på kvarstående träd har räknats som skador; barkfläkning, kvisturdrag som orsakat vedskador eller barkfläkning samt spjälkningsskada på kvarstående träd, exempelvis orsakad av stambrott eller påfällning. Alla synliga skador av tidigare nämnd typ har noterats. I SCA: s egen gallringsuppföljning noteras dock bara skador överstigande en yta av 15 cm² (Bobik, muntl. 2008). Som skada orsakad av kranarbete har räknats de skador som troligtvis orsakats av själva kranen, gripen eller aggregatet (både skördare och skotare). Som skada orsakad av upparbetning har räknats de skador som troligtvis orsakats av pågående upparbetning; att den stam som skördaren upparbetar har slagit eller gnidit mot kvarstående träd. Viktigt att notera är att värden för antal skadade träd och antal skador inte per automatik var desamma, eftersom ett träd kunde ha flera skador. De beståndsvärden som användes vid databearbetningen var i huvudsak beståndsmedelvärden från de olika provytorna.

Ett bestånd (45319B) var delvis ogallrat, och i den gallrade delen hade inte körning med slingerstråk mellan stickvägarna tillämpats. I detta bestånd inventerades tre provytor. I övrigt har spegling tillämpats vid de fall då provytan hamnat i en ogallrad del av beståndet.

Utöver ovanstående genomfördes även enklare intervjuer med maskinförare och/eller entreprenörer i syfte att få subjektiv information om gallring i contorta (bilaga 2).

3.3. Databearbetning

Data sammanställdes och beräknades med hjälp av de statistiska programmen Excel och SAS (SAS Institute Inc., 1987). Beräkningen användes för att få fram beståndsmedelvärden för de inventerade bestånden samt samband mellan olika faktorer som kunde påverka andelen skador, exempelvis träd- och beståndsegenskaper samt årstid. 5 % har använts genomgående som gräns för signifikanta skillnader ($p < 0,05$).

4. Resultat

4.1. Sammanställning av beståndsdata

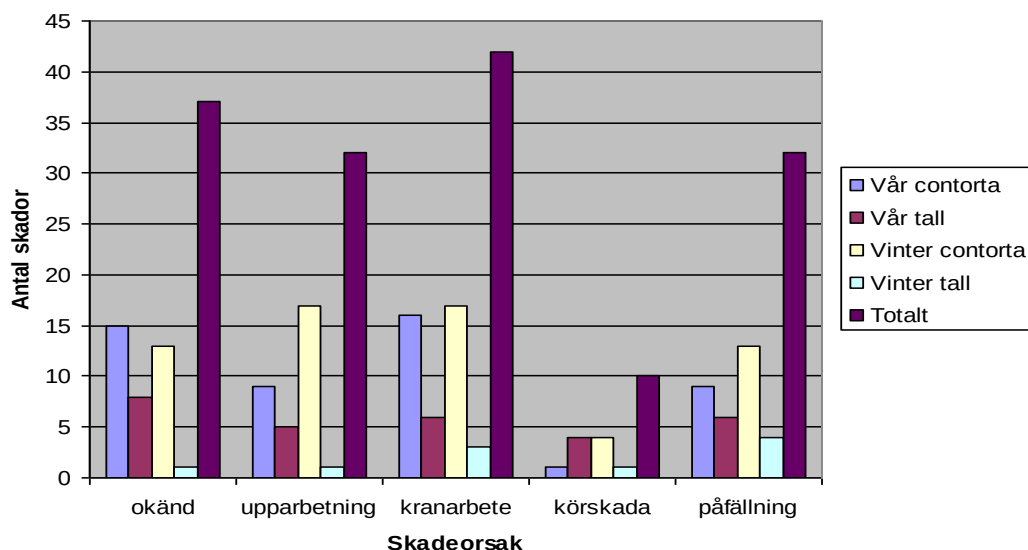
Alla beståndstyper hade blivit låggallrade, med gallringskvoter på i medeltal 0,78-0,85. Tallbestånden var genomgående äldre än contortabestånden, se tabell 2. Av beståndstyperna skiljde vintergallrad tall ut sig, med lägre virkesförråd före gallring. Uttaget i grundyta var jämnt mellan trädslagen gallrade under samma årstidsperiod (vår/vinter). De vårgallrade bestånden hade nästan 2 m²/ha högre uttag i grundyta jämfört med de vintergallrade. Gallringskvoten redovisad i tabell 2 är medelvärdet för de fyra bestånden i varje grupp. I respektive bestånd har gallringskvoten beräknats som beståndsmedelvärde. Den redovisade kvoten nedan är alltså ett medelvärde av fyra beståndsmedelvärden.

Tabell 2. Medelvärden för beståndsdata fördelat på de olika beståndstyperna, före och efter gallring
Table 2. Mean values of basic information for the different stand types, before and after thinning

		Vårgallring		Vintergallring	
		contorta	tall	contorta	tall
Inventerad areal, summa hektar		115,4	61,7	109	167,5
Brh-ålder, år		26	32	24	35
SIH (tall), m		28,8	27,7	30,6	25,2
M ³ sk/hektar	före	186	202,5	197,8	148,8
	efter	121,8	140,8	146	101,8
Medelstam, m ³ f	före	0,11	0,14	0,13	0,11
	efter	0,13	0,17	0,14	0,13
Grundyta, m ² /ha	före	25,8	26,4	26,9	20,5
	efter	16,6	17,7	19,7	13,7
	uttag	9,2	8,7	7,2	6,8
Stamantal, stammar/ha	före	1439	1351	1337	1139
	efter	822	734	909	692
	uttag	617	617	428	447
Uttag, % av grundyta		37	33	27	33
Uttag, % av stamantal		43	46	32	39
Gallringskvot		0,84	0,78	0,81	0,85

4.2. Maskinrelaterade skadeorsaker

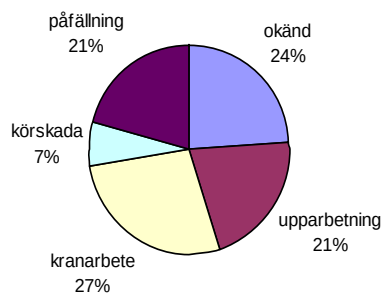
Totalt registrerades 153 skador, dock kunde flera skador registreras på samma träd vilket innebär att antalet skadade stammar är lägre. Flest antal skador bedömdes vara orsakade av kranarbete, därefter okänd orsak samt upparbetning och påfällning (figur 6).



Figur 6. Antal skador fördelat på trädslag, gallringsårstid och skadeorsak.

Figure 6. Number of damage sorted by tree species (Scots pine or Lodgepole pine), thinning season (spring or winter) and cause of damage.

Inget signifikant samband kunde påvisas för skadeplacering och skadeorsak i contortabestånd när jämförelsen gällde de beståndsmedelvärden som använts vid alla regressionsanalyser ($p = 0,5302$). Vid en djupare analys, då alla registrerade skador (114 st. i contortabestånden) analyserades för eventuella samband mellan skadeplacering och skadeorsak i contortabestånd hittades ett trestjärnigt signifikant positivt samband, $p = 1,61E^{-13}$ med ett r^2 -värde (förklaringsvärde) på 0,378.



Figur 7. Respektive skadeorsaks andel av alla registrerade skador.

Figure 7. All registered damage sorted by cause of damage.

4.3. Gallringsskador vid olika årstider

Störst andel skadade träd återfanns i vintergallrad contorta (medelvärde 19 %), därefter i vårgallrad contorta, i vårgallrad tall och minst i vintergallrad tall (tabell 3). Skadestorleken var störst i vårgallrad tall (genomsnitt 36 cm²), därefter vinter- och vårgallrad contorta samt sist vintergallrad tall. 77 % av alla registrerade skador i contortabestånden (114 st) är 15 cm² eller större. Motsvarande siffra för tall är 89 %.

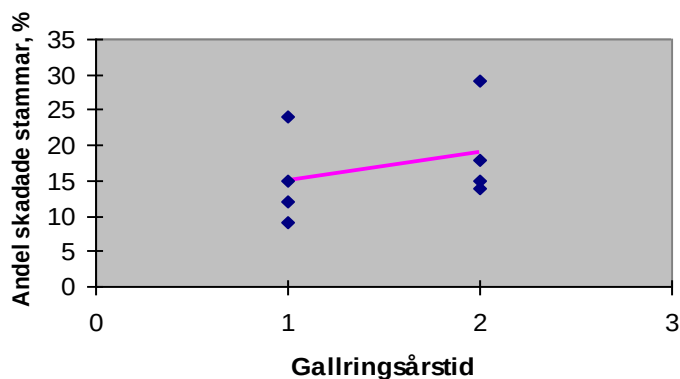
Tabell 3. Andelen skadade träd och skadornas storlek (beståndsmedelvärden). Värde inom parentes är storlek på minsta registrerade skada

Table 3. Mean values from inventoried stands. Within parenthesis are the sizes of the smallest registered damage

			Min	Max	Medel
Skadeandel %	Vårgallring	Contorta	9	24	15
		Tall	4	16	10
	Vintergallring	Contorta	14	29	19
		Tall	1	5	3
Skadestorlek cm ²	Vårgallring	Contorta	0 (5)	200	34
		Tall	0 (5)	530	36
	Vintergallring	Contorta	0 (2)	150	34
		Tall	0 (15)	85	17

Mer än 50 % av de gallringsskador som noterades i de vintergallrade contortabestånden bestod av upparbetningsskador, se figur 9. Inget signifikant samband kunde dock konstateras mellan gallringstidpunkt och dominerande skadeorsak för contorta ($p = 0,8005$). Inte heller kunde någon signifikant skillnad påvisas för dominerande skadeorsak beroende av gallringsårstid ($p = 0,3026$), vid en jämförelse mellan alla beståndstyper.

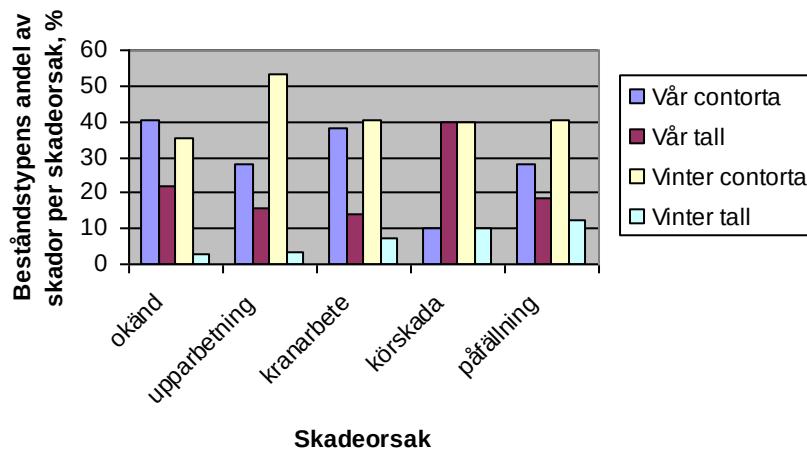
Contortabestånden visade en svag trend av högre skadeandel för gallringar genomförda vintertid, men skillnaden var inte signifikant ($p = 0,4298$, figur 8). Vid en jämförelse för tallbestånden mellan gallringsårstider blev $p = 0,0699$.



Figur 8. Skadeandel i contortabestånden beroende av gallringsårstid (1: vår, 2: vinter).

Figure 8. Proportion of damage in lodgepole pine stands depending on thinning season (1: spring, 2: winter).

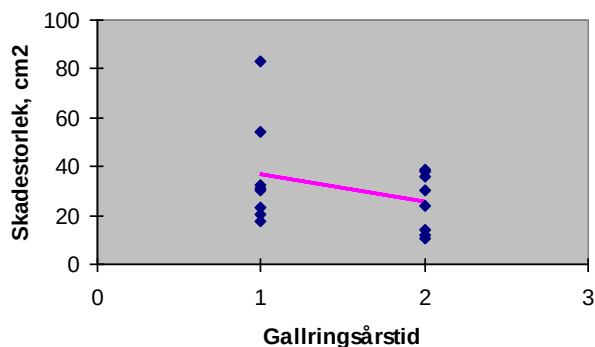
Figur 9 visar andelen för respektive beståndstyp (vår/vintergallrad tall/contorta) per skadeorsak. Exempelvis återfanns 53 % av alla upparbetningsskador i vintergallrad contorta, medan vårgallrad tall stod för 40 % av körskadorna.



Figur 9. Beståndstypens del av totala antalet skador per skadeorsak.

Figure 9. Damage sorted by tree species (Scots pine or lodgepole pine), thinning season (spring or winter) and percentage per cause of damage.

Inga signifikanta skillnader kunde påvisas för skadestorlek i contortabestånden beroende på gallringsårstid, $p = 0,9952$. För alla bestånd kunde en svag trend iakttas, men den var inte signifikant, $p = 0,2335$, figur 10.



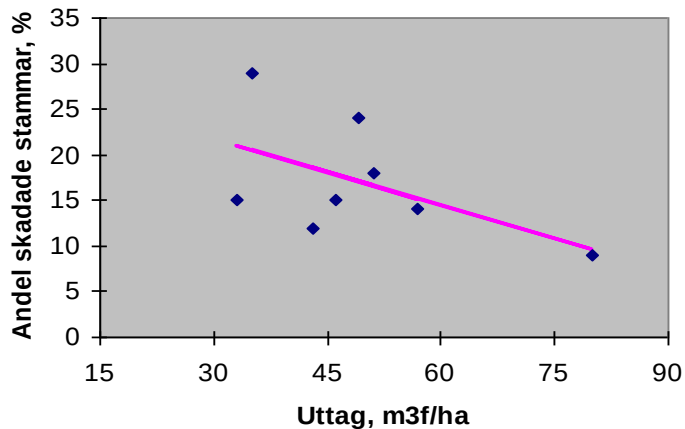
Figur 10. Alla bestånd. Skadestorlek per gallringsårstid, 1: vår, 2: vinter.

Figure 10. All stands. Size of damage depending on time of the year of thinning. 1: spring, 2: winter.

4.4. Skador beroende av genomförd gallring

4.4.1. Gallringsuttag

Ingen signifikant skillnad kunde påvisas för andel skadade träd i contortabestånd och variabeln uttag i grundyta ($p = 0,1655$). Inte heller påverkades skadeandelen i contorta signifikant av förändringar i variabeln uttag i % av stamantal ($p = 0,6769$). Inte heller skadeorsaken påverkades signifikant av uttagen volym i contortabestånden ($p = 0,8380$). För tallbestånden fanns flera signifikanta skillnader i skadeandel, bland annat för uttag i grundyta ($p = 0,0239$), uttag i % av stamantal ($p = 0,0034$) samt uttag av stamantal i stickväg ($p = 0,0112$). I contortabestånden kunde en svagt negativ trend påvisas gällande skadeandel och uttag i m3f/ha, men sambandet var inte signifikant ($p = 0,1607$), figur 11.



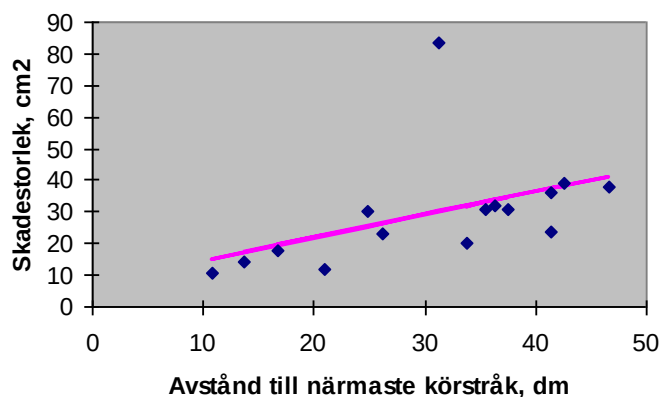
Figur 11. Skadeandel i contortabestånd beroende av uttag i m3f/ha.

Figure 11. Proportions of damaged stems in lodgepole pine stands depending on volume removed in thinning.

4.4.2. Avstånd till stickvägar

Inget signifikant samband kunde påvisas i contortabestånden för andelen skadade träd och avstånd till närmaste körstråk ($p = 0,607$), tabell 6.

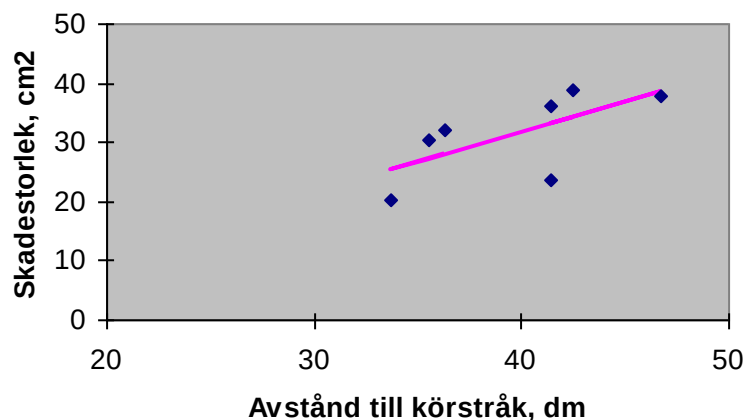
Ett signifikant samband kunde påvisas för skadestorleken i förhållande till avstånd till närmaste körstråk vid en jämförelse mellan alla bestånd ($p = 0,0464$), figur 12. Med alla bestånd menas vår- och vintergallrad contorta samt vår- och vintergallrad tall (16 st.).



Figur 12. Genomsnittlig skadestorlek i alla bestånd i förhållande till avstånd till närmaste körstråk, med regressionslinje.

Figure 12. Average size of damage in all stands depending on distance to nearest haulage road, with regression line.

I contortabestånden var skadorna generellt större ju längre från närmaste körstråk den skadade stammen var belägen, men ingen signifikant skillnad kunde påvisas ($p = 0,1097$), figur 13.



Figur 13. Genomsnittlig skadestorlek i contorta i förhållande till avstånd till närmaste körstråk med regressionslinje.

Figure 13. Average size of damage in lodgepole pine stands depending on distance to nearest haulage road with regression line.

4.5. Skador beroende av beståndsegenskaper före gallring

För contorta påvisades signifikanta samband framför allt för skadeplacering och ett antal beståndsfaktorer (tabell 4-6). Skadeandelen var signifikant högre i contortabestånden än i tallbestånden (tabell 3 och figur 14). Ingen annan beståndsvariabel påverkade skadeandelen i contortabestånden. Ett nästan signifikant samband ($p = 0,0906$) kunde påvisas för skadeandel i contortabestånd samt grenlängd (figur 16).

Tabell 4. Skadeandel, beroende av olika variabler, redovisade trädslagsvis. Fet stil markerar signifikanta samband

Table 4. Regression analysis for proportion of damages, sorted by species. Significant correlations are marked with extra bold type

Beroende variabel	Variabel	p-värde	r^2	t-värde	SE	medel
Andel skador	Trädslag	0,0038	0,4608	-3,46	0,15	11,8
Andel skador, contorta	M ³ f/ha före gallring	0,5922	0,0506	-0,57	0,0771	17,0
Andel skador, tall	M ³ f/ha före gallring	0,0587	0,4747	2,33	0,0470	6,625
Andel skador, contorta	Stam/ha före gallr.	0,9053	0,0026	0,12	0,0261	17,0
Andel skador, contorta	Grenlängd	0,0906	0,4034	-2,01	0,1817	17,0
Andel skador contorta	Grendiameter	0,1984	0,2583	-1,45	6,9895	17,0

Skattat medelvärde för skadeplacering hos contorta var 18 dm upp från rot. För tall var samma medelvärde 11 dm från rot, tabell 4. Starkast samband påvisades mellan skadeplacering i contortabestånd och grundyta före gallring, $p = 0,0004$ med en förklaringsgrad på 0,8932.

Tabell 5. Skadeplacering beroende av olika faktorer. Resultatet av regressions- samt variansanalys av olika variabler. Fet stil markerar signifikanta samband. C: contorta, T: tall

Table 5. Location of thinning damage depending on different variables. The result of statistical analysis of different variables. Significant correlations are marked with extra bold type. C: lodgepole pine, T: Scots pine

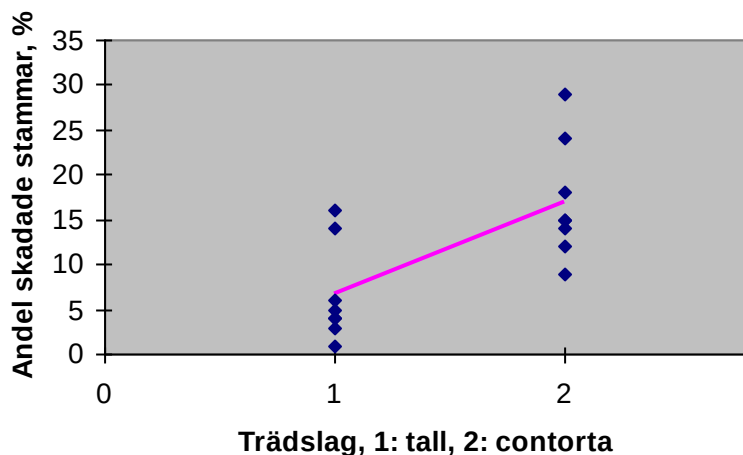
Variabel	p-värde	r^2	t-värde	SE
ÖH, C	0,0157	0,6494	-3,33	1,7768
ÖH, T	0,5399	0,0657	0,65	1,4885
Virkesförråd före gallring, m³f/ha C	0,0008	0,8658	-6,22	0,0196
Medelstam före gallring, m³f C	0,0057	0,7463	-4,2	41,9219
Gy före gallring, m²/ha C	0,0004	0,8932	-7,08	0,1303
Dg före gallring, cm C	0,0028	0,7971	-4,86	0,7305
Uttag i stickväg, gy m²/ha C	0,0496	0,5006	-2,45	0,9404
Uttag m³f/ha C	0,0483	0,5045	-2,47	0,0860
Uttag medelstam, m³f C	0,0165	0,6442	-3,30	41,0873
Skadeorsak C	0,3311	0,1570	1,06	3,3216
Trädslag	0,0082	0,40	-3,07	0,1138

Tabell 6. Resultat från korrelations- och regressionsanalyser. Signifikanta samband markeras med fetstil. C: contorta, T: tall

Table 6. Results from correlation and regression analyses. Significant correlations are marked with extra bold type. C: lodgepole pine, T: Scots pine

	<u>Korrelationsanalys</u>		<u>Regressionsanalys</u>	
	<u>Korrelations-</u> <u>faktor</u>	<u>p-</u> <u>värde</u>	<u>Koefficient</u>	<u>Konstant</u>
Skadeandel--gallringsårstid C	0,327	0,430	4	11
Skadeandel--gallringsårstid T	-0,668	0,070	-6,750	16,75
Skadeandel--trädslag	0,679	0,004	1,295	5,33
Skadeandel--grundyta före gallring C	0,688	0,627	-0,296	24,78
Skadeandel--m ³ f/ha före gallring C	-0,225	0,592	-0,044	24,13
Skadeandel--m ³ f/ha före gallring T	0,689	0,059	0,109	-9,83
Skadeandel--stam/ha före gallring C	0,051	0,905	0,003	12,50
Skadeandel--kronlängd C	-0,438	0,278	-3,739	49,67
Skadeandel--bark tjocklek C	-0,494	0,214	-11,429	29,57
Skadeandel--grendiameter C	-0,508	0,198	-10,104	37,70
Skadeandel--grenlängd C	-0,635	0,091	-0,366	53,52
Skadeandel--uttag m ³ f/ha C	-0,547	0,161	-0,242	28,94
Skadeandel--uttag % av grundyta C	-0,561	0,148	-0,638	37,18
Skadeandel--gallringskvot C	-0,484	0,224	-38,184	48,45
Skadeandel--gallringskvot T	-0,854	0,007	-47,089	45,00
Skadeandel--uttag % av stam/ha C	-0,176	0,677	-0,163	23,11
Skadeandel--uttag % av stam/ha T	0,886	0,003	0,646	-20,50
Skadeandel--uttag grundyta/ha C	-0,561	0,165	-1,674	30,70
Skadeandel--avstånd till körstråk C	0,216	0,607	0,330	3,88
Skadeandel--uttag i stickväg, gy C	-0,599	0,117	-2,893	26,11
Skadeandel--uttag i stickväg, stamantal C	-0,554	0,154	-0,060	26,93
Skadestorlek--stam/ha före gallring C	-0,645	0,084	-0,065	125,08
Skadestorlek--stam/ha före gallring T	0,050	0,907	0,005	21,27
Skadestorlek--gallringsårstid C	-0,003	0,995	-0,050	34,27
Skadestorlek--gallringsårstid T	-0,495	0,212	-22,000	60,70
Skadestorlek--m ³ f/ha före gallring C	-0,360	0,381	-0,111	52,30
Skadestorlek--avstånd till körstråk C	0,471	0,238	1,142	-11,18
Skadestorlek--avstånd till körstråk T	0,617	0,103	1,621	-9,169
Skadestorlek--typ av körstråk C	0,466	0,244	6,503	23,63
Skadeplacering--gy före gallring C	-0,945	0,000	-0,923	42,28
Skadeplacering--gy före gallring T	0,312	0,452	0,391	1,85
Skadeplacering--m³f/ha före gallring C	-0,710	0,001	-0,122	37,90
Skadeplacering--diam. före gallring C	-0,893	0,003	-3,547	72,75
Skadeplacering--diam. före gallring T	-0,463	0,248	-1,701	37,23
Skadeplacering--uttag m³f/ha C	-0,710	0,048	-0,213	28,47
Skadeplacering--uttag medelstam C	-0,803	0,016	-135,417	30,86
Skadeplacering--uttag i stickväg, gy C	-0,708	0,050	-2,306	25,26

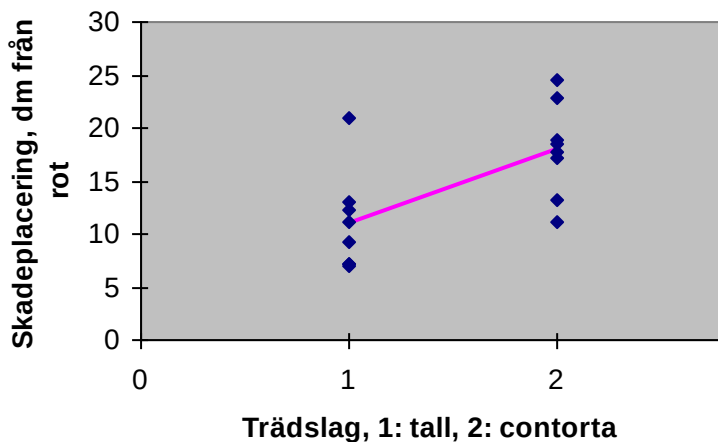
En signifikant skillnad mellan trädslagen kunde påvisas gällande skadeandel, $p = 0,0038$, figur 14. Förklaringsgraden, d.v.s. R^2 -värdet, var 0,460. En större spridning i skadeandel noterades för contortabestånden jämfört med tallbestånden.



Figur 14. Andel skadade stammar per trädslag.

Figure 14. Proportion of damaged trees per species, 1: Scots pine, 2: Lodgepole pine.

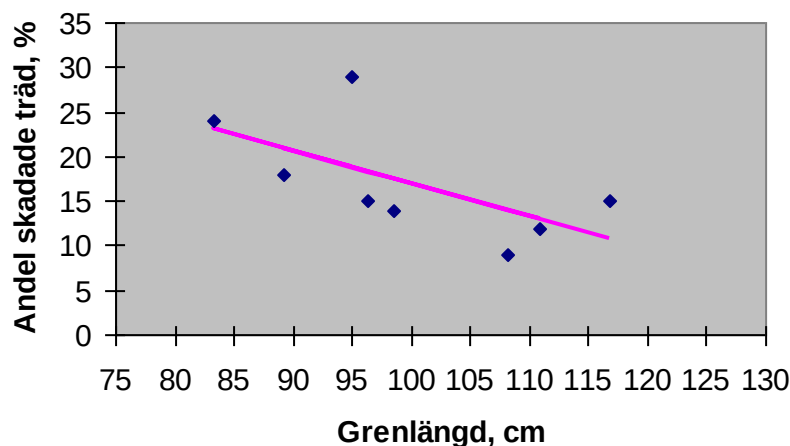
En tvåstjärnig signifikant skillnad kunde påvisas mellan contorta och tall beträffande genomsnittlig skadeplacering ($p = 0,0082$), fig. 15. Korrelationskoefficienten var -0,6349.



Figur 15. Genomsnittlig skadeplacering, dm från rot, beroende på trädslag.

Figure 15. Average placing of damage, dm from the root, depending on species. 1: Scots pine, 2: Lodgepole pine.

Ingen signifikant skillnad kunde påvisas ($p = 0,0906$) mellan andelen skadade träd och längd på grövsta gren inom 2 m från roten, men observationerna visar på en negativ trend (figur 16). Korrelationskoefficienten mellan variablerna var $-0,6351$.



Figur 16. Andel skadade träd i contortabestånden i förhållande till grenlängd på grövsta gren inom 2 m från roten.

Figure 16. Proportion of damaged trees in lodgepole pine stands depending on branch length.

4.6. Synpunkter från maskinförarna

De intervjuade maskinförarna uttryckte samstämmigt att det var svårt att generalisera kring contortans egenskaper vid gallring, då variationen inom och mellan bestånd var stor. En intervjuad skördarförare uttryckte att ”att köra i de finaste, mest finkvistiga contortabestånden är nästan lika bra om inte bättre än att gallra gran”. Andelen skador i contortabestånd varierade också stort beroende på beståndstyp. Maskinförarna angav att de oftast fick instruktioner som rekommenderade ett högre stamantal kvar efter gallring i contortabestånden jämfört med tallbestånd. Contortan betraktades generellt som ”risigare”, med längre, yvigare och segare kvistar. Dessa kvistar kunde orsaka släpskador vid avverkning (i detta arbete benämnt som upparbetningsskador).

Ett problem i contortabestånden som genererade skador vintertid var upplega. Då träden med stora mängder snö i kronorna fälldes försämrades sikten för maskinföraren väsentligt, och på grund av detta kan fler skador uppkomma. De intervjuade maskinförarna ansåg att skadefrekvensen i contortabestånd gallrade under savningsperioden var i nivå med skadefrekvensen i tall- och granbestånd under samma period. Ett problem som orsakade skador i sämre bestånd var krokiga stammar som beroende av sin krokighet snurrar på ett oförutsägbart sätt i skördaraggregatet vid upparbetning, och på grund av detta riskerar att skada kvarstående stammar. En annan synpunkt var att contortan lättare drabbas av brott vid avverkning och maskinhantering.

Den skadeorsak som maskinförarna ansåg orsakade flest skador var dålig sikt. Dålig sikt kunde vara ett resultat av flera faktorer, men den faktor som nämndes oftast var att contortabestånden hade ett högre stamantal/ha, både före och efter gallring.

5. Diskussion

5.1. Gallringens utförande

Alla bestånd har låggallrats, vilken är den vanligaste gallringsformen i Sverige (Bäcke, 1998). En rekommendation är att gallringsuttaget (av grundytan) inte ska överstiga 40 % i yngre bestånd, för äldre bestånd är gränsen 35 % (Bäcke, 1998). De undersökta bestånden kan klassas som yngre och understiger därmed den rekommenderade maximala nivån. I de undersökta bestånden var gallringskvoten i medelvärde 0,84 för vårgallrad contorta, 0,81 för vintergallrad contorta, 0,78 för vårgallrad tall samt 0,85 för vintergallrad tall, att jämföra med 0,82 i Bäckes (1998) gallringsundersökning. Skogsstyrelsen rekommenderar att maximalt 5 % av kvarstående träd får vara skadade efter gallring (Bäcke, 1998). Sirén hade i en undersökning (2000) en genomsnittlig skadenivå på 4,6 %, vilket nästan är i nivå med Bobik (2008) som visar på en genomsnittlig skadenivå på 5,8 %. Det är dock viktigt att notera att Bobik enbart registrerade skador som var 15 cm² stora eller större. I denna studie uppnås den rekommenderade gränsen om max 5 % skadade stammar enbart av gruppen vintergallrade tallbestånd (3 %). Särskilt vintergallrad contorta ligger långt över toleransgränsen, med medelvärdet 19 % skadade stammar och en skadeandel på 29 % i ett enskilt bestånd. Som tidigare nämnts är det viktigt att vid en jämförelse med tidigare resultat notera att alla skador oavsett storlek registrerats i denna studie. Detta är viktigt att komma ihåg främst vid jämförelse med SCA:s egna inventeringar, då enbart skador överstigande 15 cm² registreras (Bobik, muntl. 2008). I denna studie var 77 % av de registrerade skadorna 15 cm² eller större i contortabestånden, medan 89 % av skadorna i tallbestånden var 15 cm² eller större.

5.2. Frekvens av gallringsskador i contorta jämfört med tall

En av hypoteserna löd att contortan skulle vara mer skadedrabbad än tallen. Den hypotesen kan sägas vara bevisad då andelen träd med gallringsskador var klart högre i contorta än i tall ($p = 0,0038$). Enligt maskinförarna fanns en marginellt högre skadeandel i contortabestånd, men de framhöll att skadefrekvensen var starkt beroende av beståndsegenskaper.

5.3. Frekvens av gallringsskador under savningsperiod jämfört med vintertid

Inget signifikant samband kunde påvisas mellan andel gallringsskador och gallringsårstid, varken för contorta eller för tall. Under inventeringen registrerades dock betydligt fler skador i vintergallrad contorta jämfört med vintergallrad tall. Vintergallrad contorta hade i medeltal 19 % skadade stammar, vårgallrad contorta i medeltal 15 %, vårgallrad tall i medeltal 10 % och vintergallrad tall i medeltal 3 % skadade stammar.

Enligt tidigare experimentella studier är tall och gran mer skadekänsliga på våren (Wästerlund, 1986). En av hypoteserna i arbetet var att detta kunde appliceras även på contorta. Åtminstone i denna studie visades dock att vintergallrad contorta fick fler skador än

den vårgallrade. Det fanns heller inget signifikant samband mellan skadestorlek och årstid, vilket förvånade något med hänsyn till Wästerlunds (1986) studie om barkens vidhäftningsförmåga. Enligt resultaten i den studien kan man dra slutsatsen att skador borde tendera att bli större under savningsperioden, då vidhäftningsförmågan är lägre. I och med att contortans bark mer liknar granens än tallens blir resultatet med större andel skador vintertid än mer förvånande, i och med att Wästerlund (1986) konstaterar att granens vidhäftningsförmåga vintertid är 4 gånger högre än under savningsperioden. Inte heller maskinförarna menade att problemen med gallringsskador var större i contortabestånden än i tall eller gran under savningsperioden. I detta fall verkar det som om någon annan faktor reglerar skadeandelen tydligare än just barkens vidhäftningsförmåga. Några av orsakerna till fler skador vintertid kan bland annat vara dålig sikt, en faktor som maskinförarna framhöll som kraftigt skadeorsakande. Den dåliga sikten vintertid beror till stor del på upplega i kronorna. Då contortan generellt har kraftigare och större kronor än den svenska tallen (Martinsson, 1985; Anon, 1992) ”binder” kronan mer snö som vid fällning av trädet faller ur kronan och förblindar skördarföraren ett ögonblick tills all snö lagt sig. Då alternativet att vänta tills all snö lagt sig blir kännbart för produktionen upparbetas ofta stammen innan sikten blivit helt klar vilket underlättar uppkomsten av påfällnings- och upparbetningsskador.

5.4. Orsaker till högre skadefrekvens i contorta jämfört med tall

Maskinförarna påpekade att en starkt påverkande orsak till en eventuellt högre skadeandel i contorta jämfört med tall var att man framförde maskinerna i ett ofta tätare bestånd vid gallring av contorta. Detta försämrade både sikt och möjlighet att förflytta maskin eller trädstammar under upparbetning utan att vidröra kvarstående stammar.

5.4.1. Gallringsrelaterade orsaker

I contortabestånden kunde en svagt negativ trend påvisas gällande skadeandel och uttag i m^3f/ha , men sambandet var inte signifikant. Ju högre gallringsuttag, desto lägre skadeandel vilket ter sig logiskt då det i realiteten blir färre stammar kvar att skada, och färre stammar kvar i vägen för maskinförarna. Observationerna från inventeringen visade att flest skador fanns i contortabestånd gallrade under vinterperioden, och denna grupp av bestånd hade också väsentligt lägre uttag både i andel av stamantal och i andel av grundyta. Signifikanta samband mellan skadeandel och uttag vid gallring kunde dock enbart påvisas för tall, inte för contorta. För tallbestånden kunde signifikanta samband påvisas mellan skadeandel och gallringskvot, uttag i grundyta och uttag i procent av stamantalet. Detta resultat bekräftar Bobiks (2008) studie där antalet skadade stammar var negativt korrelerade med beståndets förband efter gallring.

Inte heller skadestorleken påverkades av uttaget, varken för contorta eller för tallbestånd. Starka samband fanns mellan skadeplacering och uttag i m^3f/ha samt uttagen medelstam för contorta, ej för tall.

I denna studie var andelen körskador låg, 7 % av alla skador bestod av körskador. Kranarbete stod för den största andelen av alla skador (27 %) till skillnad från Sirén (1999) som visar på

påfällningsskador som dominerande skadegrupp, med 65 % av alla skador. Påfällning stod i detta arbete för 21 % av alla skador. I vintergallrad contorta fanns ett större antal skador orsakade av upparbetning och påfällning jämfört med de andra beståndstyperna. Detta kan bero på dålig sikt orsakad av upplega i trädskronorna, något som beskrivs och diskuteras under rubriken 5.2.

5.4.2. Beståndsrelaterade orsaker

Skadeandelen i contortabestånd hade signifikant samband med trädslag, vilket tidigare nämnts. Skadeorsaken (hur maskinen orsakat skadan) hade inget signifikant samband med någon av beståndsvariablerna. Det fanns alltså inga beståndsegenskaper som kunde säga vilken skadeorsak som skulle bli vanligast förekommande. Det fanns heller inget signifikant samband mellan skadeandel och virkesförrådet före gallring, vilket maskinförarna antydde. Inte heller fanns en klar koppling mellan skadeandel och stamantal före gallring. Ett nästan signifikant samband återfanns för virkesförråd före gallring och skadeandel för tallbestånden. Detta är i linje med Wallentins (2007) resultat, som visar på högre risk för skador i stamtäta bestånd med hög grundyta före gallring.

Grenlängd och grendiameter skulle i detta arbete representera dålig sikt för maskinförarna. Det visade sig att inget signifikant samband återfanns mellan dessa variabler och antal skador eller skadestorlek. Emellertid fanns ett nästan signifikant samband fanns för grenlängd och skadeandel i contorta, men korrelationen var negativ istället för positiv som förväntat. Det innebär att ju längre den grövsta grenen inom 2 meter från roten är, desto lägre blir skadeandelen. Här är en reservation på sin plats, eftersom avbrutna grenar kan ha påverkat resultatet. En avbruten gren kan tyda på att maskin eller en fälld stam varit i kontakt med trädet, vilket då kan spegla sig i statistiken som att träd med korta grenar får fler skador.

Inget samband mellan barktjocklek och skadeandel kunde påvisas i contortabestånden, i motsats till Bobiks (2008) resultat.

5.5. Skadeplacering och skadestorlek

Skadans placering har ett nästan signifikant samband med trädslag, med skador placerade högre upp på stammarna i contorta än i svensk tall. Contorta hade i genomsnitt en högre skadeplacering än tallen, 18 dm upp från rot jämfört med 11 dm upp från rot. Sirén (1999) visar på genomsnittlig skadeplacering på 27,5 dm upp från rothals. Det fanns flera klara signifikanta samband mellan skadeplacering och olika beståndsvariabler i contortabestånd, bland annat m^3f/ha före gallring, övre höjd, grundyta före gallring, medelstam samt diameter före gallring. En intuitiv förklaring till denna skillnad i skadeplacering mellan trädslagen är att dominerande skadeorsak skiljer sig åt mellan trädslagen och att det finns ett samband mellan skadeorsak och skadeplacering. Tyvärr återfanns inget sådant samband i denna undersökning, även om man rent logiskt kunde se att exempelvis körsador var lägre placerade än påfällningsskador. När man summerade de registrerade skadorna i contortabestånden visade det sig att 71 % av alla skador i contorta tillhörde skadeorsaker som intuitivt var placerade medelhögt till högt upp på stammen (upparbetning, kranarbete och påfällning). Samma summering för tallbestånden ger att 64 % av alla tallskador tillhör samma orsaksgrupp. I tallbestånden registrerades procentuellt fler körsador (13 % av alla tallskador) än i contortabestånden (4 % av alla contortaskador), men även fler påfällningsskador (26 %). Detta var motsägelsefullt, eftersom körsador intuitivt var lägre placerade och påfällningsskador var placerade högre upp på stammen. Med ett högre antal mätvärden kanske detta resultat sett annorlunda ut, och kanske hade det också gått att påvisa samband mellan skadeorsak och skadeplacering.

Det fanns inget signifikant samband mellan skadestorlek och årstid, vilket förvånade något med hänsyn till Wästerlunds (1986) studie om barkens vidhäftningsförmåga. Sirén (1999) visar på större skador i bestånd gallrade under savningsperioden. Sirén (1999) presenterar en genomsnittlig skadestorlek på 39 cm^2 i bestånd gallrade vintertid medan bestånd gallrade under savningsperioden uppvisar en genomsnittlig skadestorlek på 78 cm^2 . Bestånden gallrade och undersökta i Siréns (1999) rapport var grandominerade. I denna undersökning blev motsvarande genomsnittliga skadestorlek för contortabestånden 34 cm^2 både för gallringar genomförda under savningsperiod och för gallringar genomförda under vintertid. För tall skiljde sig resultaten åt, där blev den genomsnittliga skadestorleken i bestånd gallrade under savningsperioden 36 cm^2 och 17 cm^2 för bestånd gallrade under vintertid.

Sammanfattningsvis kan konstateras att skadeandelen kan ha större betydelse än var skadan är placerad, men eftersom skillnader mellan contorta och tall söktes fick även skadeplacering vara med. Dessutom har skadeplacering en betydelse för aptering av stammen, och hur stor påverkan blir. Skadan kan resultera i missfärgning av veden eller fungera som en inkörsport för svampar och skadegörare (Vasiliaskas, 2001). Om skadan är placerad på rotstocken blir värdeförlusten stor.

5.6. Slutsatser

Slutsatser att dra från detta arbete är att:

- skadeandelen i contorta var högre än i tall
- fler skador registrerades i vintergallrad contorta än i vårgallrad, men inget signifikant samband fanns. För tall registrerades fler skador i vårgallrade bestånd, och ett nästan signifikant samband kunde påvisas.
- ingen skadeorsak kunde påvisas som signifikant dominerande i contortabestånd
- skadeplacering var signifikant högre hos contorta än hos tall (18 dm istället för 11 dm i medel)
- skador hos contorta var lägre placerade ju högre virkesförrådet var före gallring
- hos contorta kunde inget samband mellan andel skadade stammar och barktjocklek påvisas

Studien styrker hypotesen att gallringsskador är vanligare vid gallring av contorta än vid gallring av svensk tall. Däremot har inte hypotesen om mer gallringsskador på contorta vid gallring under savning än under vintern verifierats. För tall kunde hypotesen bevisas med ett nästan signifikant samband mellan andel skadade träd och gallringsperiod. Hypotesen om att en eventuellt högre andel skadade träd i contorta beror på sämre sikt för maskinförare kunde inte styrkas. Inga samband kunde påvisas för skadeandelen i contorta och beståndsegenskaper före gallring, exempelvis m^3f/ha , stamantal/ha eller grundyta/ha. Hypotesen om att skadetyp varierar beroende på gallringsperiod i contortabestånd verifierades inte av denna studie. Däremot kan konstateras att skadorna är placerade klart högre upp på stammen i contortabestånd än i tallbestånd.

Baserat på resultaten från denna studie kan det ur skadesynpunkt vara bättre att gallra contorta under sommar eller ej snöförande tid på året. Eftersom contorta lämpligen ska planteras på grovkorniga jordar är förhoppningen att dessa marker kan ha tillräcklig bärighet för sommargallringar. På det viset utjämnas också sysselsättning för maskinerna och virkesflödet, eftersom marker med god bärighet möjligen att avverka eller gallra under sommartid ofta är en bristvara medan vinterposterna som kräver tjälad mark är desto fler.

Referenser

Skriftliga referenser

- Ager, B. H:son, Nilsson, N-E., och Segebaden, G. v., 1964. Beskrivning av vissa skogstekniskt betydelsefulla bestånds- och trädegenskaper samt terrängförhållanden. Skogshögskolan, Stockholm. Studia forestalia Suecica. Nr 20.
- Andersson, E., 1987a. Pinus contorta – hållfasthet. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. f virkeslära, Uppsala. Rapport 185.
- Andersson, E., 1987b. Pinus contorta som sågråvara – Träd- och vedegenskaper, sågbarhet, impregnerbarhet och hållfasthet. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. f virkeslära, Uppsala. Rapport 187.
- Anon., 1992. Contortatallen i Sverige - en lägesrapport. Skogstyrelsens contortautredning (Red. G von Segebaden). Jönköping, Skogstyrelsens förlag.
- Brandel, G., 1990. Volymfunktioner för enskilda träd. Tall, gran och björk. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. f skogsproduktion, Rapport 26, 72 s., Garpenberg.
- Bobik, M., 2008. Damages to residual stands in commercial thinning. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. f sydsvensk skogsvetenskap, Alnarp. Masteruppsats 127.
- Bäcke, J., 1998. Gallringsundersökning 1997. Skogstyrelsen, Jönköping. Meddelande 8 – 1998.
- Elfving, B., 1991. Gallring av contortatall. Skrivelse 1991-12-13 för contortautredningen. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. f skogsskötsel, Umeå.
- Elfving, B. och Norgren, O., 1993. Contortatallens produktion – Data från 1990-91 års inventering. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. f skogsskötsel, Umeå. Arbetsrapport 71.
- Elfving, B. och Norgren, O., 1995. Tall eller contorta – valet mellan stabilitet och tillväxt avgör. Sveriges Lantbruksuniversitet, Fakta Skog nr 15, 1995.
- Elfving, B., Ericsson, T. och Rosvall, O., 2001. The introduction of lodgepole pine for wood production in Sweden – a review. Forest Ecology and Management, 141, 15-29.
- Gingras, J. F., 1999. Thinning in Canada, a new reality. The Thinning Wood Chain: Proceedings of An IUFRO Conference on Harvesting and Economics of Thinnings, 4-7: e maj, 1999, Ennis, Irland.
- Hagner, S., och Fahlroth, S., 1974. Om contortatallen och dess odlingsförutsättningar i Norrland. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift, 4, 477-528.

- Hagner, S., 1983a. *Pinus contorta*: Sweden's third conifer. *Forest Ecology and Management*. Nr 6 (1983).
- Hagner, S., 1983b. Contortatallen i SCA:s skogsbruk. I: *Framtidsskogen – Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift* 1983, nr 4-5. Sveriges Skogsvårdsförbunds jubileumsexkursion "100 år i skogen", Bispgården och Liden, 25:e augusti 1983. Sid. 65-74. Djursholm, Sveriges Skogsvårdsförbund.
- Hagner, S., 1990. The lodgepole pine in Sweden. Introduction of a tree into a new environment. The Leslie L. Schaffer Lectureship in Forest Science, series 8, University of British Columbia, Vancouver, Canada.
- Hallsby, G., 2007. *Nya tiders skog*. Stockholm, LRF Skogsägarna.
- Harstela, P., 1996. *Forest Work Science and Technology, Part II*. *Silva Carelica* 31.
- Hildingsson, F., 2007. Bräckage i contortaved – mängd och orsaker. SLU, Skogsmästarskolan Skinnkatteberg. Examensarbete. Nr. 5.
- Håkansson, M., (red.) (2000). *Skogsenencyklopedin*. Stockholm, Sveriges Skogsvårdsförbund.
- Karlman, M., Hansson, P. och Witzell, J., 1994. *Scleroderris* canker on lodgepole pine introduced in northern Sweden. *Canadian Journal of Forest Research*, 24, 1948-1959.
- Karlman, M., 2001. Risks associated with the introduction of *Pinus contorta* in northern Sweden with respect to pathogens. *Forest Ecology and Management*, 141, 97-105.
- Kero, I., 2007. Utbyte av massaved och biobränsle i några typbestånd av contorta. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. f skogens ekologi och skötsel, Umeå. Examensarbete 2007:13.
- Koch, P., 1996. *Lodgepole Pine in North America*. Volym 1. Madison, Wisconsin: Forest Products Society.
- Lindelöw, Å. och Björkman, C., 2001. Insects on lodgepole pine in Sweden – current knowledge and potential risks. *Forest Ecology and Management*, 141, 107-116.
- Martinsson, O., 1982. Contortan – en snabbväxande nykomling. Sveriges Lantbruksuniversitet, Skogsfakta nr 2.
- Martinsson, O., 1985. Markberedningens inflytande på överlevnad, tillväxt och rot/skott-relation i föryngringar av tall, gran och contorta. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. f skogsskötsel, Umeå. Rapport 15.
- Nellbeck, R., 1985. Contortatallen i Sverige – odlingserfarenheter från praktiskt skogsbruk. Föredrag vid contortaseminarium i Honne, Norge april 1985.

- Norgren, O. och Elfving, B., 1994. Needle size and nitrogen concentration of *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 9 (2), 165-169.
- Näslund, M. och Hagberg, E., 1950. Skogsforskningsinstitutets större tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i södra Sverige. Statens Skogsforskningsinstitut, Experimentalfältet, 200 s., Stockholm.
- Ollas, R., 1980. "Nya utbytesfunktioner för träd och bestånd", *Ekonomi* nr. 5. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Stockholm.
- Persson, C., 2008. Tillväxt och potentiell sågtimmerkvalitet i gallringsmogna jämförelseplanteringar med *Pinus contorta* och *P. sylvestris*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. f skogens ekologi och skötsel, Umeå. Examensarbete 2008:11.
- Persson, S., 1995. Gallring i contorta. Tillväxt, kvalitet och stabilitet i 3 olika bestånd 4 år efter gallring. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. f skogsskötsel, Umeå. Examensarbete 1995:10.
- SAS Institute Inc. 1987 *SAS/STAT™ Guide for Personal Computers*, Version 6 Edition. Cary, NCSAS Institute Inc., 1028 pp.
- Sirén, M., 2000. Silvicultural Result of One-Grip Harvester Operation. *International Journal of Forest Engineering*, volym 11, nr 2, 7-14.
- Sirén, M. 1999. One-Grip harvester operations, silvicultural results and possibilities to predict tree damage. *The Thinning Wood Chain: Proceedings of an IUFRO Conference on Harvesting and Economics of Thinnings*, 4-7: e maj, 1999, Ennis, Irland.
- Skogsstyrelsen, 1989. Skogsstatistisk årsbok 1989. Jönköping, Skogsstyrelsens förlag.
- Skogsstyrelsen, 2003. Skogsvårdslagen – handbok. Jönköping, Skogsstyrelsens förlag.
- Skogsstyrelsen, 2008. Skogsstatistisk årsbok 2008. Jönköping, Skogsstyrelsens förlag.
- Valinger, E. och Lundqvist L., 1992. The influence of thinning and nitrogen fertilisation on the frequency of snow and wind induced stand damage in forests. *Scottish Forestry* 46, 311-320.
- Vasiliauskas, R., 2001. Damage to residual trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forests: a literature review. *Forestry*, 74 (4), 319-336.
- Wallentin, C., 2007. *Thinning of Norway spruce*. Doktorsavhandling. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. f sydsvensk skogsvetenskap, Alnarp. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* vol. 2007:29.
- Wästerlund, I., 1986. The strength of bark on Scots pine and Norway spruce trees. Sveriges Lantbruksuniversitet, Inst. f skogsteknik, Garpenberg. Rapport 167.

Elektroniska dokument

SCA Skog AB. Hemsida. [online](2006-03-20) Tillgänglig:
<http://www.forestproducts.sca.com/modules/pdf/presentations/skog/05/InternetSkog05sv.pdf>
[2008-11-21]

Sveriges Lantbruksuniversitet. Granens hemsida. [online](2006-01-10) Tillgänglig:
http://www-gran.slu.se/Webbok/PDFdokument/Littstudie_gallrskad.pdf
[2008-11-21]

Muntliga referenser

Andersson, Magnus. Skogsvårdschef SCA Skog AB, Sundsvall. Personligt meddelande maj 2008.

Bobik, Michal. Projektanställd ansvarig för gallringsuppföljning, SCA Skog AB, Sundsvall. Personligt meddelande juni 2008.

BILAGOR

Bilaga 1. Höjdfunktion H25

Nedanstående förklaring av H25 är hämtad ur Haglöf Sweden AB:s användarmanual för mjukvaran Estimate Pro till dataklaven Digitech Professional. Dataklaven med denna typ av mjukvara, anpassad för SCA:s bruk (SCA version 1.0b) användes under fältarbetet till denna studie.

$K_1 - K_4$ representerar konstanter.

”Funktionen är av två typer, en för gran och en för övriga trädslag. Funktionen använder utjämnad höjdkurva genom diameter i brösthöjd och total höjd. Detta räknas för varje provträd. Sedan räknas ett medelvärde ut för trädslaget. H_{25} = H25 höjdkurva. $H_{25}Hojd$ = trädhöjd uträknad från H25-kurvan.

$$H_{25} = \frac{(K_1 + K_2 * \log(Dbh))}{(K_3 * \log(Dbh) - K_4)}$$

$$H_{25}Hojd = (K_1 - K_2 * \log(Dbh) - K_4 * H_{25} + K_3 * H_{25} * \log(Dbh))”$$

Bilaga 2. Intervjufrågor maskinförare

Bakgrund och erfarenhet

1. Hur stor erfarenhet har ni av att gallra contorta?
2. När gallrade ni senast contorta?
3. Har ni erfarenhet av att gallra contorta vid olika årstider?
4. Roterar förarna på maskintyperna, kör de både skördare och skotare?

Gallring

1. Upplever ni skillnader mellan gallring i contorta och gallring i tall och gran? Om ja, beskriv skillnaderna exempelvis för produktion, skador, svårighetsgrad o.s.v.
2. Upplever ni att skadeandelen skiljer sig mellan contortagallringar och tallgallringar? Om ja, beskriv hur.
3. Om ni upplever att skadefrekvensen är högre i contortabestånd efter gallring, vilka är de främsta orsakerna enligt dig?
4. Vilka beståndsegenskaper är enligt er erfarenhet genomgående för bestånd med hög andel gallringsskador, oavsett trädslag?
5. Har ni upplevt skillnad i dominerande skadetyper mellan contortagallringar och tallgallringar? Om ja, beskriv skillnaden.
6. Upplever ni skillnader i skadefrekvens mellan gallring i tall och contorta vid olika årstider? Om ja, beskriv skillnaderna.
7. Vilka är de största problemen vid gallring i contortabestånd? Exempel kan vara tekniska problem (kvistning), skadenivå, planering, sortering etc.

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2008:24 Författare: David Elm
Dikesrensning och skyddsdikning – en fältstudie och utredning av behov i södra Sverige
- 2008:25 Författare: Ida Dahl
The effects of forest clear-cutting on stream water DOC.
- 2008:26 Författare: Anders Bergman
Betydelsen av kolkälla och mikrobiell fysiologisk status för temperaturresponsen (Q_{10}) vid nedbrytning av organiskt material
- 2008:27 Författare: Helena Gustafsson
The effect of moisture, litter and stand age on N fixation in the feathermoss, *Pleurozium schreberi*
- 2008:28 Författare: Pablo Martin Ortega
Water availability controls nitrogen fixation in the feather moss *Pleurozium schreberi*
- 2008:29 Författare: Hanna Triumf
Landskapsplanering och konnektivitetsförbättringar inom värdetrakter i Västerbottens län
- 2008:30 Författare: Pablo Garrido Rodriguez
Local vegetation history of Norwegian spruce (*Picea abies* L.) in central Scandes (Sweden) since the mid-Holocene
- 2008:31 Författare: Emma Perés
Stabilitet, rot- och stamgenskaper efter plantering med Starpot 50 i jämförelse med Hiko 50 och sådd – Resultat efter 6 - 12 år för tall och contorta i Härjedalen
- 2008:32 Författare: Pernilla Bärlund
Återväxt av blåbär (*Vaccinium myrtillus* L.) efter ångbehandling – orsaker till effektiv kontroll
- 2008:33 Författare: Staffan Ludewig
Gallringsprioritering av contortabestånd
- 2008:34 Författare: Helena Nord
Water infiltration under different land use in miombo woodlands outside Morogoro, Tanzania
- 2008:35 Författare: Daniel Yring
Plantantal och planthöjd i SCA's contortasådder i Västerbotten inom åldersintervallet 1 till 6 år efter sådd
- 2008:36 Författare: Mattias Björkman Westin
Frigörelse av kvicksilver och metylkvicksilver till bäckvatten under olika perioder efter skogsavverkning
- 2009:1 Författare: Marianne Karlsson
Influence of light competition on vitality in old aspen
- 2009:2 Författare: Frida Carlstedt
Kan risken för spontan contortaföryngring elimineras genom hyggesbränning?
- 2009:3 Författare: Emma Kassfeldt
Susceptibility of hybrid aspen (*Populus tremula x tremuloides*) to pine twisting rust (*Melampsora pinitorqua*)

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på www.seksko.slu.se