



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2012:17

Utvärdering av markberedning och plantering på SCA:s mark i Norrland 1998-2001 Föryngringsresultat efter 10 år

*Evaluation of soil scarification and planting on SCA's forest land in
northern Sweden 1998-2001
Regeneration results after 10 years*

Erik Söderbäck



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2012:17

Utvärdering av markberedning och plantering på SCA:s mark i Norrland 1998-2001 Föryngringsresultat efter 10 år

*Evaluation of soil scarification and planting on SCA's forest land in
northern Sweden 1998-2001
Regeneration results after 10 years*

Erik Söderbäck

Nyckelord / *Keywords:*

Högläggning, harvning, planteringspunkt, vitalitet, tillväxt, tall, gran, contorta/
Mounding, disc trenching, planting spot, vitality, growth, Scots pine, Norway spruce, Lodgepole pine

ISSN 1654-1898

Umeå 2012

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*
Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*
Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*
Examensarbete i skogshushållning / *Master degree thesis in Forest Management*
EX0706, 30 hp, avancerad nivå/ *advanced level A2E*

Handledare / *Supervisor:* Göran Hallsby
SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*
Extern handledare / *External supervisor:* Mats-Åke Lantz, SCA Skog
Examinator / *Examiner:* Urban Bergsten
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.

1 Förord

Detta examensarbete omfattande 30 högskolepoäng på avancerad nivå har skrivits vid institutionen för skogens ekologi och skötsel vid fakulteten för skogsvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Examensarbetet har utförts i samarbete med SCA Skog som även bidragit med finansiellt stöd.

Det finns flera personer som jag har att tacka för hjälpen med detta examensarbete. Först och främst vill jag rikta ett stort tack till Mats-Åke Lantz, fältservicechef på SCA:s skogsvårdsavdelning i Sundsvall, som i ett tidigt skede gav mig fria händer att utforma ett examensarbete baserat på det datamaterial jag varit med om att samla in. Ett stort tack vill jag även rikta till övriga medarbetare på skogsvårdsavdelningen och på andra delar inom SCA Skog som på ett eller annat sätt bidragit med värdefull hjälp. Göran Nordkvist är en av dessa personer som genom mångårigt arbete med SCA:s fasta provtytor skaffat sig ovärderlig kunskap och varit en stor tillgång under hela processen med detta examensarbete.

På SLU skulle jag framförallt vilja lyfta fram två personer som varit till stor nytta under arbetets gång. Dels skulle jag vilja tacka min handledare Göran Hallsby, som bidragit med konstruktiv kritik och snabb respons i den mån jag önskat, men även Sören Holm för all hjälp med den statistiska delen av arbetet.

Sist, men inte minst, skulle jag även vilja rikta ett tack till personalen på skogsbiblioteket för deras goda serviceanda och flexibilitet när det gäller lånetider.

Sundsvall den 2 mars 2012

Erik Söderbäck

2 Sammanfattning

Maskinell markberedning följt av manuell plantering är den vanligaste föryngringsrutinen efter en föryngringsavverkning i Sverige. Många av de forskningsrön som dagens markberednings- och planteringsinstruktioner bygger på är baserade på äldre fältexperiment. Uppföljningar av praktiska föryngringar i fält kan bidra med kompletterande kunskap över vilka svårigheter som finns beroende på ståndort, terrängförhållanden etc. Dessa erfarenheter kan sedan användas till att utvärdera gällande arbetsrutiner och instruktioner.

Syftet med detta examensarbete var att utvärdera kvaliteten i det praktiska markberednings- och planteringsarbetet på SCA:s mark i Norrland. Syftet var även att utvärdera hur SCA:s eget plantmaterial utvecklats under en 10-årsperiod beroende på planteringspunktens- och ståndortens egenskaper.

36 höglagda och 14 harvade trakter, manuellt planterade mellan åren 1998-2001, utgjorde dataunderlag till studien. De flesta trakter var föryngrade med tall (*Pinus sylvestris* L.) och gran (*Picea abies* L. Karst.), men även contorta (*Pinus contorta* Dougl. var. *latifolia*) förekom. Totalt innehöll materialet information om 10 479 st. plantor fördelade på 50 trakter och 499 provytor. På provytorna var varje enskild planterad plantas höjd och vitalitet registrerad vid återkommande inventeringar under en 10-årsperiod.

Resultatet visade att det var få trakter som levde upp till SCA:s planteringsmål avseende totalt antal planterade plantor per ha. Endast 16 av 50 trakter låg inom kravet på ± 5 % från angivet antal i trakt direktiven. I medeltal var antalet godkänt planterade plantor enligt instruktion 1571 st. per ha, motsvarande 74,6 % av det totala antalet utplanterade plantor. Inget samband mellan vald markberedningsmetod och hur väl planteringsmålet uppfylldes kunde påvisas, däremot förelåg betydande skillnader mellan trakterna. En ojämnare ytstruktur bidrog i regel till en lägre andel godkänt planterade plantor, enligt SCA:s klassificering. Ingen skillnad kunde påvisas mellan markberedningsmetoderna avseende andelen godkänt planterade plantor, men harvade trakter hade i regel en större andel godkända plantor, förmodligen beroende på att markstörningen varit större med harvning.

Statistiskt signifikant inverkan konstaterades för ytstruktur, vegetationstyp och variationens effekt mellan trakterna, avseende andelen döda plantor år 10. Provytor med örtyper hade sämre överlevnad jämfört med ristyper för tall och gran. Planteringspunkten, trädslaget, och variationens effekt av provyta och trakt visade sig ha statistiskt signifikant inverkan på de uppmätta trädhöjderna, år 10. Den genomsnittliga höjdskillnaden för levande plantor år 10 visade sig vara liten mellan de godkänt planterade plantorna och de icke-godkänt planterade plantorna, oberoende av trädslag. Contortans medelhöjd var 23 % högre än tall på jämförbara ståndorter. Träd planterade i omvänd torva uppvisade högst överlevnad generellt sett för de tre trädslagen. För tall var skador till följd av älgbete, men även knäcksjuka, vanligt förekommande, år 10. Svåra skador var nästan lika vanliga som lätta. Granarna drabbades i huvudsak av lättare skador till följd av granbarrlöss (*Adelges spp.*), men även frostskaador. Contorta uppvisade lägst andel skador, men hade drabbats av en del svåra stamskaador orsakade av sork och älg.

SCA Skog använder sig av enkla och tydliga markberednings- och planteringsinstruktioner. Resultatet av denna studie motiverar detta angreppssätt, men har samtidigt belyst en del problem som kännetecknar föryngringsarbetet. Detta har föranlett förslag på några justeringar av gällande instruktioner och rutiner.

3 Summary

Mechanical soil scarification followed by manual planting is the most common regeneration routine after a clear cut in Sweden. Many of the research findings that the current soil scarification and planting instructions are based on come from old field experiments. Studies of practical regenerations can provide additional knowledge of the difficulties that are present out in the field. These experiences can be used to evaluate current instructions and routines.

The purpose of this study was to evaluate the quality of the practical soil scarification and planting work on SCA's land in northern Sweden. The purpose was also to evaluate how SCA's own seedlings had developed during a 10-year period depending on planting spot and site properties.

The study was based on data from 36 mounded and 14 disc trenched sites planted between the years 1998-2001. Most of the sites had been regenerated with Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.), but also Lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl. var. *latifolia*) occurred. Totally, the data included information about 10 479 different seedlings on 50 sites and 499 sample plots. In each plot, height and vitality of each seedling had been monitored during a 10-year period.

The result showed that there were few sites that met SCA criteria regarding the total number of seedlings planted per hectare. Only 16 out of 50 sites were within the requirement of $\pm 5\%$ from the specified number in the directives. The average number of seedlings that were planted according to the instructions was 1571 seedlings per ha, corresponding to 74.6% of the total number of seedlings planted. No relation between selected soil scarification method and how well the planting target was met could be found, but substantial differences between the sites were found. An uneven surface structure contributed in general to a lower percentage of approved seedlings, according to SCA's classification. No difference was detectable between the soil scarification methods and the number of correctly planted seedlings, but disc trenched sites had generally a greater proportion approved plants, presumably due to a greater ground disturbance.

Statistically significant effects were found for surface structure, vegetation type and as an effect of variance between the sites, regarding the proportion of dead plants, year 10. Plots with herbs showed worse survival rate compared to plots with shrubs for Scots pine and Norway spruce. Planting spot, tree species, effects of sample plot- and site variance were found to have statistically significant effect on the measured tree heights, year 10. The average height difference of living plants in year 10 showed small differences between the approved planted seedlings and the unapproved planted seedlings, regardless of tree species. The average height of Lodgepole pine was 23% higher than Scots pine on sites with similar site index. Trees planted in inverted humus showed in general the highest survival rate. Scots pine was commonly damaged due to moose browsing, but also by pine twisting rust, year 10. Norway spruce suffered mainly from minor injuries caused by spruce gall aphids (*Adelges spp.*). Frost injuries were also common. Lodgepole pine showed the lowest proportion of damages, but suffered some severe injuries caused by vole and moose.

SCA uses simple and clear soil scarification and planting instructions. The result of this study justifies this approach, but has also highlighted some problems that characterize the regeneration activities. This has led to proposals for some adjustments to the existing instructions and routines.

4 Innehållsförteckning

1	Förord	1
2	Sammanfattning	2
3	Summary	3
4	Innehållsförteckning	4
5	Bakgrund	5
5.1	Arbetets inriktning	5
5.2	Markberedning och plantering i Sverige	5
5.3	Markberedningens betydelse för plantetableringen	6
5.4	Val av markberedningsmetod och planteringspunkt	7
5.5	SCA Skogs mål och skötselstrategi	7
5.6	Syfte och frågeställningar	8
5.6.1	Plantering och markberedning	8
5.6.2	Vitalitet och tillväxt	8
6	Material och metod	9
6.1	Trakter och försöksupplägg	9
6.2	Inventeringsmetodik	12
6.3	Beskrivning av planteringspunkter	13
6.4	Bearbetning av data	14
6.4.1	Plantering och markberedning	14
6.4.2	Vitalitet och tillväxt	15
7	Resultat	16
7.1	Plantering och markberedning	16
7.2	Vitalitet och tillväxt	18
8	Diskussion	24
8.1	Plantering och markberedning	24
8.2	Vitalitet och tillväxt	25
8.3	Felkällor vid inventering	27
8.4	Resultatens allmängiltighet	28
8.5	Uppföljningsrutinen ”fasta provytor”	28
8.6	Praktiska rutiner och instruktioner	29
8.7	Förslag till vidare studier	30
9	Slutsatser	31
9.1	Plantering och markberedning	31
9.2	Vitalitet och tillväxt	31
10	Referenser	33
11	Bilaga	36

5 Bakgrund

5.1 Arbetets inriktning

Många av de forskningsrön som dagens markberednings- och planteringsinstruktioner bygger på är baserade på kunskap från fältexperiment där behandlingseffekter renodlats genom att minimera den naturliga variationen. Genom att komplettera dessa forskningsrön med återkommande uppföljningar av praktiska föryngringar i fält kan en helhetsbild uppnås över vilka svårigheter som finns beroende på ståndort, terrängförhållanden etc. Resultat från praktiskt genomförda föryngringar öppnar även för möjligheten att sätta forskningsresultaten i relation till vad som kan förväntas av skogsodlingar på lite längre sikt i praktiken. Teori och praktik behöver inte alltid gå hand i hand och detta examensarbete avser att titta närmare på den praktiska tillämpningen av tidigare empiriska kunskaper. Uppföljningar av detta slag kan sedan fungera som beslutsstöd vid utvärdering av arbetsrutiner och instruktioner i föryngringsarbetet. Utan att veta hur väl olika rutiner och instruktioner implementeras i praktiken, och vilka hinder som finns, är det även svårt att veta vilka krav som är rimliga att ställa på kvaliteten i föryngringsarbetet.

5.2 Markberedning och plantering i Sverige

I trakthyggesbruket som är det dominerande skogsskötselsystemet i Sverige sedan 1950-talet utgör föryngringsarbetet en central del. Samtidigt som planering inför avverkning av äldre bestånd sker, påbörjas planering av efterföljande föryngringsåtgärder. Det nya beståndet måste leva upp till skogsvårdslagens krav på en tillfredsställande återväxt med avseende på tid, trädslag och täthet (Skogsstyrelsen, 2007). Dessa lagkrav utgör en del av det produktionsmål som riksdagens beslutat om. Markberedning har blivit en mycket vanlig åtgärd inom svenskt skogsbruk eftersom det främjar skogsodlingsmaterialets etablering, givet de speciella förutsättningar som råder i den öppna hyggesmiljön.

Markberedning brukar definieras som *”bearbetning av skogsmark i avsikt att åstadkomma en gynnsam grobädd för frön eller växtplats för plantor”* (TNC, 1994). Förutom att skapa en bättre etableringsmiljö för det nya växtmaterialet, underlättas även det praktiska planteringsarbetet. Maskinell markberedning följt av manuell plantering utgör den vanligaste formen av skogsföryngring i Sverige. Maskinell plantering förekommer endast i mycket liten omfattning. Den planterade arealen utgjorde 71 % av den tidigare föryngringsavverkade arealen mellan åren 2006-2009 och av denna areal var 92 % markberedd (Skogsstyrelsen, 2010).

De markberedningsmetoder som sedan en längre tid dominerar inom svenskt skogsbruk är framförallt harvning och högläggning, men även fläckmarkberedning (Strömberg et. al., 2001). Inversmetoden är en mindre utbredd metod som i fältexperiment visat på högre överlevnad och tillväxt jämfört med flera andra markberedningsmetoder (Örlander et. al., 1998; Hallsby & Örlander, 2004). I dagsläget finns ett grävmaskinburet aggregat på marknaden och ett utvecklingsprojekt med en kontinuerligt arbetande inversmarkberedare pågår (Johansson, 2011).

Även om stora ansträngningar läggs på att främja tillväxt och överlevnad hos föryngringarna, visar siffror från Skogsstyrelsen att andelen godkänd föryngringsareal som föryngrats genom plantering, under en längre tid legat strax över 80 % (Bergquist et. al., 2011). Detta pekar på att det fortfarande kvarstår en hel del svårigheter. Vissa svårigheter kan dock inte kopplas direkt till kvaliteten i utfört föryngringsarbete, exempelvis ett hårt betetryck, som är en

vanlig orsak till underkännande (Bergquist et. al., 2011). Hur stor utvecklingspotentialen är med dagens konventionella metoder, sett i relation till vad som är praktiskt och ekonomiskt försvarbart, är en intressant fråga i sig. Till viss del beror detta på vilket värde som skogsråvaran som sådan kommer att tillskrivas i framtiden. Att kunna uppnå likvärdiga, eller något bättre förnygringsresultat till en lägre kostnad kommer dock att vara fortsatt intressant framöver.

5.3 Markberedningens betydelse för plantetableringen

Den öppna hyggesmiljön skiljer sig markant från växtmiljön i det slutna beståndet. Ljusinstrålningen, temperaturskillnaderna och vindstyrkan är högre samtidigt som luftfuktigheten är lägre under dagen. En förnygringsavverkning minskar det totala näringsutbudet på grund av uttaget av biomassa, men leder samtidigt till att mängden växttillgänglig näring ökar till följd av en ökad näringsmineralisering och nedbrytning av organiskt material. En förnygringsavverkning leder vanligtvis till att grundvattennivån höjs och att vattenflödet i marken ökar (Grossnickle, 2000).

Studier har visat att temperaturen i marken är viktig för plantors tillväxt och överlevnad (Söderström, 1976a). Både rötternas tillväxt och den direkta näringsupptagningen gynnas av en högre marktemperatur (Söderström 1976a). Även om marktemperaturen under humustäcket på ett hygge är högre jämfört med ett slutet bestånd når temperaturen sällan över 20° C (Söderström et. al., 1978). Markberedning kan förstärka skillnaden ytterligare. Genom att avlägsna humuslagret kan dagstemperaturen i marken höjas under vegetationsperioden eftersom värmen från solen lättare absorberas av mineraljord än av vegetation och humus. Optimal temperatur för både rot- och skotttillväxt ligger mellan 20-30° C för både tall och gran med ett högre optimum för tall (Söderström 1976a; 1979).

Att lufttemperaturen varierar mer på hygget under ett dygn, till följd av en högre utstrålning nattetid, kan innebära problem. Granen som är ett frostkänsligt trädslag drabbas lättare av skador till följd av dessa temperaturväxlingar. Där frostrisk föreligger kan en kvarlämnad högskärm utjämna temperaturskillnaden och därigenom minska frostskadorna (Langvall, 2000). Även markberedning kan minska denna effekt om markberedningen utförs så att plantering kan ske i blottlagd mineraljord eller i förhöjda planteringspunkter (Langvall et. al., 2001). Ytterligare ett sätt är att röja fram en lågskärm om förutsättningar för ett gynnsamt lövuppslag finns (Odin et. al., 1984).

Något som är viktigt de första åren efter plantering är att försäkra en god vattentillgång utan att plantorna riskerar att drabbas av syrebrist. Även om det sällan råder brist på vatten i marken på färskta hyggen har nysatta plantor ett dåligt utvecklat rotsystem och är därmed känsliga för uttorkning. Deras tillväxt begränsas ofta av vattenupptagningsförmågan tiden efter plantering (Örlander, 1986). Genom att avlägsna markvegetationen kan konkurrensen om vattnet minska till fördel för plantorna (Nilsson & Örlander, 1995). Även näringskonkurrensen minskar om vegetationen avlägsnas (Nilsson & Örlander, 1999).

Vilken typ av jordart som förekommer, markens densitet och fuktighet har även stor betydelse för plantornas hydrologiska situation. En alltför tät jord kan leda till syrebrist eftersom vattnet binds hårdare i porerna samtidigt som plantornas rotttillväxt hindras. En hög markdensitet kan även leda till större risk för uppfrysning vilket oftast drabbar plantorna de första åren efter plantering (Sahlén & Goulet, 2002). En allt för lucker jord kan också innebära problem. Grovkorniga jordar torkar lättare ut och saknar möjlighet till kapillärt stigande vatten vilket är viktigt under längre torrperioder. Ofta gäller dock att markens densitet är högre än den

optimala och en luckring av jorden är då önskvärt. Genom att markbereda kan en luckring av jorden åstadkommas. Effekten blir långvarig vid högläggning och om humus blandas med mineraljord, men endast kortvarig vid harvning (Söderström, 1976b; Örlander et. al., 1996).

Förutom att förbättra plantornas tillväxtförutsättningar kan markberedning åstadkomma ett skydd mot snytbaggangrepp. Snytbaggen är en av de allvarligaste skadeinsekterna inom svenskt skogsbruk och den färska hyggesmiljön utgör en attraktiv plats för reproduktion (Långström & Day, 2004). Markberedning har visat sig motverka snytbaggarnas barknag och den största effekten fås om plantorna omgärdas av ren mineraljord (Björklund et. al., 2003; Petersson et. al., 2005).

5.4 Val av markberedningsmetod och planteringspunkt

Beroende på ståndortens speciella förutsättningar finns det ingen universalmetod för hur markberedning bör utföras som alltid ger bäst resultat. Markberedningsmetoderna harv, högläggning och fläckmarkberedning lämpar sig olika väl beroende på markens förutsättningar. Valet mellan högläggning och harv styrs i regel av terrängfaktorer såsom blockighet och markens fuktighetsgrad. Miljöhänsyn styr även valet av markberedningsmetod på så vis att minsta möjliga markpåverkan för att uppnå ett lyckat resultat eftersträvas.

Harvning har visat sig skapa fler godkända planteringspunkter jämfört med högläggning och är därför att föredra på marker som är svårare att bearbeta p.g.a. hög sten- och blockfrekvens eller rikligt med hyggesavfall (Sjodin, 2009; Larsson, 2011). Jämfört med harvning har högläggning däremot visat sig kunna skapa fler planteringspunkter i omvänd torva med ett lager av mineraljord, i relation till antalet godkända planteringspunkter på friska marker med normal svårighetsgrad (Larsson, 2011). På mycket fuktiga marker med ett tjockt humuslager kan markberedning med grävmaskin vara en lösning (Bjännidal, 1990). Fläckmarkberedning utförs främst på marker där behovet av en kraftig inverkan på marken är litet eller där risken för utlakning av näringsämnen är stor. Detta kan gälla på torr mark med tunt humustäcke.

Plantering i omvänd torva med ett lager av ren mineraljord är den planteringspunkt som ofta anses vara optimal inom konventionellt svenskt skogsbruk. En förutsättning för att plantering i omvänd torva lyckas är att djupplantering sker så att plantan får kontakt med humuslagret under torvan. På så vis minskar risken för uttorkning och uppfrysning (Adelsköld & Örlander, 1989; Örlander et. al., 1991). Plantorna som växer i den omvända torvan drar nytta av den näringsmineralisering som sker tack vare den ”komposteffekt” som uppstår inne i tiltor och mineraljordshögar, eller när mineraljord och humus blandas (Lundmark, 1988; Hallsby, 1995; Nordborg, 2001). En nackdel med höga planteringspunkter är att plantorna som sticker upp ur snön på vårvintern kan få en överdos av solljus och drabbas av s.k. fotoinhibering (Örlander et. al., 1991). Dessa skador är dock vanligtvis lindriga.

5.5 SCA Skogs mål och skötselstrategi

SCA Skog är med sina 2,6 miljoner ha skogsmark Sveriges största privata skogsägare. Företagets tre övergripande verksamhetsmål är; att långsiktigt försörja SCA:s svenska industrier med virke, att utveckla och långsiktigt förvalta SCA:s skogsresurser samt att uppnå tillfredsställande lönsamhet (SCA Skog, 2011). I skötselstrategier mynnar detta ut i att bolagets strävan är att åstadkomma högsta möjliga lönsamma virkesproduktion på egen mark. Detta ska ske med beaktande av andra mål inom skogsbruket, samt med restriktion för att virkesuttagen inte behöver sänkas i framtiden. En långsiktig uthållig produktion är med andra ord viktigare än maximerad lönsamhet i det korta perspektivet.

Föryngringsarbetet utgör naturligtvis en viktig del i bolagets verksamhet eftersom föryngringarna lägger grunden för framtida råvaruförsörjning och skogstillstånd. SCA har som mål för den långsiktiga produktionen ”att åstadkomma tillräckligt täta föryngringar för att kunna uppnå en god virkeskvalitet och en hög virkesproduktion” (SCA Skog, 2011). Att markberednings- och planteringsarbetet lever upp till detta mål genom att försäkra att tillräckligt många godkända planteringspunkter skapas så att plantörerna kan nå upp till önskat plantantal är därför centralt. Genom att välja markberedningsmetoder och planteringsmål utifrån på trakternas egenskaper kan SCA påverka både täthet, virkeskvalitet och framtida virkesproduktion. Hur stor betydelse dessa val i praktiken har kan undersökas för att ompröva gällande rutiner när det gäller användning av olika markberedningsmetoder och riktlinjer för planteringsmål.

Den stora variation av ståndorter som SCA föryngrar varje år innebär förstås att utmaningarna skiljer sig åt beroende på växtlokal. Hur pass väl plantorna växer, i vilken utsträckning de överlever beroende på ståndort och hur de planterats, samt vilka skador de drabbas av påverkar i allra högsta grad SCA:s förmåga att nå upp till målet för den långsiktiga produktionen. Vilken betydelse dessa faktorer har på sikt är intressant för att se vilken hänsyn som bör göras vid föryngringsplaneringen. Erfarenheterna kan användas till att utvärdera i vilken utsträckning olika träslag bör användas, vilka planteringspunkter som ska anses vara godtagbara och vilka egenskaper hos trakterna som det är särskilt viktigt att beakta vid föryngringsplaneringen. Då föryngringsarbetet utgör en kostnadsintensiv del av trakthyggesbruket finns det dessutom alltid skäl att titta på vad som kan göras effektivare och smartare, särskilt med tanke på att produktiviteten inom andra delar av skogsbruket visat tendenser till att vika nedåt (Brunberg & Thor, 2010).

5.6 Syfte och frågeställningar

Syftet med detta arbete är att utvärdera kvaliteten i det praktiska markberednings- och planteringsarbetet på SCA:s mark i Norrland. Syftet är även att utvärdera hur SCA:s eget plantmaterial utvecklats under en 10-årsperiod beroende på val av planteringspunkt och ståndortens egenskaper. Till grund för arbetet ligger ett urval av genomförda föryngringar med markberedningsmetoderna harv och högläggning följt av manuell plantering på SCA:s egen skogsmark mellan åren 1998-2001. Utvärderingen utgår från följande frågeställningar:

5.6.1 Plantering och markberedning

(i) Finns det något samband mellan använd markberedningsmetod (högläggare eller harv) och hur väl SCA:s planteringsmål uppfylls?

(ii) Påverkar använd markberedningsmetod och terrängförhållandena hur stor andel av plantorna som sätts i godkända planteringspunkter?

5.6.2 Vitalitet och tillväxt

(iii) Vilken betydelse har lokalens ståndortsegenskaper och planteringspunkten för plantornas överlevnad och höjd, 10 år efter plantering?

(iv) Vilka är de vanligaste skadeorsakerna 10 år efter plantering för respektive träslag och planteringspunkt?

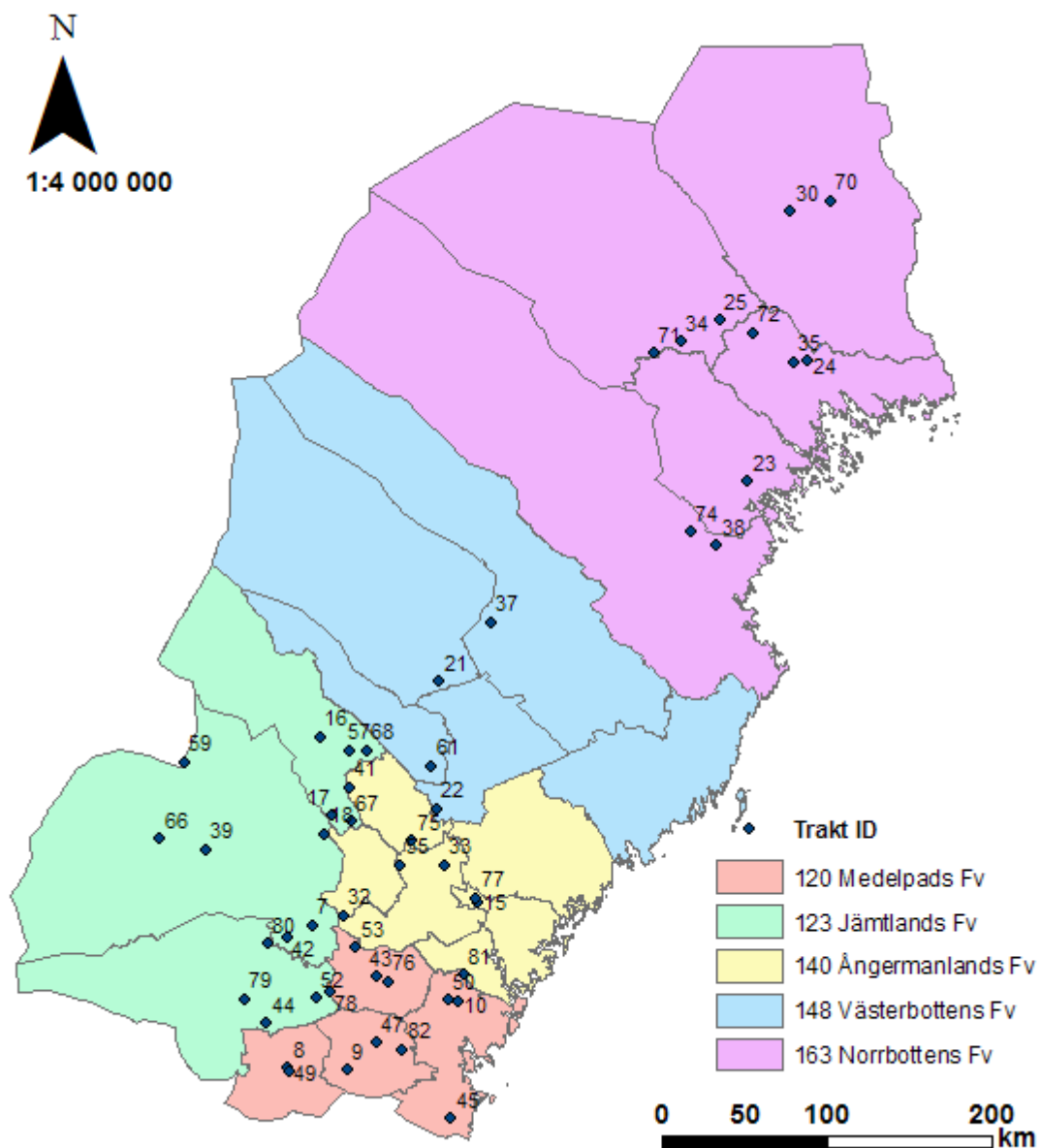
6 Material och metod

6.1 Trakter och försöksupplägg

De trakter som ligger till grund för detta arbete baseras på en delmängd ur SCA:s projekt ”fasta provytor” som omfattar slumpmässigt utlottade planteringar på bolagets egen mark. Delmängden består av färdiginventerade trakter som planterats manuellt under åren 1998-2001 efter tidigare utförd markberedning med harv eller högläggare. Totalt omfattar materialet information om 10 479 st. planterade plantor fördelade på 50 trakter och 499 provytor (Figur 1, Tabell 1, Tabell 8 i bilaga). Trakterna ligger utlottade mellan den 62° och 67° N breddgraden, samtliga på bolagets egen mark vilket till viss del förklarar koncentrationen kring Medelpad, Ångermanland och Jämtland. 3 nya trakter per förvaltning och år samt en trädslagsfördelning som motsvarar förvaltningarnas beställning till plantskolan har varit målet vid utlottningen. Av olika orsaker har dock antalet trakter blivit lägre än målet under perioden 1998-2001. I enlighet med förvaltningarnas föryngrade areal av de olika trädslagen dominerar tall och gran. Antalet trakter med contorta är lågt eftersom trädslaget ej användes i så stor utsträckning under perioden.

Ståndortsindex för de olika trakterna varierar mellan 18-26 m vid H100 (Tabell 1). Temperatursumman, dvs. antal dygn med en dygnsmedeltemperatur $>5^{\circ}\text{C}$, ligger mellan 676 och 1106 dygn med ett aritmetiskt medelvärde på 888 dygn. Vad gäller humiditet under vegetationsperioden finns trakter inom områden med negativ humiditet vid kusten, -50-0 mm, till trakter inom mycket starkt humida områden i inlandet, 150-200 mm (Tabell 8). Trakterna ligger nästan undantagsvis på moränmarker, där jordarten sandig-moig-morän är vanligt förekommande. Även finare jordarter förekommer såsom moig-mjällig-lerig morän. Blåbärstyp är den vanligaste vegetationstypen, men även andra typer som indikerar en högre bonitet förekommer, exempelvis smalbladigt gräs och lågörttyp (Tabell 1).

Plantmaterialet som använts är i samtliga fall obehandlade ettåriga täckrotsplantor (1/0) av typen JackPot. JackPot-plantan odlas och levereras i kassetter med luftspalter som rymmer 67 plantor. Luftspalterna hjälper till att motverka rotdeformationer (Rune, 2003). Planteringsdatum saknas för flera trakter. Av dem som har ett datum angivet är ett flertal trakter planterade under juni och i början av juli månad. Eftersom SCA planterar under hela barmarkssäsongen kan planteringarna vara utförda under hela perioden från vår till höst.



Figur 1. Lokalisering av höglagda och harvade trakter som ingår i arbetet, manuellt planterade åren 1998-2001.

Tabell 1. Höglagda och harvade trakter som planterats manuellt mellan åren 1998-2001 och som ingår i arbetet.

ID	SI		Mark-vegetation	Mark-fuktighet	Jordart	G	Y	L	År	Hy- vila (år)	Mb- metod	Mål plant. (ha)	Proveniensen	
	H100 (m)												plantmtrl	Trsl
7	T	21	Blåbärstyp	Frisk	Sa morän	2	2	2	1998	2	Hög	2300	405	T
8	T	20	Smalbl. gräs	Frisk	Sa-mo morän	3	2	2	1998	3	Hög	2200	402, 600	T, G
9	G	18	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	2	1998	3	Hög	2400	600	G
10	G	22	Lågörttyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	2	1998	3	Hög	2400	405, 26	T, G
15	G	22	Blåbärstyp	Frisk	Mo-mj-le morän	3	2	2	1998	3	Harv	2300	620	G
16	T	21	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	2	1998	3	Harv	2100	402, 630	T, G
17	G	20	Smalbl. gräs	Frisk	Sa-mo morän	3	2	1	1998	3	Harv	2000	630	G
18	T	22	Lågörttyp	Frisk	Sa morän	2	2	2	1998	3	Hög	2200	406, 630	T, G
21	T	19	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	1	1998	3	Harv	2000	401	T
22	T	20	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	2	3	1	1998	2	Hög	2200	406	T
23	T	20	Lågörttyp	Fuktig	Mo-mj-le morän	4	1	1	1998	3	Hög	2200	401	T
24	T	20	Blåbärstyp	Frisk	Grovmo	2	1	1	1998	3	Harv	2200	401	T
25	T	18	Lingontyp	Frisk	Sa morän	2	2	2	1998	1	Hög	2000	670	T
30	T	20	Blåbärstyp	Frisk	Mo-mj-le morän	4	1	1	1998	2	Hög	2200	702	C
32	T	24	Blåbärstyp	Frisk	Mo-mj-le morän	3	2	2	1999	3	Harv	2300	402	T
33	G	18	Blåbärstyp	Fuktig	Mo-mj-le morän	4	1	2	1999	3	Hög	2100	630	G
34	T	20	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	2	1	1	1999	2	Harv	2100	670	T
35	T	18	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	2	2	1	1999	2	Harv	2100	401	T
37	T	20	Blåbärstyp	Frisk	Mo-mj-le morän	4	1	1	1999	3	Hög	2100	401, 702	T, C
38	T	18	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	1	1999	3	Hög	2000	401	T
39	T	21	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	1	1	1999	1	Hög	2000	406	T
41	T	18	Lingontyp	Frisk	Mo-mj-le morän	3	2	1	1999	3	Hög	2000	630	G
42	T	21	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	2	3	1	1999	2	Hög	2300	406	T
43	T	23	Lågörttyp	Frisk	Sa-mo morän	3	3	2	1999	3	Hög	2100	402, 630	T, G
44	G	19	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	1	1999	3	Hög	2200	402, 630	T, G
45	G	21	Blåbärstyp	Frisk	Mellansand	2	2	2	1999	3	Hög	2300	26	G
47	G	26	Lågörttyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	3	1999	2	Hög	2400	26	G
49	G	21	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	2	2000	3	Hög	2300	26	G
50	G	24	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	1	2000	3	Hög	2500	26	G
52	G	23	Lågörttyp	Fuktig	Mo-mj-le morän	3	2	1	2000	3	Hög	2300	630	G
53	T	22	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	2	2	2	2000	2	Hög	2300	402	T
55	T	24	Blåbärstyp	Frisk	Mo-mj-le morän	3	2	2	2000	3	Hög	2400	405	T
57	T	21	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	2	2000	3	Harv	2200	406	T
59	G	18	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	2	2000	3	Hög	2000	640	G
61	G	17	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	2	2000	3	Hög	2000	630, 601	G, C
66	G	19	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	2	2001	3	Hög	2000	630	G
67	T	22	Smalbl. gräs	Frisk	Sa-mo morän	3	2	1	2001	2	Hög	2300	406	T
68	T	19	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	2	2001	4	Harv	2200	630	G
70	T	20	Lingontyp	Frisk	Sa-mo morän	3	1	1	2001	4	Hög	1900	673	T
71	T	17	Lingontyp	Frisk	Sa morän	2	2	2	2001	2	Hög	1900	702	C
72	G	20	Lågörttyp	Frisk	Mo-mj-le morän	3	2	2	2001	4	Harv	2200	673	T
74	T	20	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	2	2001	4	Hög	2000	630	G
75	T	21	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	1	2001	3	Hög	2300	402	T
76	T	21	Blåbärstyp	Frisk	Mo-mj-le morän	3	2	1	2001	4	Hög	2200	704	C
77	T	21	Lingontyp	Frisk	Sa-mo morän	2	3	2	2001	4	Harv	2200	405	T
78	T	21	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	2	3	2	2001	3	Harv	2300	402	T
79	G	18	Blåbärstyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	2	2001	3	Hög	2100	406, 630	T, G
80	T	19	Blåbärstyp	Frisk	Mo-mj-le morän	3	3	2	2001	2	Hög	2100	406	T
81	G	22	Lågörttyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	2	2001	3	Harv	2500	405	T
82	G	24	Lågörttyp	Frisk	Sa-mo morän	3	2	2	2001	4	Hög	2400	26	G

G = Grundförsättningar, Y = Ytstruktur, L = Lutning, År = Planteringsår. Mål plant = Mål antal plantor/ha vid plantering. Trsl = Trädslag. T = Tall, G = Gran, C = Contorta

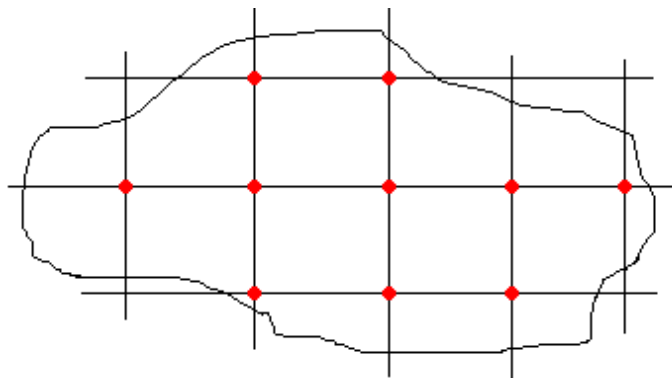
6.2 Inventeringsmetodik

Utläggning av provytor för varje enskild trakt och den första inventeringen (år 0) utfördes kort efter plantering. 10 cirkelprovytor med radien 5,64 m (100 m^2) lades ut i kvadratförband jämnt fördelade över hygget (Figur 2). Beräkning av förbandet mellan provytorna gjordes godtyckligt. Provytecentrum markerades med ett järnrör i marken och intill varje enskild planterad planta inom provytan sattes en färgad plantsticka. För varje planta registrerades avstånd och antal grader ($0-400^\circ$) till provytecentrum. En käpp sattes i ytterkant av provytan i rakt nordlig riktning för att underlätta inventeringen.

För varje trakt samlades uppgifter från företagets skogsvårdsregister och trakt direktiv för markberedning och plantering. Vid varje provyta registrerades vid första inventeringen (år 0) ytterligare uppgifter om terräng- och ståndortsförhållanden såsom ytstruktur, lutning, vegetationstyp, jordart, markfuktighet, humustjocklek, rörligt markvatten, höjdläge, vindexponering, frostrisk och exposition. För varje planta år 0 registrerades förutom plantans placering i förhållande till provytecentrum, även uppgifter om planteringspunkt, avstånd till humus, avstånd till opåverkad mark, mineraljordstyp, mineraljordstjocklek, planteringsdjup, övermyllning ja/nej, plantlutning, dubbelplanta ja/nej samt bättre planteringspunkt inom 1 m ja/nej.

Vid inventeringen år 0 samt återkommande inventeringar år 1, 3, 5 och 10 inventerades för varje provyta förekomsten av självföryngrade träd samt gräsförekomst. För varje planta registrerades vitalitet, eventuella skador, höjd, samt år 5 och 10 även förekomst av sprötkvist.

Utläggning av provytor har skötts av både entreprenörer och egen personal. Inventering har alltid utförts av SCA:s egen personal och sedan år 2000 har en övervägande del av inventeringen utförts av en och samma person, underställd skogsvårdsavdelningen.



Figur 2. Principskiss för utläggning av provytor, enligt instruktion för SCA:s projekt ”fasta provytor”. 10 cirkelprovytor med ytan 100 m^2 har lagts ut för varje trakt.

6.3 Beskrivning av planteringspunkter

Grundförutsättningarna för att en planta skall vara godkänt planterad, enligt SCA:s instruktioner, baseras på tre huvudvillkor:

- (1) Plantan ska vara djupplanterad, dvs. att torvproppen är >3 cm ner och övermyllad.
- (2) Plantan ska vara minst 10 cm in från ytterkant av markberedningen.
- (3) Avståndet mellan varje planta är ≥ 1 m.

Dessa tre villkor gäller för alla planteringspunkter. Inom projekt ”fasta provytor” används 13 olika beskrivningar av planteringspunkterna, oberoende av markberedningsmetod (Tabell 2).

Tabell 2. Beskrivning av planteringspunkter inom SCA:s projekt ”fasta provytor”.

Planteringspunkt	Klassning	Beskrivning
Hög 1	Godkänd	Planta i omvänd torva med mineraljord, ≥ 10 cm till humuskant och ≥ 3 cm mineraljord
Hög 2	Godkänd	Planta i omvänd torva med mineraljord, $\geq 5-10$ cm till humuskant och ≥ 3 cm mineraljord
Torva 1	Godkänd	Planta i omvänd torva med mineraljord och $\geq 2-5$ cm till humuskant
Torva 2	Godkänd	Planta i omvänd torva med eller utan mineraljord och $\geq 0-2$ cm till humuskant
Mineraljordsfläck	Godkänd	Planta i fläck dominerad av mineraljord och med förhöjd planteringspunkt minst 10 cm från gångjärnet
Humusfläck	Godkänd	Planta i fläck dominerad av humus och med förhöjd planteringspunkt minst 10 cm från gångjärnet
Mineraljord opåverkad	Godkänd	Planta i opåverkad mineraljord
Övrigt	Godkänd	Godkänd planta som inte faller inom någon av ovanstående kategorier
Ej godkänt plantdjup	Underkänd	Planta som inte uppfyller huvudvillkor 1
Ej godkänt avstånd till opåverkad	Underkänd	Planta som inte uppfyller huvudvillkor 2
Ej godkänd planteringspunkt	Underkänd	Planta som inte uppfyller huvudvillkor 3
Omarkberett bäst	Underkänd	Planta exempelvis i söderläge högt placerad vid en sten eller stubbe eller högt i ett traktorspår där fältskiktet är borta
Omarkberett övrigt	Underkänd	Plantering omarkberett är enbart godkänt om det framgår av traktordirektivet eller efter besked från ansvarig på SCA

6.4 Bearbetning av data

6.4.1 Plantering och markberedning

Medelvärden över antalet planterade plantor per ha och trakt sammanställdes för att presentera skillnader i måluppfyllelse mellan markberedningsmetoderna harv och högläggning.

För att undersöka om det förelåg några statistiskt signifikanta skillnader mellan markberedningsmetoderna harv och högläggning samt trakternas egenskaper användes variansanalys (multipel regression) och den linjära modellen GLM i statistikprogrammet Minitab v. 16. Modellen med enbart kategoriska variabler fick följande utseende:

$$(1) Y = \mu + Mb_{(1-2)} + \text{Trakt} (Mb_{(1-2)})_{1-50} + \text{Error}$$

μ = generellt medelvärde ("grand mean") Error = tillfällig slumpmässig avvikelse

Som oberoende variabel (Y) användes procentuell avvikelse från målet om antalet plantor/ha för varje enskild provyta. Trakt användes som en stokastisk (slumpmässig) effekt.

För att undersöka skillnader i andelen utnyttjade godkända planteringspunkter mellan markberedningsmetoderna harv och högläggning samt markegenskaper användes följande modell:

$$(2) Y = \mu + Mb_{(1-2)} + \text{Trakt} (Mb_{(1-2)})_{1-50} + SI_{(17-26)} + \text{Ytstruktur}_{(1-4)} + \text{Lutning}_{(1-3)} + \text{Markfuktighet}_{(1-4)} + \text{Trädslag}_{(1-3)} + \text{Jordart}_{(1-7)} + \text{Humustjocklek}_{(0-19)} + \text{Error}$$

μ = generellt medelvärde ("grand mean") Error = tillfällig slumpmässig avvikelse

Som oberoende variabel (Y) användes andel godkända plantor per provyta. Trakt användes som en stokastisk (slumpmässig) effekt. SI angavs som en kontinuerlig förklarande variabel i modellen, övriga var kategoriska. Samtliga parametrar förutom markberedningsmetod och SI baserades på provytenivå. Istället för att enbart studera andelen godkända plantor kördes modellen ytterligare en gång med *antalet* godkända plantor som oberoende variabel.

Effekten av hyggesvilans längd som var definierad på traktnivå kunde inte användas i modellen. En separat modell utan trakternas inverkan kördes för respektive markberedningsmetod enligt följande:

$$(3) Y = \mu + \text{Hyggesvilans längd}_{(1-4)} + \text{Error}$$

μ = generellt medelvärde ("grand mean") Error = tillfällig slumpmässig avvikelse

Som oberoende variabel (Y) användes andel godkända plantor per provyta för högläggning och harvning separat. Skillnaderna mellan markberedningsmetod och terrängförhållandena åskådliggjordes i en graf och i ett diagram för den variabel som visade sig ha signifikant betydelse för andelen godkända plantor. Hur antalet godkända plantor påverkades av terrängens förutsättningar åskådliggjordes i tabeller för de relevanta variablerna.

6.4.2 Vitalitet och tillväxt

För att undersöka skillnader i överlevnad och trädhöjd mellan trakternas ståndortsegenskaper och plantornas placering delades frågan in i två steg. I ett första steg undersöktes ståndortfaktorernas inverkan på plantornas överlevnad baserat på data från provytanivå. I ett andra steg undersöktes sedan planteringspunktens inverkan på trädhöjden baserat på data för de enskilda plantorna.

För att undersöka ståndortsfaktorernas inverkan på plantornas överlevnad fram till 10 års ålder beräknades först andelen döda plantor per provyta år 10. Detta utgjorde den oberoende variabeln (Y) i modellen som fick följande utseende:

$$(4) Y = \mu + Mb_{(1-2)} + \text{Trakt } (Mb_{(1-2)})_{1-50} + \text{Ytstruktur}_{(1-4)} + \text{Lutning}_{(1-3)} + \text{Markfuktighet}_{(1-4)} \\ + \text{Trädslag}_{(1-3)} + \text{Jordart}_{(1-7)} + \text{Vegetationstyp}_{(1-6)} + \text{Humustjocklek}_{(0-19)} + \text{Error}$$

μ = generellt medelvärde ("grand mean") Error = tillfällig slumpmässig avvikelse

Trakt användes som en stokastisk (slumpmässig) effekt. Samtliga parametrar förutom markberedningsmetod baserades på provytanivå. För de ståndortsfaktorer som visade på signifikanta skillnader gjordes beskrivande grafer. Eftersom ståndortsindex var definierat på traktnivå kunde denna variabel inte inkluderas i modellen. En separat tabell gjordes för att visualisera skillnaderna mellan olika ståndortsindex, oberoende av trädslag. Gräns för lägsta antal huvudplantor av barrträd per hektar adderades till tabellen.

För att undersöka planteringspunktens inverkan på trädhöjden år 10 skapades en modell där hänsyn togs till de enskilda trakternas och provytornas variation. Som oberoende variabel (Y) användes varje enskild levande plantas höjd år 10, totalt 7 963 plantor. Modellen såg ut enligt följande:

$$(5) Y = \mu + Mb_{(1-2)} + \text{Trakt } (Mb_{(1-2)})_{1-50} + \text{Provyta } (\text{Trakt}_{(1-50)} Mb_{(1-2)})_{498} + \\ \text{Planteringspunkt}_{(1-13)} + \text{Trädslag}_{(1-3)} + \text{Error}$$

μ = generellt medelvärde ("grand mean") Error = tillfällig slumpmässig avvikelse

Trakt och provyta användes som stokastiska (slumpmässiga) effekter. Modellen utökades inte med några ståndortsfaktorer eftersom modellen då inte hade kunnat särskilja effekterna av provytans variation från andra faktorer registrerade på provytanivå. Beskrivande grafer med medelhöjder per planteringspunkt och trädslag skapades.

Hur dödligheten varierade med planteringspunkten åskådliggjordes med hjälp av diagram baserat på alla plantors registrerade vitalitet år 10 för respektive trädslag. För varje registrerad skada år 10 undersöktes primär skadeorsak och skadans svårighetsgrad. Data över skadeorsakernas omfattning baserat på skadeorsak beskrevs per trädslag.

7 Resultat

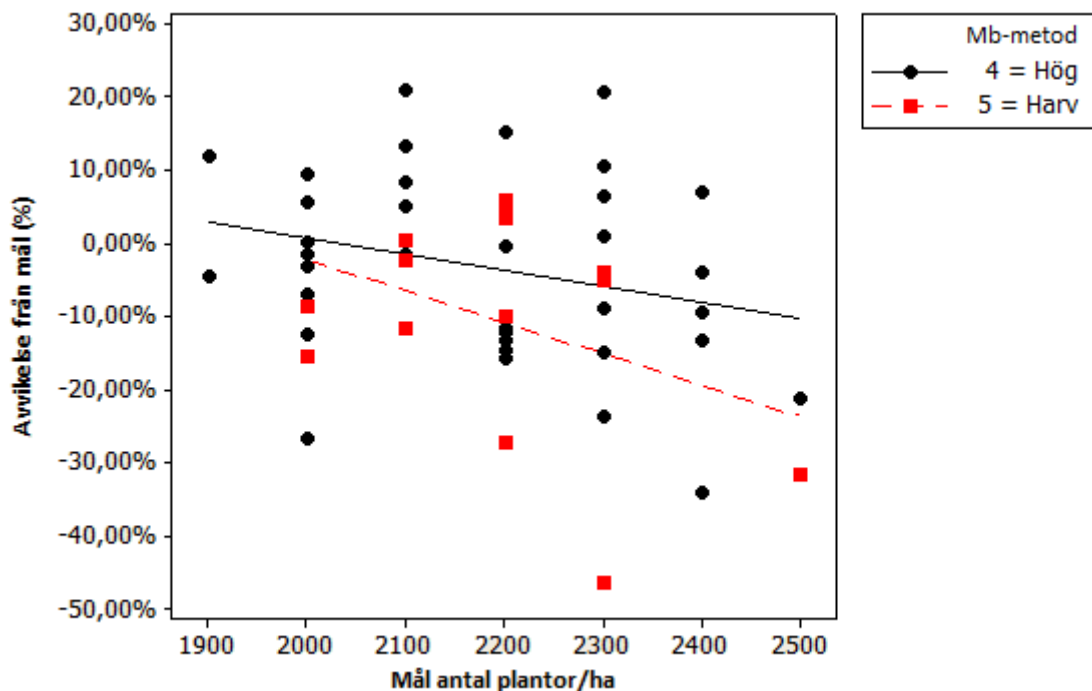
7.1 Plantering och markberedning

Av markberedningsmetoderna harv och högläggning visade högläggning på en högre måluppfyllelse jämfört med harv när trakternas sammanlagda medelvärden beaktades (Tabell 3). Skillnaden mellan metoderna som undersöktes med hjälp av modell 1 var inte signifikant ($p = 0,104$), däremot uppvisades en stor variation mellan trakterna för given markberedningsmetod ($p \leq 0,001$). Det justerade R^2 -värdet som anger hur mycket av variationen hos den beroende variabeln som kan förklaras av de oberoende variablerna var 17,93 %.

Tabell 3. Sammanställning över procentuell avvikelse från planteringsmålet (totalt antal plantor/ha) för höglagda och harvade trakter. Värdena avser medelvärden per markberedningsmetod.

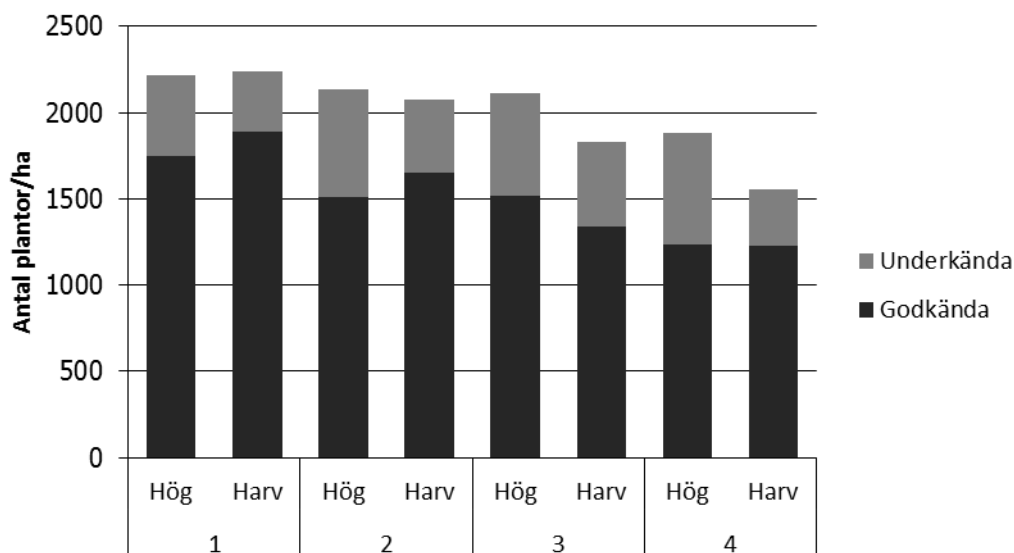
Markberedningsmetod	Antal trakter	Medelvärde	Standardavvikelse	Min	Max
Högläggning	36	-3,28 %	13,18 %	-34,08 %	21,05 %
Harvning	14	-10,54 %	15,25 %	-46,50 %	5,98 %

Enligt SCA:s normer godtas att plantantalet varierar ± 5 % jämfört med det mål som finns för respektive trakt. Om antalet trakter som uppfyllde detta mål beaktas blir bilden av markberedningsmetoderna annorlunda. 6 av 14 harvade trakter (43 %) uppfyllde detta mål, till skillnad från högläggning där 10 av 36 trakter (28 %) nådde upp till målet. Tre harvade trakter avvek tydligt från de andra trakterna vilket fick stor betydelse för det sammanlagda medelvärdet (Figur 3).



Figur 3. Respektive trakts procentuella avvikelse från målet om antalet plantor per ha för harvade och höglagda trakter. Varje observation är ett medelvärde per trakt. Totalt 36 höglagda och 14 harvade trakter.

Vid analys av terrängens och markberedningsmetodens inverkan på andelen godkända planter i modell 2 visade sig markens ytstruktur ($p \leq 0,001$) ha en signifikant inverkan på andelen godkända planter (Figur 4). Även variationen mellan trakterna för given markberedningsmetod visade sig vara signifikant ($p \leq 0,001$). Varken markberedningsmetod, eller någon av de övriga variablerna låg nära en signifikansnivå på 5 %. Det justerade R^2 -värdet var 42,26 %.



Figur 4. Medelvärden över antalet godkänt planterade (godkända) och antalet icke godkänt planterade (underkända) planter, enligt SCA:s instruktion, fördelat på ytstruktur och markberedningsmetod. Medelvärdena baseras på data från 36 höglagda och 14 harvade trakter. Ytstruktur 1 = Mycket jämn markyta, 2 = jämn mellanklass, 3 = något ojämn markyta, 4 = ojämn mellanklass.

Trots att det inte förelåg någon signifikant skillnad mellan markberedningsmetoderna med avseende på andelen godkända planter, så gick det ändå att se en generell skillnad mellan metoderna för de olika ytstrukturerna. Harvade trakter hade i regel en högre andel godkända planter, undantaget ytstruktur 3 där skillnaden var obetydlig (Tabell 4).

Tabell 4. Medelvärden över antalet godkänt planterade planter per ha och andelen godkänt planterade planter (%), enligt SCA:s instruktion, fördelat på ytstruktur och markberedningsmetod. Medelvärdena baseras på data från 36 höglagda och 14 harvade trakter. Ytstruktur 1 = Mycket jämn markyta, 2 = jämn mellanklass, 3 = något ojämn markyta, 4 = ojämn mellanklass.

Ytstruktur	Mb metod	Antal provytor	Godkända planter/ha	Andel godkända planter
1	Hög	93	1746	79,4 %
	Harv	19	1889	84,0 %
2	Hög	213	1509	70,9 %
	Harv	76	1653	78,7 %
3	Hög	48	1521	73,5 %
	Harv	37	1338	73,4 %
4	Hög	6	1233	62,8 %
	Harv	7	1229	76,5 %
Medelvärden		Σ 499	1571	74,6 %

När antalet godkända planter användes som oberoende variabel istället för andelen godkända planter visade sig även trädslaget ($p = 0,007$) ha en signifikant inverkan. Det justerade R^2 -värdet var 34,85 %. Trakter planterade med tall hade i medeltal fler planter per hektar, men

detta förhållande skilde sig åt beroende på markfuktigheten (Tabell 5). Markfuktigheten visade dock inte ha någon signifikant effekt i modell 2. Betydelsen av hyggesvilans längd som testades på traktnivå i modell 3 visade sig inte heller ha någon signifikant effekt på varken antalet planterade plantor eller andelen godkända. Det justerade R^2 -värdet var 0 %.

Tabell 5. Medelvärden över antalet godkänt planterade plantor per ha fördelat på trädslag och markfuktighet. Antalet provytor för respektive trädslag och markfuktighetsklass inom parantes. Medelvärdena baseras på data från 36 höglagda och 14 harvade trakter.

Markfuktighet	Tall	Gran	Contorta	Medelvärden
Torr	1375 (12)			1375
Frisk	1710 (239)	1512 (161)	1421 (38)	1612
Fuktig	1120 (20)	1336 (25)		1240
Blöt	900 (1)	1533 (3)		1375
Medelvärden	1649	1489	1421	1571

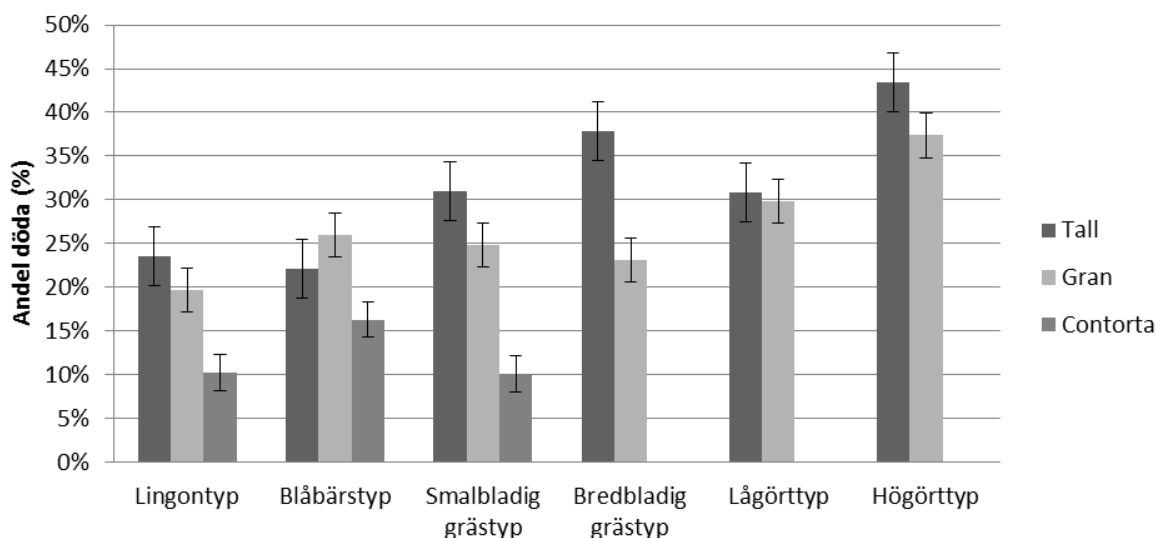
7.2 Vitalitet och tillväxt

I det första steget där ståndortsfaktorernas inverkan på plantöverlevnaden analyserades i modell 4 visade sig ytstrukturen ($p \leq 0,05$) och vegetationstypen ($p \leq 0,05$) ha signifikant betydelse för andelen döda plantor år 10. Även variationen mellan trakterna för given markberedningsmetod ($p \leq 0,001$) visade sig vara av signifikant betydelse, men däremot ingen av de övriga variablerna. Det justerade R^2 -värdet var 44,52 %. Störst andel döda träd förekom på ytstruktur 2, vilket också var den mest frekvent förekommande ytstrukturen (Tabell 6).

Tabell 6. Andelen döda träd år 10 fördelat på ytstruktur. Medelvärdena baseras på data från 36 höglagda och 14 harvade trakter. Ytstruktur 1 = Mycket jämn markyta, 2 = jämn mellanklass, 3 = något ojämn markyta, 4 = ojämn mellanklass.

Ytstruktur	Antal provytor	Medelvärde	Standardavvikelse	Min	Max
1	113	22,1 %	15,0 %	0 %	77,8 %
2	288	25,8 %	18,1 %	0 %	100 %
3	85	22,1 %	15,5 %	0 %	76,7 %
4	13	20,8 %	19,1 %	0 %	68,8 %
Medelvärden	Σ 499	22,7 %	16,9 %	0 %	80,8 %

För både tall och gran var dödligheten klart lägre för de två ristyperna, jämfört med de båda örttyperna. Till skillnad från gran så visade även de två grästyperna på en större dödlighet jämfört med ristyperna för tall. För contorta fanns endast tre olika vegetationstyper representerade och dödligheten där var klart lägre än för både tall och gran (Figur 5). I medeltal var andelen döda träd per provyta 10 år efter plantering 24,4 % för tall, 25,8 % för gran och 14,4 % för contorta.



Figur 5. Andelen döda träd år 10 (% , ± medelfelet) fördelat på vegetationstyp och trädslag. Medelvärdena baseras på data från 36 höglagda och 14 harvade trakter. Antalet provytor med tall = 269 st., gran = 192 st., contorta = 38 st., totalt 499 provytor.

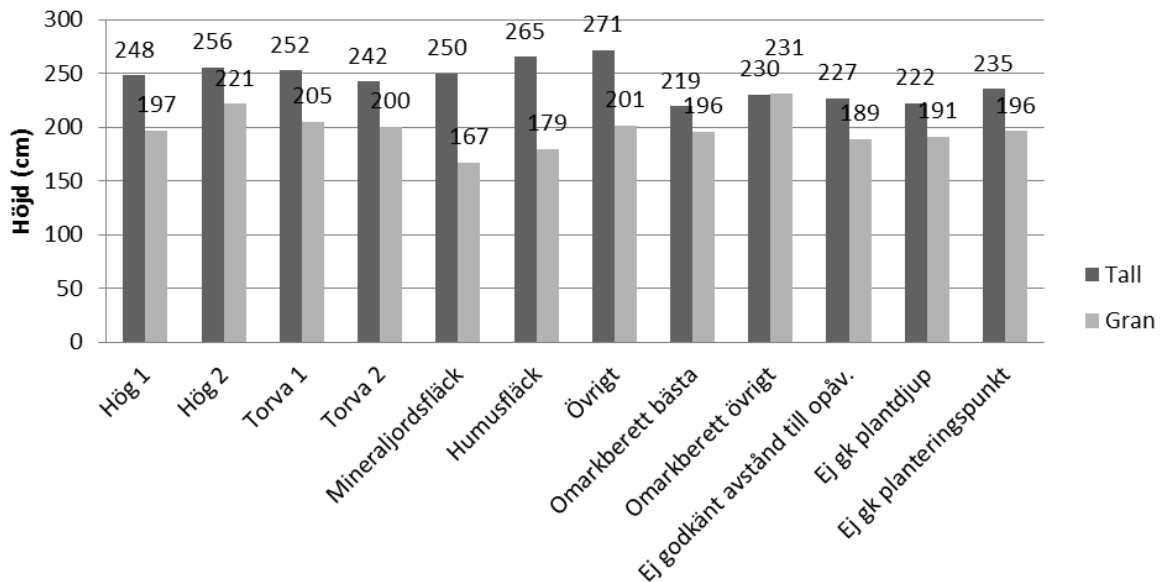
Betydelsen av ståndortsindex testades inte i någon modell, men överlevnaden visade tendenser att vara sämre på marker med högre SI, utan hänsyn tagen till trädslag (Tabell 7). Trakter med ståndortsindex 22 och 26 låg i medeltal under gränsen för hjälpplantering år 10 om hänsyn enbart tas till antalet kulturplanter.

Tabell 7. Fördelning av antal och andel levande träd (kulturplanter) per ståndortsindex år 10, och deras förhållande till gränsen för lägsta antal levande barrplanter innan hjälpplantering krävs, enligt SCA:s skogsskötselhandbok (SCA Skog, 2009). Ingen hänsyn är tagen till eventuell förekomst av självföryngrade barrträd.

Gräns för hjälpplantering (pl/ha)	SI H100	Antal planterade plantor/ha	Antal levande plantor/ha	Andel levande plantor/ha	Antal provytor
1100	17	2060	1723	84 %	20
1100	18	2125	1458	69 %	80
1100	19	1972	1663	84 %	50
1100	20	2048	1636	80 %	109
1100	21	2298	1850	81 %	110
1300	22	1912	1251	65 %	60
1300	23	2130	1485	70 %	20
1300	24	2173	1578	73 %	40
1300	26	1790	1187	66 %	10
Medelvärden		2100	1592	76 %	Σ 499

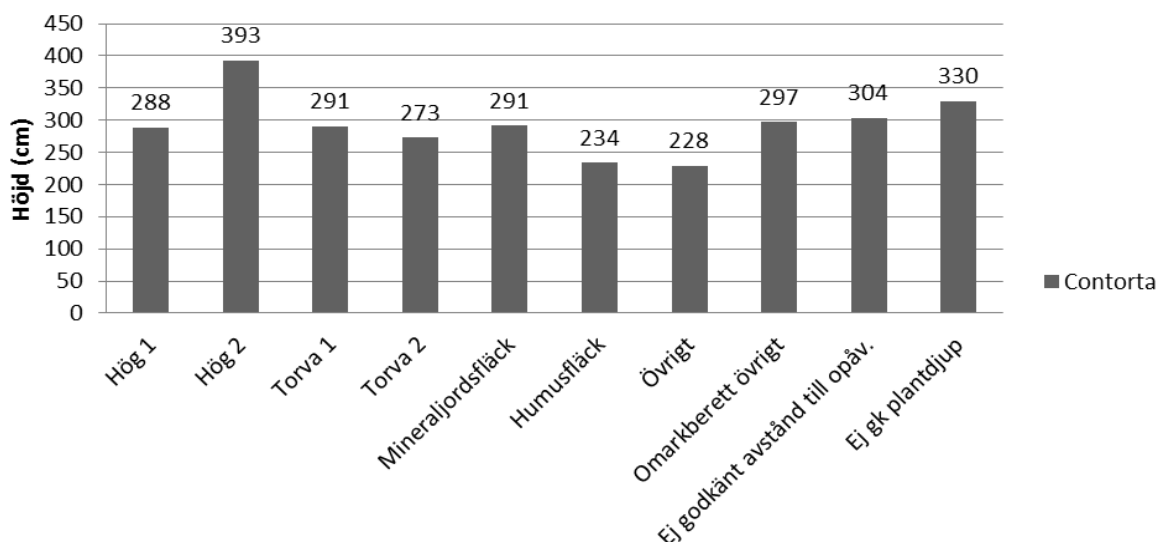
Modell 5 som analyserade planteringspunktens inverkan på trädhöjden år 10 resulterade i flera signifikanta utslag. Både planteringspunkten ($p \leq 0,001$) och trädslaget ($p \leq 0,001$) visade sig vara av signifikant betydelse för de levande trädens höjd, år 10. Markberedningsmetod visade sig dock inte ha någon signifikant betydelse för trädhöjden, däremot uppvisades en signifikant effekt av både provyornas variation för given trakt ($p \leq 0,001$) och trakternas variation för given markberedningsmetod ($p \leq 0,001$). Modellens justerade R^2 -värde var 57,62 %. Den genomsnittliga trädhöjden efter 10 år var 247 cm för tall, 196 cm för gran och 286 cm för contorta.

För tall var planteringspunkterna *övrigt* (271 cm) och *humusfläck* (265 cm) de som hade utvecklats bäst bland de levande träden (Figur 6). Medelhöjden för de godkända planteringspunkterna (251 cm) var bättre än de underkända punkterna (227 cm). För gran hade planteringspunkterna *omarkberett övrigt* (231 cm) och *hög 2* (221 cm) vuxit bäst. Granens underkända planteringspunkter (205 cm) hade en högre medelhöjd jämfört med de godkända punkterna (192 cm). En tydlig skillnad mellan dessa två trädslag gällde planteringspunkterna humus- och mineraljordsfläck. Tall hade utvecklats väl på dessa två punkter, till skillnad från gran som uppvisade lägst tillväxt på dessa ställen.



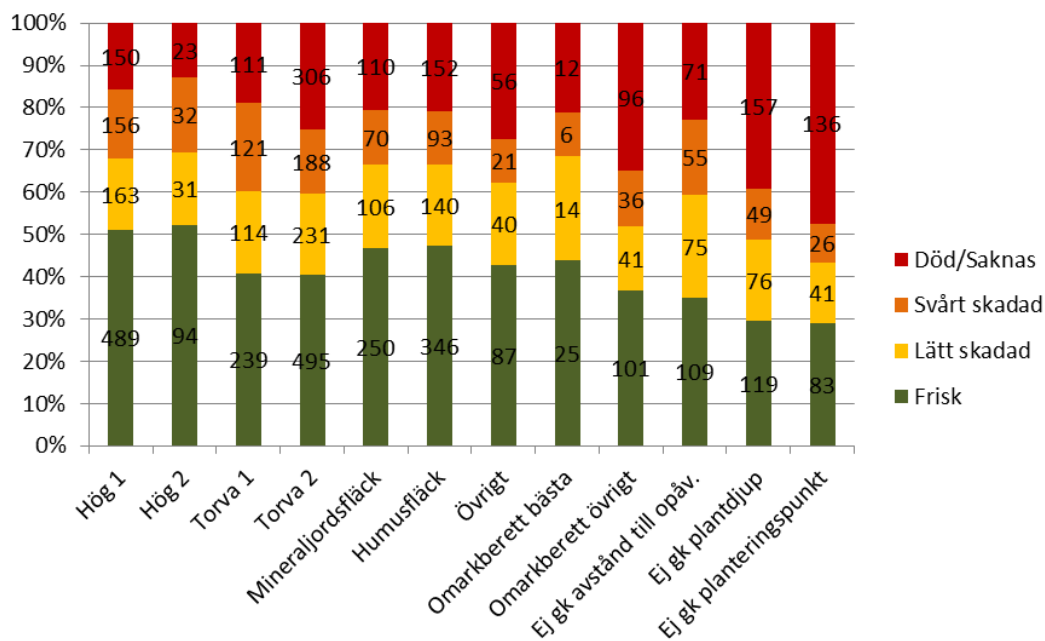
Figur 6. Tall och gran. Medelhöjd levande träd, år 10 (cm). Medelhöjd per planteringspunkt ovanför respektive stapel. Medelhöjderna baseras på data från 4 372 st. tallar och 2 940 st. granar, samtliga individuellt uppmätta. Planteringspunkten ”mineraljord opåverkad” (7 st. tallar och 13 st. granar) visas ej.

Contorta uppvisade de största skillnaderna i tillväxt mellan planteringspunkterna, till viss del beroende på att urvalet var litet (Figur 7). *Hög 2* hade en medelhöjd på 393 cm vilket var klart bättre än de övriga planteringspunkterna. Tvåa var punkten *ej godkänt plantdjup* (330 cm) vilken kan bestå av plantor från olika planteringspunkter där plantorna ej djupplanterats. Medelhöjden var för de godkända planteringspunkterna 283 cm och för de underkända punkterna 300 cm.



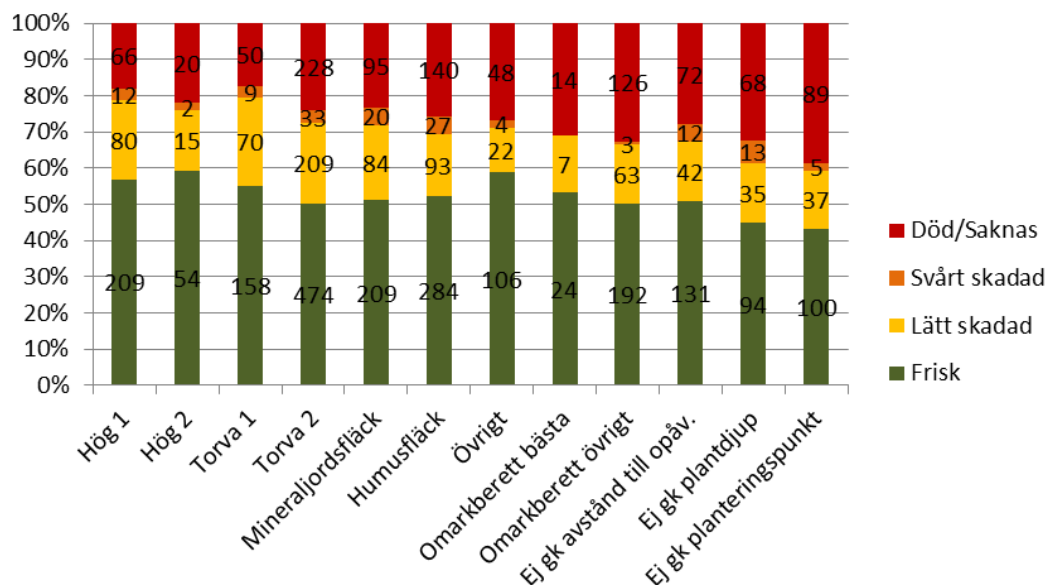
Figur 7. Contorta. Medelhöjd levande träd, år 10 (cm). Medelhöjd per planteringspunkt ovanför respektive stapel. Medelhöjderna baseras på data från 625 st. individuellt uppmätta contorta-tallar. Planteringspunkterna ”mineraljord opåverkad” (1 st levande planta), ”ej godkänd planteringspunkt” (3 st.) och ”omarkberett bästa” (3 st.) visas ej.

Sett över alla planterade tallplantor (5 768 st.) så var andelen friska träd 10 år efter plantering 42,4 %. Andelen lätt skadade var 18,7 %, svårt skadade 14,9 % och döda eller saknade 24,0 %. Merparten av skadorna var orsakade av älg (66,7 % av alla skador) och knäcksjuka (16,9 %). Övriga skador förekom i mindre omfattning och av dessa kan nämnas snöskytte (4,6 %), okänd skada (3,7 %), okänt ryggradsdjur (2,5 %), nedröjd (1,9 %) och gråbarrsjuka (1,7 %). Resterande skador var fördelade på 13 olika kategorier och utgjorde < 2 % av det totala antalet skadade träd. Skadorna tycktes ha drabbat träden i lika stor omfattning oberoende av planteringspunkt. Högst överlevnad hade planteringspunkterna *hög 2* (87 %) och *hög 1* (84 %) (Figur 8).



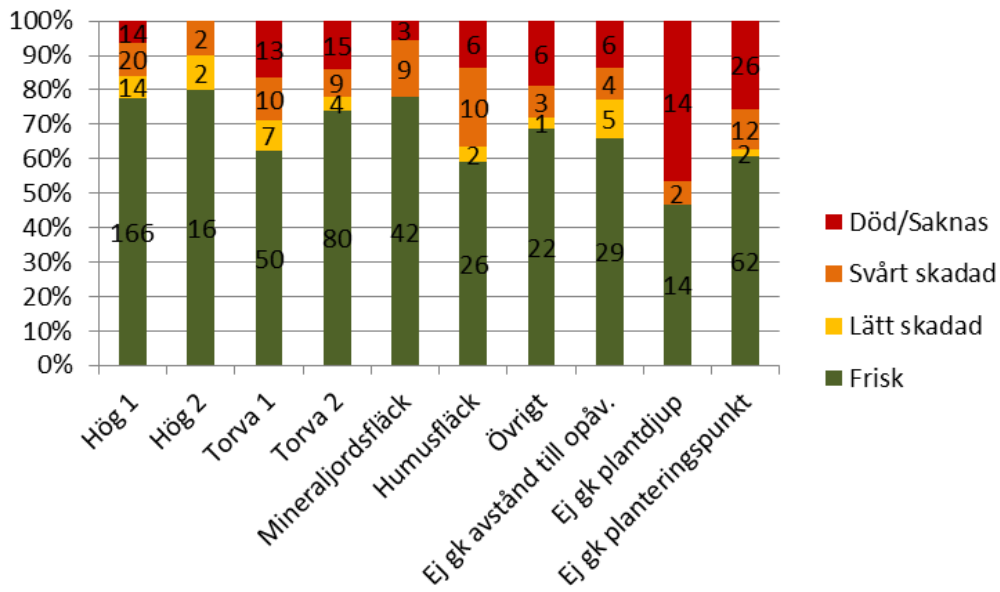
Figur 8. Tall, 5 768 st. plantor. Vitalitet per planteringspunkt, år 10. Siffrorna i staplarna avser antalet plantor inom respektive vitalitetskategori. Planteringspunkten ”mineraljord opåverkad” (8 st. plantor) visas ej.

För gran (3 968 st.) var andelen friska träd efter 10 år 51,5 %. Andelen lätta skador var 19,2 % och svåra skador endast 3,5 %. Döda eller saknade träd utgjorde 25,7 % av det totala antalet. Den vanligaste skadeorsaken för gran var angrepp av granbarrlöss (*Adelges spp.*) vilket hade registrerats som lätt skada och utgjorde 45,6 % av alla skador. Den näst vanligaste skadeorsaken var frostsador (18,4 %), följt av näringsbrist (5,7 %), ”annat träd” (5,4 %) och okänd skada (5,3 %). Mindre vanliga skadeorsaker var torka (3,9 %), älgskador (3,9 %), okänt ryggradsdjur (3,4 %), nedröjd (3,4 %) och blåsrost (2,5 %). Resterande skadeorsaker utgjorde < 2,7 % tillsammans och var fördelade på 7 olika kategorier. Precis som för tall tycktes skadorna drabba träden oberoende av planteringspunkt. Högst överlevnad hade punkterna *torva 1* (83 %) följt av *hög 1* med 82 % (Figur 9).



Figur 9. Gran, 3 968 plantor. Vitalitet per planteringspunkt, år 10. Siffrorna i staplarna avser antalet plantor inom respektive vitalitetskategori. Planteringspunkten ”mineraljord opåverkad” (14 st. plantor) visas ej.

Andelen frisk contorta var 69,6 % år 10 baserat på 743 st. utplanterade plantor. Andelen lätt skadade var 5,1 %, svårt skadade 11,1 % och döda eller saknade 14,1 %. Den vanligaste skadeorsaken var okänt ryggradsdjur (43,0 %) följt av älgskador (18,2 %) och okänd skada (17,4 %). Övriga registrerade skador av betydelse var gremeniella (8,3 %), knäcksjuka (5,0 %) och snöskytte (5,0 %). Resterande observationer (4 st.) utgjorde tillsammans < 3,3 % av det totala antalet skador. Av de 20 planterade plantorna i *hög 2* hade ingen dött eller rapporterats saknad. Näst bäst överlevnad uppvisade punkten *mineraljordsfläck* (94 %), tätt följt av *hög 1* med 93 % (Figur 10).



Figur 10. Contorta, 743 plantor. Vitalitet per planteringspunkt, år 10. Siffrorna i staplarna avser antalet plantor inom respektive vitalitetskategori. Planteringspunkten ”mineraljord opåverkad” (1 st. planta) visas ej.

8 Diskussion

8.1 Plantering och markberedning

Vid undersökning av måluppfyllelsen av antalet planterade plantor i relation till målet per ha visade sig få trakter ha levt upp till SCA:s krav på $\pm 5\%$ av antalet angivna plantor i traktdirektivet. Använd markberedningsmetod visade sig inte ha någon signifikant betydelse för hur väl planteringsmålet uppfylldes, till skillnad från trakternas variation för given markberedningsmetod (modell 1). Detta kan tolkas som att skillnaderna mellan trakterna hade större betydelse för hur väl planteringsmålet uppnåddes, snarare än det aktiva valet av markberedningsmetod. Även entreprenörernas markberednings- och planteringsprestationer kan ligga som delförklaring i skillnaderna mellan trakterna. Valet av markberedningsmetod är dock på intet sätt oviktigt. Om jämförelsen av markberedningsmetoder konsekvent hade gällt likartade terrängförutsättningar är det rimligt att tänka sig att det lättare hade gått att påvisa en skillnad i måluppfyllelse. Den skeva fördelningen mellan utnyttjad markberedningsmetod underlättade inte analysen. Endast 14 av 50 trakter var harvade. Med tanke på den areal som SCA föryngrar varje år vore det intressant att göra en motsvarande studie med ett större datamaterial från entreprenörernas egenkontroller av markberedningskvaliteten. Detta resultat får ses som en indikation för framtida hypotesprövning. Med tanke på att antalet trakter som levde upp till målet $\pm 5\%$ var få, så finns det dock anledning att fråga sig om detta krav är orimligt högt ställt. Målet tar heller ingen hänsyn till terrängfaktorer och markberedningsprestation.

Vid beaktande av andelen och antalet utnyttjade godkända planteringspunkter gjordes en mer omfattande analys där även terrängförhållandena vägdes in. Ytstrukturen visade sig ha en signifikant inverkan på både andelen och antalet godkända plantor. Detta är rimligt med tanke på att en mer ojämn markyta försvårar markberedning och plantering. Stenar, stubbar och hyggesavfall har i tidigare studier visat sig utgöra de största hindren vid markberedning (Bjännadal, 1990; Larsson, 2011). För antalet godkända plantor visade sig även trädslaget ha en signifikant inverkan. Att trädslag inkluderades i modellen över terrängförhållanden kan givetvis ifrågasättas, men när parametern uteslöts förändrades inte värdena för de andra parametrarna. Att trädslag gav utslag kan ses som att det förelåg en skillnad mellan vilka typer av marker som respektive trädslag användes. Att terrängförhållandena påverkar antalet plantor som planteras mer än andelen av dem som blir godkända är även logiskt, vilket förklarade varför trädslag gav utslag i den ena modellen men inte i den andra. Om terrängen inte medger några bra planteringspunkter så sjunker antalet utplanterade plantor, men kvoten mellan andelen godkända och icke godkända plantor förändras inte lika drastiskt.

Även om det inte gick att påvisa någon skillnad mellan markberedningsmetoderna i modell 2 uppträdde ändå synliga skillnader mellan markberedningsmetoderna för enskilda variabler. Vid olika ytstrukturer var kvoten mellan antalet godkända och icke godkända plantor alltid högre för harv vilket indikerade att plantörerna hade lättare att hitta godkända planteringspunkter på harvade trakter. Detta stämmer väl överens med en studie av Larsson (2011) som studerade utfallet efter markberedning med harv och högläggning i norra Norrland. Han fann bland annat att harvade trakter hade en högre andel godkända planteringspunkter jämfört med höglagda trakter på normal- och svårbearbetade marker. Antalet godkända planteringspunkter var även signifikant högre vid harvning jämfört med högläggning på jämförbara marker. Till skillnad från Larssons undersökning visar resultatet av denna studie på utfallet efter plantering. Uppgifter saknas om antalet skapade planteringspunkter efter markberedning.

8.2 Vitalitet och tillväxt

Totalt sett var överlevnadsgraden 10 år efter plantering ca 75 % för tall och gran, samt 86 % för contorta. Antalet provytor med contorta var dock få (endast 38 st) till skillnad från tall (269 st) och gran (192 st). Dessa siffror var något bättre än vad som uppmättes i en rikstäckande undersökning av 12 halvpraktiska granplanteringar. Överlevnaden efter högläggning var i den undersökningen 65 % efter fem växtsäsonger (Hallsby & Örlander, 2004). På två av de fyra planteringarna som låg i södra Sverige hade dock 60-80 % av plantorna dött pga. snytbagge. I ett mer vetenskapligt utformat experiment i Kullbäcksliden i Västerbotten var överlevnaden för gran 96 % på höglagda ytor och 95 % på harvade ytor, 10 år efter plantering. Motsvarande siffror för contorta var något lägre, 90 % på höglagda ytor, samt 86 % på harvade (Örlander et. al., 1998). Då ett vetenskapligt utformat experiment förutsätter en helt annan systematik i försöksupplägget jämfört med praktiska planteringar går det inte att jämföra dessa siffror rättvist, men de ger ändå ett visst perspektiv på överlevnadsgraden.

För andelen döda träd per provyta visade sig ytstrukturen och vegetationstypen ha en signifikant inverkan, liksom variationen mellan trakterna. Ytstruktur 2 var den vanligaste ytstrukturen och även den som visade sig ha sämst överlevnad. De övriga tre visade på en högre överlevnad, men klassningen visade inte på någon uppenbar trend vilket gör resultatet svårtolkat. Möjligtvis hade en jämnare förekomst av klassningarna förändrat bilden.

För vegetationstypen var resultatet tydligare. Samtliga vegetationstyper fanns representerade för både tall och gran. Att dödligheten var högre för örttyperna jämfört med ristyperna kan vara flera. Det är känt att konkurrens om vatten och näringsämnen i marken av i huvudsak kruståtel (*Deschampsia flexuosa*) utgör ett allvarligt hot mot plantorna de första åren efter plantering (Nilsson & Örlander, 1999). Gräsförekomst finns registrerat, men har inte undersökts i denna studie. Det är dock möjligt att vegetationskonkurrensen varit ett allvarligare problem på bördigare marker. Plantor omgivna av vegetation drabbas dessutom av snytbaggeskador i större omfattning (Petersson et. al., 2005). Snytbaggen är en allvarlig skadegörare på flera av SCA:s marker, vilket har rapporterats av bland annat Strömberg (2010).

Vid undersökning av planteringspunktens inverkan på trädhöjden år 10 var både planteringspunkt och trädslag av signifikant betydelse, liksom trakternas och provytornas egenskaper. Contorta som tidigare uppvisat högst överlevnad visade även på högst medelhöjd. Skillnaden i trädhöjd mellan tall och contorta på marker med samma ståndortsindex, dvs. SI 20-21 var 23 %. Denna skillnad var 7 procentenheter större jämfört med de genomsnittliga trädhöjderna. Det faktum att contortan drabbats av färre tillväxtnedläggande skador jämfört med tall har naturligtvis gett den ett extra försprång. Jansson & Näslund (1993) studerade effekter av markberedning 10 år efter plantering på fyra lokaler i Jämtland och fann en skillnad i höjdtillväxt på ca 6 % mellan tall och contorta på både höglagda och harvade ytor. Skillnader i stamvolym, oavsett ståndortsindex, har visat att contorta producerar drygt 30 % mer stambiomassa, baserat på data från yngre planteringar och äldre bestånd (Norgren, 1995).

Skillnaden i tillväxt mellan planteringspunkterna kan verka förvånande. Tidigare studier har gjort gällande att plantering i omvänd torva omgärdad med mineraljord ger en extra tillväxteffekt tack vare den komposteffekten som uppstår när humus och mineraljord blandas (Lundmark, 1988; Hallsby, 1995; Nordborg, 2001). Denna effekt är dock inte bestående och kan vara en förklaring till varför skillnaderna tycks vara relativt små efter 10 år. Planterade träd i omvänd torva har dock generellt sett växt bra, men det är noterbart att *hög 2* för alla

trädslagen redovisar en högre medelhöjd jämfört med *hög 1*. En mineraljordsyta ≥ 10 cm tycks således inte ha någon extra positiv inverkan på tillväxten. Det har sedan tidigare varit känt att plantor i omvänd torva lättare drabbas av uttorkning på ståndorter med låg humiditet (Örlander et. al., 1991). Ur denna synvinkel skulle den ökade mängden mineraljord kunna vara till nackdel för plantmaterialet eftersom mineraljorden lättare värms upp. Det är även möjligt att mineraljordstäckets tjocklek för *hög 1* jämfört med *hög 2*, till följd av kraftigare markberedning, men detta kan inte studien besvara. Få av trakterna ligger dock inom riskområdena för låg humiditet.

En annan skillnad var att granarna vuxit sämre i humus- och mineraljordsfläckarna jämfört med tall. Att gran missgynnas av för stora markberedningsfläckar, till skillnad från tall har påvisats i äldre studier (Söderström et. al., 1979). Även jämförelser mellan högläggning och fläckmarkberedning har visat att granen växer sämre i fläckarna jämfört med tall (Bjännal, 1990). En annan delförklaring kan ha att göra med vilka typer av marker som dessa trädslag använts på. Gran har i regel använts på fuktigare marker jämfört med tall och på fuktiga till blöta marker är det känt att plantering i fläckar är riskabelt (Adelsköld & Örlander, 1989). Marktemperaturen och markfuktigheten påverkas allt för lite i fläckarna på dessa marker. Är jordarten fin ökar dessutom risken för uppfrysning (Adelsköld & Örlander, 1989).

Intressant är även att de icke-godkända planteringspunkterna visade upp en högre gemensam medelhöjd jämfört med de godkända punkterna för gran och contorta. När detta kontrollerades mot ståndortsindex var resultatet inte lika entydigt. Medelvärde per ståndortsindex var lika ofta högre för de godkända punkterna och skillnaderna i tillväxt mellan de två kategorierna kan sammantaget sägas vara små. Det är samtidigt viktigt att tänka på att planteringspunkterna som avsåg planterade plantor där något av de tre huvudvillkoren ej var uppfyllda var en samling av plantor från en rad olika markberedda punkter. När medeltillväxten beaktas kan det vara en god tanke att också ha avgångsstatistiken i åtanke. Siffrorna avser alla levande träd och då har plantor som dött räknats bort. När avgångsstatistiken granskas syns tydligt att plantor i icke-godkända planteringspunkter generellt sett haft en högre avgång jämfört med de godkända punkterna. Detta samband testades dock aldrig i någon av modellerna. De flesta av avgångarna registrerades vid tidigare års inventeringar i plantstadiet och ligger utanför fokus i detta arbete.

Vad gäller skador så framstår contorta som det klart mest vitala trädslaget. Andelen friska träd var klart högst av de tre trädslagen och andelen döda eller saknade lägst. Contortans fördelar gentemot tall i ungskogsfasen har belysts tidigare av bland annat Norgren (1995). Framförallt klarar sig contortan bättre ifrån älgskador, något som drabbat tallarna hårt i denna uppföljning. Den vanligaste skadeorsaken på contorta var registrerad som ”okänt ryggradsdjur” ute i fält. Dessa skador härstammade i stort sett uteslutande från en ungskog i Norrbotten som inventerades hösten 2011 där träden hade ringbarkats strax ovanför marken. Dessa svåra skador var troligen orsakade av sork och sammanföll med det sorkår som orsakat stora skador på föryngringar i Norrland (Andersson, 2011). Noterbart är även att knäcksjuka registrerats som skada på contorta, vilket hör till ovanligheterna.

Till skillnad från contorta så var situationen för tall desto mer dystert, som tidigare antytts. Älgskador, men även knäcksjuka har drabbat tallarna hårt. Färska betesskador på toppskott, barknag och stambrott har registrerats som svåra skador. Skador på sidogrenar har registrerats som lätta skador. Arvidsson (2002) undersökte om älgskador drabbade tallarna olika hårt beroende på planteringspunkt, men fann inget statistiskt samband 10-11 år efter plantering. Detta tycks även vara fallet i denna studie, men hypotesen har inte prövats

statistiskt. Knäckesjukan som angriper årsskotten på tall förekom som regel alltid på trakter med förekomst av asp. Löfstrand (2009) fann att mängden sporer av svampen som orsakar knäckesjukan var mångdubbelt fler i aspslyet jämfört med de fullvuxna asparna på nio infekterade föryngringar i Västerbotten. Löfstrand gjorde därför gällande att det är mängden aspsly och inte de kvarvarande asparna som i första hand orsakar knäckesjukan på tall.

Tall och gran påminde om varandra på så vis att andelen döda eller saknade träd låg kring en fjärdedel av antalet träd, men tall hade betydligt fler svåra skador jämfört med gran. Granen drabbades i huvudsak av lättare skador. Nära hälften av alla skador var orsakade av granbarrlöss vilka bildade gallbildningar på granarnas årsskott. Deras negativa inverkan på granarna kan dock troligtvis betraktas som försumbar (Lindelöw, 2012). Möjlighet finns dock att följa upp de drabbade träden vid en eventuell framtida inventeringsomgång. Förutom granbarrlöss förekom även en hel del lättare frostsador på vissa lokaler.

Viktigt att komma ihåg när dessa siffror över tillväxt och vitalitet beaktas är att fördelningen mellan antalet plantor och planteringspunkt är mycket ojämnt beroende på den prioritetsordning som gäller vid val av planteringspunkt. Dessa data är inte baserade på experimentella försök utan genom praktiska planteringar. Plantörerna har strävat efter att utnyttja de bästa punkterna enligt instruktion och därför har de olika planteringspunkterna utnyttjats i mycket skiftande omfattning. Resultaten från planteringspunkter med mycket få antal plantor måste därför tolkas försiktigt.

8.3 Felkällor vid inventering

Materialet till detta examensarbete bygger på information om 10 479 st. plantor som planterades mellan åren 1998-2001. Att uppgifter om vitalitet och höjdtutveckling baseras på uppgifter från varje enskild planta är en ovanlig precision för ett så pass stort datamaterial. Trots detta är det oundvikligt att det även smyger in vissa fel och förenklingar när det gäller datainhämtningen beroende på olika omständigheter. De saker som kommer att nämnas är kopplade till den 10-årsinventering som utfördes åren 2010 och 2011.

För det första inventerades årgångarna 1998-2000 alla under år 2010. Två av årgångarna var således äldre än 10 år. För att kompensera för den extra höjdtillväxten räknades höjden upp till aktuellt årsskott. Vitaliteten avser dock i själva verket åldrarna 12 och 11 år för årgångarna 1998 och 1999. Vad gäller skillnader mellan årgångarna så har årsmånseffekter ej heller undersökts. Årsmånen kan ha uppvisat betydande skillnader mellan olika lokaler och år vilket inte går att utläsa i denna rapport. Att planteringsdatum saknades för flera trakter försvårade även möjligheten att analysera lokalklimatets inverkan på plantetableringen.

Ett problem som drabbade registreringen av höjder vid inventeringen 2011 var att en ny applikation infördes för registrering och bearbetning av data. Höjder över 300 cm kunde inte registreras vilket gjorde att höjderna fick avse närmaste decimeter för att sedan omvandlas till centimeter i databasen. För höjder över 50 dm kunde endast närmaste 5 dm användas vilket gjorde att höjderna för exempelvis flera snabbväxande contortatallar inte är lika precist uppmätt som övriga träd. Detta kan ha gett upphov till systematiska fel i höjdmätningen, men medelhöjderna borde vara väntevärdesriktiga.

8.4 Resultatens allmängiltighet

Den utläggningsstrategi som SCA Skog tillämpar leder till en koncentrerad av trakter där markinnehavet är som störst kring mellersta Norrland. En vetenskaplig utläggning hade förmodligen fokuserat mer på naturliga gradienter i landskapet och försökt uppnå en jämnare spridning av trakter. Denna skillnad är förståelig och viktig att bära med sig när resultatet tolkas. Variationen i traktegenskaper och trädslagsanvändning speglar tillståndet för SCA Skog och uttrycker en slags proportionalitet till deras rådande förutsättningar.

Det faktum att resultaten baseras på data från praktiska föryngringar och inte experimentellt utlagda och kontrollerade försök begränsar möjligheten att använda resultaten i ett vidare perspektiv. De föryngringsmetoder som valts för respektive trakt har gjorts utifrån aktiva val och inte genom slumpmässig utlottning. Att jämföra markberedningsmetoder och plantornas utveckling som gjorts i denna studie är därför inte en vetenskapligt vattentät metod och resultaten och de uppmätta signifikansnivåerna bör därför tolkas konservativt och inte betraktas som allmängiltig vetenskap. Resultaten skulle dock kunna användas för att testa hypoteser i mer vetenskapligt utformade försök.

En annan svaghet som bör nämnas kopplat till resultatens allmängiltighet är det faktum att de testade variablerna ofta samvarierade. Detta gjorde att de uppmätta p-värdena kunde ändras beroende på vilka variabler som testades. I ett kontrollerat försök undviks samvariation genom att manipulera och kontrollera de faktorer som tros orsaka ett visst tillstånd. När variabler är beroende av varandra kan det lättare uppstå förvirring om vad som är orsakssambandet. Exempelvis visade sig vegetationstypen vara av signifikant betydelse för trädens överlevnad, men orsaken kan ha varit vegetationstyp i kombination med exempelvis jordart och fuktighet, eller enbart jordart.

Nackdelarna med de vetenskapliga begränsningarna till trots, så erbjuder dock denna praktiska uppföljning av den löpande verksamheten andra fördelar, vilket också var inriktningen. Studien har gjort det möjligt att se effekterna av mänskliga beslut och vilka resultat som kan förväntas av skogsodlingsmaterial i praktiken. Resultaten ger på så vis en mer rättvis bild av verkligheten och det dagliga skogsarbetet jämfört med de experimentellt upplagda försöken. Materialet omfattar också en betydligt större datamängd och fler trakter än vad som hade varit ekonomiskt försvarbart i ett vetenskapligt experiment.

8.5 Uppföljningsrutinen "fasta provytor"

Det finns saker som SCA Skog skulle kunna göra för att förbättra den uppföljningsrutin som denna studie baserats på. Fokuseringen på att lotta ut trakter efter i vilken omfattning varje trädslag utnyttjas leder till att contortan missgynnas. Behovet av kunskap kring de olika trädslagen torde inte vara direkt proportionellt mot trädslagsanvändningen.

Kopplingen mellan plantmaterialet från plantskolan och uppföljningen i fält kan bli bättre. Förutom planteringsdatum finns det flera andra aspekter av plantmaterialet som vore intressant att analysera, men som idag är omöjligt då det inte går att spåra exakt vilken plantomgång som använts. Fler uppgifter om markberedningens kvalitet vore också en tillgång. Denna rapport har inte kunnat belysa plantörernas arbete i relation till kvaliteten på utförd markberedning. Ett enkelt sätt att åtgärda detta vore att räkna antalet godkända markberedningspunkter per provyta vid nyutläggning av provytor inom en trakt.

Uppgifter om GROT-uttag saknas också för alla trakter, trots att funktionen finns i fältapplikationen. Detta borde absolut göras för varje trakt och vore värdefull information på sikt för att kunna undersöka eventuella skillnader i tillväxt, men skulle även kunna användas för att studera hyggesavfallets inverkan på markberedningen. Uppgifter om det tidigare slutna beståndet innan avverkning saknas idag, något som också skulle kunna vara relevant.

8.6 Praktiska rutiner och instruktioner

När det gäller det praktiska markberednings- och planteringsrutinerna har denna studie visat på en del av de svårigheter som kännetecknar föryngringsprocessen. Svårigheterna skiljer sig åt beroende på terrängfaktorer och ståndort. Att plantörerna haft svårare att hitta godkända planteringspunkter på höglagda trakter är möjligtvis en kunskap som SCA Skog redan beaktat då användningen av högläggning idag inte är av samma proportioner som i denna studie. Möjligtvis har högläggning valts felaktigt på vissa trakter, men detta kan inte förklara alla skillnader. Vilken potential det finns i att justera högläggningsaggregatet, beroende på markförutsättningar, så att det går att uppnå fler godkända planteringspunkter och därmed underlätta för plantörerna att uppnå rätt antal godkända plantor, är möjligtvis något som det går att jobba vidare med. Då utvecklingen medför att allt fler uppföljningsrutiner kan lagras elektroniskt är det möjligt att en större återkoppling mellan markberedning och plantering kan uppnås i framtiden.

Att få plantorna att överleva på ståndorter med örttyper visade sig vara svårare jämfört med mer triviala ståndorter. De bakomliggande orsakerna är inte noga utredda och det är tveksamt om skillnaden motiverar några ändringar av föryngringsrutiner. Dock är marker med hög bonitet betydelsefullare ur produktionssynpunkt och detta kan motivera att större resurser läggs på att åstadkomma en hög produktion på dessa ståndorter. Samtidigt är det möjligt att andelen självföryngrade träd är större på dessa ståndorter, vilket skulle kunna kompensera en högre dödlighet hos kulturplantorna.

I dagsläget använder sig SCA Skog av enkla markberednings- och planteringsinstruktioner som är tydliga och lätta att ta till sig. En skillnad mellan dessa två är att plantering i mineral- och humusfläck inte är godkända markberedningspunkter på fuktiga marker, medan de i planteringsmanualen inte är godkända planteringspunkter på trakter med gran. Då granarna har visat sig växa sämre i fläckarna, men detta till viss del förmodligen har att göra med just markfuktigheten, kan det kännas motiverat att ändra planteringsmanualens villkor. På friska marker där gran planteras lär inte problematiken vara densamma. Viktigt att tänka på är också vilka planteringspunkter som erbjuds i praktiken. Om inte plantering i omvänd torva kan ske, är det då bättre att plantera glest istället för att utnyttja fläckarna eller andra alternativa punkter? SCA Skog tillämpar krav för både vad som ska räknas som en godkänt planterad planta, men även krav på att plantantalet får variera max $\pm 5\%$ från angivet mål i traktdirektivet. Rimligtvis borde täthetsmålet på traktnivå väga tyngre. I vilken utsträckning plantörerna utnyttjar sämre planteringspunkter än de som medges är dessutom något som bokförs i entreprenörernas egenkontroller. Detta mått sätter plantörernas arbete i relation till utförd markberedning, vilket inte andelen godkänt planterade plantor gör på samma vis.

Gällande skadeorsaker är 10 så är det framförallt skadorna på tall som sticker ut. Att åtgärda problemen med älgskador är inget som låter sig göras på beståndsnivå på ett kostnadseffektivt och enkelt sätt. I vilken mån arbetsrutiner och instruktioner ska anpassas efter älgstammens storlek, eller SCA ska klara av att reglera älgstammen efter de egna målen är något av en strategisk fråga. Om det nya älgförvaltningssystemet kommer att leda till några framsteg när det gäller att få bukt med älgskadorna återstår att se. En annan vanlig skadeorsak på tall var

knäckesjuka. Sjukdomen var allmänt utbredd där tall förekom tillsammans med asp. Möjligtvis går det att ta hänsyn till förekomst av asp i större utsträckning vid val av trädslag i förnyngsplaneringen. Skadorna på gran var lindriga och känns därför inte lika prioriterade. Med utgångspunkt från erfarenheterna av inventeringen år 10 skulle dock frostsador ha kunnat undvikas i större utsträckning genom att spara en lågskärm av löv vid röjning på frostlänta lokaler (Odin et. al., 1984).

8.7 Förslag till vidare studier

Detta är det första examensarbete som utförts med dessa företagsdata till grund. Möjligheten att analysera andra aspekter av informationen i databasen är goda, dock underlättar vissa grundläggande kunskaper i databashantering då informationen finns lagrad i ett flertal olika tabeller på en SQL-server.

Exempel på tänkbara uppslag kopplat till markberedning vore exempelvis att undersöka hur olika typer av markberedning påverkar förekomst av självföryngrade träd och att jämföra de tvåradiga maskinaggregat som använts för dessa trakter jämfört med dagens. Då de studerade markberedningsmetoderna dessutom haft svårt att lyckas på marker med besvärlig ytstruktur samt att plantöverlevnaden varit dålig på marker med örttyp vore det även intressant att undersöka vad en grävmaskin, eller dylikt, hade presterat på motsvarande ståndorter och när det vore motiverat att använda.

När det gäller vitalitet och tillväxt vore det intressant att undersöka kvalitetsaspekter av tall och se vilka effekter som älgskadorna och knäckesjukan ger på sikt. I databasen finns uppgifter om förekomst av sprötkvist för varje träd, något som inte undersökts närmare. En kartläggning av de mest betydande skadeorsakerna för respektive inventeringsår och trädslag skulle också vara intressant information. Genom att göra detta skulle en större helhetbild uppnås om vilka skador som har störst betydelse i plant- och ungsföryngringsfasen. I databasen finns även uppgifter om gräsförekomst per provyta. Detta skulle kunna användas för att undersöka vegetationskonkurrensens inverkan på plantöverlevnaden.

Från och med hösten år 2013 kommer samtliga årgångar som ingår uppföljningsrutinen att kunna vara färdiginventerade. Detta material torde vara intressant för de nämnda uppslagen och en rad andra. Förhoppningsvis har detta examensarbete visat på några av de möjligheter som finns, men även vad som kan vara värt att tänka på.

9 Slutsatser

9.1 Plantering och markberedning

- Ingen signifikant skillnad mellan markberedningsmetoderna harv och högläggning kunde påvisas med avseende på planteringsmålet om totalt antal planterade plantor per hektar och trakt. Trakternas variation för given markberedningsmetod var dock av signifikant betydelse. Undersökningen begränsades till viss del av att antalet harvade trakter var få jämfört med antalet höglagda.
- På höglagda trakter utnyttjades en högre andel icke-godkända planteringspunkter av plantörerna jämfört med på harvade objekt. Detta berodde förmodligen på att högläggarna inte lyckades skapa tillräckligt många godkända planteringspunkter, vilket gjorde att plantörerna valt att utnyttja alternativa punkter för att undvika att plantera för glest.
- Ytstrukturen visade sig ha en signifikant inverkan på antalet godkända och andelen godkända plantor. En ojämna ytstruktur bidrog i regel till ett sämre planteringsresultat, vilket är rimligt då en ojämna ytstruktur generellt sett försvårar markberedning och plantering.
- Trädslaget visade sig vara av signifikant betydelse för antalet godkända plantor. Trakter planterade med tall hade i snitt ett större antal godkända plantor, men skillnaden berodde förmodligen främst på vilka trädslagen använts. Detta kan alltså ha varit en effekt av samvariation med vissa ståndortsegenskaper.

9.2 Vitalitet och tillväxt

- Ytstrukturen och vegetationstypen, liksom variationen mellan trakterna, visade sig vara av signifikant betydelse för andelen döda träd, år 10. Ytstruktur 2, motsvarande *jämn mellanklass*, var den vanligast förekommande ytstrukturen, men även den med störst andel döda träd (25,8 %). Vegetationstyper som indikerande en högre bonitet visade generellt sett på en högre dödlighet. Skillnaden var tydligast mellan ristyperna och örttyperna för tall och gran. Förklaringen kan ligga i en samvariation med andra ståndortsfaktorer.
- Planteringspunkten, trädslaget, provytornas- och trakternas variation var 10 år efter plantering av signifikant betydelse för trädens uppmätta höjder. Höjdskillnaderna mellan de på förhand godkända punkterna enligt instruktion och de icke godkända punkterna var dock obetydliga för de tre trädslagen. Detta gällde de träd som fortfarande levde. Om avgångarna räknas in blir skillnaderna i total produktion per planteringspunkt större.
- Tall växte betydligt bättre i humus- och mineraljordsfläckarna jämfört med gran. Äldre studier har gjort gällande att gran missgynnas av plantering i fläckar. Då gran använts i högre utsträckning på fuktiga till blöta marker kan detta ha varit en annan delförklaring. Plantering i fläck är ett sämre alternativ på fuktiga och finjordsrika marker, där gran ofta kommer till användning.

- Andelen levande träd per planteringspunkt år 10 skilde sig tydligt mellan planteringspunkterna. Plantering i omvänd torva med ett lager av mineraljord visade sig vara det säkraste valet med avseende på överlevnad, oberoende av trädslag. Då skillnaderna efter 10 år tycks vara relativt små när det gäller höjdtillväxt, men desto större när det gäller överlevnad, torde det vara mest aktuellt att plantera med fokus på att få plantorna att överleva.
- Tall uppvisade lägst andel friska träd år 10 (42,4 %), att jämföra med gran (51,5 %) och contorta (69,6 %). Främst var skadorna på tall orsakade av älg, men även knäcksjuka. Gran drabbades mest av lättare skador, ofta orsakade av granbarrlöss följt av frostsador. Barknag på stammar orsakade av sork, men även älg, var contortans vanligaste skadeorsak.

10 Referenser

- Adelsköld, G. & Örlander, G. (1989), *Val av planteringspunkt*. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse 1989:8.
- Arvidsson, J. (2002), *Älgbetning i tall och contortaplanteringar i Västerbottens inland: Inverkan av markberedning och val av planteringspunkt*. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Examensarbete 2002:4.
- Bergquist, J., Eriksson, A. & Fries, C. (2011), *Polytax 5/7 återväxttaxering - Resultat från 1999-2009*. Skogsstyrelsens förlag. Jönköping. 31 s. Rapport 2011:1. ISSN 1100-0295.
- Bjännadal, J. (1990), *Bättre skogsodlingar – teori och praktik*. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Institutionen för skogsskötsel. Examensarbete 1990:4.
- Björklund, N. Nordlander, G. & Bylund, H. (2003), *Host-plant acceptance on mineral soil and humus by the pine weevil *Hylobius abietis* (L.)*. Agricultural and Forest Entomology 5: s 61-65.
- Brunberg, T. & Thor, Magnus. (2010), *Produktiviteten i gallring och slutavverkning 2008-2009*. SkogForsk, Uppsala. Resultat 2010:10.
- Grossnickle S.C. (2000), *Ecophysiology of northern spruce species: The performance of planted seedlings*. NRC Research press, Ottawa, Ontario, Canada. 409 s.
- Hallsby, G. (1995), *Field performance of outplanted Norway spruce: effects of organic matter amendments and site preparation*. Can. J. For. Res. 25(8): s 1356–1367.
- Hallsby, G. & Örlander, G. (2004), *A comparison of mounding and inverting to establish Norway spruce on podzolic soils in Sweden*. Forestry 77: s 107–117.
- Jansson, E. & Näslund, B-Å. (1993), *Markberedningens inverkan på produktionen – Data från 10 års-revision av Rätanförsöket*. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Institutionen för skogsskötsel. Arbetsrapport 1993:72.
- Johansson, S. (2011), *Genombrottet*. Vision (1)3, s 24-25. ISSN 2000-8988.
- Langvall, O. (2000), *Interactions between Near-Ground Temperature and Radiation, Silvicultural Treatments and Frost Damage to Norway Spruce Seedlings*. Doktorsavhandling. Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp. Silvestria 140.
- Langvall, O., Nilsson, U. & Örlander, G. (2001), *Frost damage to planted Norway spruce seedlings – influence of site preparation and seedling type*. For. Ecol. Manage. 141(3): s 223–235.
- Larsson, A. (2011), *Val av markbehandlingsmetod inom Sveaskogs innehav i norra Sverige*. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Examensarbete 2011:9.
- Lindelöw, Å. (2011), *Skadebeskrivning granbarrlös*. [Online] Tillgänglig: <http://www-skogsskada.slu.se/> [2011-11-30]

- Lundmark-Thelin, A. (1988), I: Lundmark, Jan-Erik, Skogsmarkens ekologi, ståndortsanpassat skogsbruk del 2-tillämpning. Skogsstyrelsens förlag. Jönköping.
- Långström, B. & Day, K. R. (2004), *Damage control and management of weevil pests, especially Hylobius abietis: Bark and wood boring insects in living trees in Europe: a synthesis*. (ed. by F. Lieutier, K.R. Day, A. Battisti, J-P. Gregoire & H.F. Evans), s 415-444. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
- Löfstrand, M. (2009), *Är förekomst av knäckesjuka i tallföryngringar mindre på stora naturvårdsaspar än på aspsly?* Sverige lantbruksuniversitet, Umeå. Examensarbete 2009:17.
- Nilsson, U. & Örlander, G. (1995), *Effects of some regeneration methods on drought damage of newly planted Norway spruce seedlings*. Can. J. For. Res. 25, s 790–802.
- Nilsson, U. & Örlander G. (1999), *Vegetation management on grass dominated clearcuts planted with Norway spruce in southern Sweden*. Can. J. For. Res. 29, s 1015-1026.
- Nordborg, F. (2001), *Effects of Site Preparation on Soil Properties and on Growth, Damage and Nitrogen Uptake in Planted Seedlings*. Swedish University of Agricultural Sciences. Acta universitatis agriculturae sueciae. Silvestria 195.
- Norgren, O. (1995), *Growth differences between Pinus sylvestris and Pinus contorta*. Doktorsavhandling. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel, Umeå. ISBN 91-576-5003-9.
- Odin, H., Magnusson, B. & Bäckström, P-O. (1984), *Effect of low shelterwood on minimum temperature near the ground*. I: Perttu, K. Management of forest biomass production systems. Institutionen för ekologi och miljövard, Uppsala. Rapport 15, s 77-79.
- Petersson, M., Örlander, G. & Nordlander, G. (2005), *Soil features affecting damage to conifer seedlings by the pine weevil Hylobius abietis*. Forestry 78, s 83-92.
- Rune, G. (2003), *Slits in container wall improve root structure and stem straightness of outplanted Scots pine seedlings*. Silva Fennica 37, s 333–342.
- Sahlén, K. & Goulet, F, (2002), *Reduction of frost heaving of Norway spruce and Scots pine seedlings by planting in mounds or in humus*. New Forests 24, s 175–182.
- SCA Skog. (2009), *Etablering av ny skog*, Skogsskötselhandboken, kapitel 5. Intern publikation. SCA Skog. Sundsvall. 5 s.
- SCA Skog. (2011), *Mål och strategi för skogshushållning och skogsskötsel*. SCA Skog. [Online] Tillgänglig: <http://www.sca.com/sv/skog/natur-och-miljo/certifierat-skogsbruk/fsc/maf-for-skogshushallning-och-skogsskotsel/> [2012-01-30]
- Sjödin, A. (2009), *Kvalitetsuppföljning av markberedning, Mellanskog Skogsägarna, Region Syd*. Sveriges lantbruksuniversitet, Skinnskatteberg. Examensarbete 2010:18.

- Skogsstyrelsen. (2007), Skogsvårdslagen, handbok. Skogsstyrelsens förlag. Jönköping. 76 s. ISBN 91-88462-59-5.
- Skogsstyrelsen. (2010), *Skogsvård och miljöhänsyn*, Skogsstatistisk årsbok. Del 6, s 127-158. Skogsstyrelsens förlag. Jönköping.
- Strömberg, E. (2010), *Angrepp av snytbagge och svart granbastborre i Norrland: skadeläget på SCA:s marker en vegetationsperiod efter plantering*. Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå. Examensarbete 2010:16.
- Strömberg, C., Claesson, S., Thuresson, T. & Örlander, G. (2001), *Föryngring av skog – metoder, åtgärder och resultat*. Skogsstyrelsens förlag. Jönköping. Rapport 8D.
- Söderström, V. (1976a), *Markvärme- en minimifaktor vid plantering*. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Redogörelse, 1976:6, s 16-22.
- Söderström, V. (1976b), *Analys av markberedningseffekterna vid plantering på några färska hyggen*. Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift 1976:2/3, s 59–333.
- Söderström, V., Bäcke, J., Byfalk, R. & Jonsson, C. (1978), *Jämförelse mellan plantering i jordratter och efter andra markberedningsmetoder*. Skogshögskolan. Institutionen för skogsskötsel, Umeå. Rapporter och uppsatser 1978:11.
- Söderström, V. (1979), *Ekonomisk skogsproduktion, del 2 Föryngring*. LT:s förlag, Stockholm, 1979, s 246-507.
- Söderström, V., Jonsson, C. & Byfalk, R. (1979), *Optimal fläckstorlek vid markberedning för plantering – ett principförsök*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel, Umeå. Interna rapporter 1979:2.
- TNC. (1994), Skogsordlista. Sveriges skogsvårdsförbund. Tekniska nomenklaturcentralen (TNC). Tekniska nomenklaturcentralens publikationer, nr 96.
- Örlander, G (1986), *Effects of planting and scarification on the water relations in planted seedlings of Scots pine*. Stud. For. Suec. 173, s 1-17.
- Örlander, G., Gemmel, P. & Wilhelmsson, C. (1991), *Markberedningsmetodens, planteringsdjupets och planteringspunktens betydelse för plantors etablering i ett område med låg humiditet i södra Sverige*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel, Umeå. Rapport 1991:33.
- Örlander, G., Hallsby, G., Gemmel, P. & Wilhelmsson, C. (1998), *Inverting improves establishment of Pinus contorta and Picea abies – 10-year results from a site preparation trial in northern Sweden*. Scandinavian Journal of Forest Research 13, s 160–168.

Muntlig referens

Andersson, M. (2011), Personligt meddelande. Magnus Andersson. Skötselspecialist, SCA Skogs Skogsvårdsavdelning. 2011-10-05.

11 Bilaga

Tabell 8. Trakternas koordinater och klimatiska data avseende samtliga trakter som ingår i arbetet.

ID	Traktnamn	Areal (ha)	Höh (m)	Koordinater RT 90	Latitud (N)	Tempsumma
7	Stuguns kraftverk 2	15,2	225	700-149 56-11	63,1°	991
8	Holmsåsen	35,3	410	691-147 91-61	62,2°	880
9	Buskrånet	64,2	420	691-151 82-22	62,2°	873
10	Nyfäboåsen	12,3	300	695-157 94-98	62,7°	952
15	Billtjärnhöjden	11,8	260	701-159 91-13	63,2°	956
16	Alaviken	40,1	290	711-149 96-63	64,0°	883
17	Storhöjden S.V.	13,3	328	707-150 20-34	63,7°	874
18	Gåssjöhöjden	11,5	400	706-149 09-84	63,6°	821
21	Isaktorp	32,9	495	715-156 33-81	64,4°	699
22	Båsberget	15,8	319	707-156 64-61	63,7°	880
23	Kilen vägslut	8,4	135	727-175 42-51	65,4°	941
24	Dammselet	12,1	130	734-179 80-14	66,1°	912
25	Mettjärn	7,8	238	737-173 19-77	66,4°	809
30	Kuusivaara 96	20,1	255	743-178 78-09	66,9°	766
32	Turetorpet	10,2	327	701-151 17-00	63,2°	904
33	Strandvägen	8	333	704-157 22-12	63,5°	893
34	Turträsk	18,6	220	735-171 90-41	66,2°	829
35	Brandbärgsberget	7,8	110	734-178 67-26	66,0°	928
37	Hedmark, nya vägen	15,5	373	718-159 92-94	64,7°	782
38	Kronförråden	10,5	175	723-173 57-63	65,0°	926
39	Nils-Larsa vägen	15,3	332	705-142 15-62	63,3°	949
41	Mörtkullnäset N.V	11,3	305	708-151 91-32	63,8°	885
42	Gäddjärnen	8,6	401	699-147 82-56	63,1°	850
43	Narahöjden	16,9	374	697-153 48-02	62,7°	883
44	S. Äggskalsnäset	14,9	347	694-146 63-34	62,6°	919
45	Korrbäcken	7,7	153	688-157 85-51	62,1°	1106
47	Degertjärnsvägen	12,6	202	693-152 45-95	62,5°	1044
49	Holmsjöåsen	11,9	435	691-147 76-65	62,2°	861
50	Draviken	10,8	282	696-157 05-34	62,7°	966
52	Åsmyrbäcken 1/2	7,9	350	696-149 16-33	62,7°	909
53	S.V Råkberget	8,9	333	699-151 20-74	63,0°	943
55	Kilåmon	5,8	200	704-154 22-42	63,3°	994
57	Skirsjöedet	7,7	250	711-151 14-34	64,0°	920
59	Skogsjön	32,7	500	710-141 44-35	64,0°	718
61	Östra Fjärdekullen	18,2	330	710-156 19-34	64,0°	859
66	V-Katrineholmsvägen	19	408	705-139 83-86	63,6°	816
67	Siksele N.V	17	406	706-151 86-47	63,7°	939
68	Nördertjärn	28	344	711-152 14-37	64,0°	842
70	Äihämäjoki	7	121	744-180 44-53	66,9°	874
71	Kvarnträsk	9	410	735-169 23-81	66,2°	676
72	Granbergsmymren	12	190	736-175 45-76	66,3°	853
74	Åselsliden	16	315	724-172 36-02	65,2°	807
75	Gårelhöjden	13	223	705-155 68-16	63,6°	968
76	S.Vackerlandsjön	11	344	697-153 13-66	62,7°	910
77	Lappbrännorna	11	300	702-159 22-01	63,2°	922
78	Hälltjärn	5	349	696-150 51-12	62,7°	910
79	Normyrvägen	10	335	696-144 10-98	62,7°	871
80	Stensnornäset	10	390	699-146 48-39	63,0°	861
81	Habborsberget	14	359	697-158 58-28	62,7°	896
82	Bodberget	27	317	693-154 04-55	62,3°	951

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2012:1 Författare: Liisa Sars
Röjningsformens effekt på den yttre kvalitén hos björkstammar när beståndet närmar sig första gallring
- 2012:2 Författare: Daniel Timblad
Kvalitet och skador i tallungskog efter röjning vid olika stubbhöjder
- 2012:3 Författare: Aron Sandling
Epiphytic lichen flora in a boreal forest chronosequence
- 2012:4 Författare: Elsa Bengtsson
Leaf area index in *Vitellaria Paradoxa* parklands in Burkina Faso estimated by light interception and leaf sampling
- 2012:5 Författare: Tomas Jansson
Estimation of reindeer lichen biomass by image analysis
- 2012:6 Författare: Axel Eriksson
Röjningsformens effekt på tallens (*Pinus sylvestris* L.) tillväxt och kvalitetsegenskaper
- 2012:7 Författare: Björn Henningsson
Inverkan av röjning och gödsling på mikrofibrillvinkeln i tallens (*Pinus sylvestris* L.) ungdomsved
- 2012:8 Författare: Sophie Casetou
The inter- and intra- specific variability of charcoal traits in boreal ecosystems
- 2012:9 Författare: Andreas Hagenbo
Allelopathic effects of *Calluna vulgaris* on *Pinus sylvestris* and *Populus tremula*
- 2012:10 Författare: Mikael Öhman
Utveckling av ett GIS-verktyg för selektion av bränningstrakter – en studie genomförd på SCA-skogs marker inom Medelpads skogsförvaltning
- 2012:11 Författare: Klara Joelsson Hedemyr
Soil organic carbon and infiltrability in relation to distance from trees (*Vitellaria paradoxa*) with and without termite mounds in a parkland of central Burkina Faso
- 2012:12 Författare: Felicia Olsson
Tame animals in the wilderness – livestock grazing around summer farms in Jämtland, boreal Sweden 1800-2011
- 2012:13 Författare: Jonas Sjödin
Undersökning av självspridning av contortatallen i norra Sverige
- 2012:14 Författare: Nils Henriksson
Measuring N uptake and transport in *Pinus sylvestris* to estimate mycorrhizal transfer efficiency. A tracer/fertilizer experiment in northern Sweden
- 2012:15 Författare: Mikael Sörhult
Influence of prescribed burning and/or mechanical site preparation on stand stem density and growth of Scots pine stands above the Arctic Circle: - results 9-19 years after stand establishment
- 2012:16 Författare: Per-Olof Nordin
NPK+ och blå målklassning – indikatorer på vattenkvalitet?

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