



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2010:08

Tillväxt för skogssådd och plantering fram till röjning och första gallring

- förnyingsmetodernas potential att uppfylla olika produktionsmål

*Growth and yield for direct seeding and planting
at the time of pre-commercial thinning and first thinning*

- the potential of the regeneration methods to fulfill different production goals

Linda Magnusson



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2010:08

Tillväxt för skogssådd och plantering fram till röjning och första gallring - förnyngningsmetodernas potential att uppfylla olika produktionsmål

*Growth and yield for direct seeding and planting
at the time of pre-commercial thinning and first thinning*

- the potential of the regeneration methods to fulfill different production goals

Linda Magnusson

Nyckelord / Keywords:

Tall, sådd, plantering, tillväxt / *Pine, direct seeding, planting, growth*

ISSN 1654-1898

Umeå 2010

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*

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

Examensarbete i skogshushållning / *Master of Science thesis, EX0481, 30 hp, avancerad D*

Handledare / *Supervisor:* Urban Bergsten

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

Extern handledare / *Supervisor:* Anders Tolblad, Holmen Skog

Examinator / *Examiner:* Anders Karlsson

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.

Sammanfattning

Holmen Skog nyttjar i stor utsträckning både sådd och plantering, varje år används sådd på omkring 20 % av föryngringsarealen. Företaget önskar sig dock mer kunskap om hur tillväxten skiljer sig åt över tiden mellan skogssådd och plantering. Syftet med studien var därför att jämföra tillväxt för skogssådd och plantering inför röjning och inför första gallring samt att undersöka hur väl olika produktionsmål kan uppfyllas genom valet av stamtäthet vid anläggnings- eller röjningstillfället. Studien genomfördes på Holmens Skogs egen mark, distrikt Umeå och Norsjö i Västerbottens län. Sådda bestånd parades med planteringar. Beståndsanläggningstidpunkt, ståndortsegenskaper och geografisk närhet var de viktigaste urvalskriterierna. Beståndstäthet, medel- och högsta höjd, stamvolym och biomassa jämfördes för de två föryngringsmetoderna samt användes för att uppskatta framtida netto vid första gallringen vid stickväg för olika anläggnings- och skötselregimer med olika produktionsmål (stamved (2300 stammar (st) ha⁻¹), kombinationsmål (3500 st ha⁻¹) och biomassamål (7000 st ha⁻¹).

Beståndstätheten var generellt högre för sådda bestånd men planterade bestånd uppvisade i medeltal högre värden för höjd, stamvolym och biomassa (dock med få statistiskt säkerställda skillnader). Detta gällde så länge "normala" omständigheter var rådande, vid exv. höga skadefrekvenser (älg, snö, rostsvampar) kunde förhållandena mellan sådd och plantering skifta. Från röjningstidpunkten till första gallring minskade skillnaden i tallstammar/ha mellan sådda och planterade bestånd från 3 gånger så många ned till ca 40 % fler stammar, på Umeå distrikt. I Norsjö var antalet stammar/ha av tall i sådda bestånd 70 % fler inför röjning och 20 % färre inför gallring, jämfört med planterade bestånd. Sett till utvecklingsbara tallstammar hade sådd något större potential inför första gallring med drygt 40 stammar mer per hektar jämfört med plantering i de dominerande/härskande och medhärskande trädklasserna. Inför röjning var medelhöjden mellan 20 och 30 % högre för plantering på båda distrikten och endast för Norsjö distrikt syntes en liten minskning av skillnaden inför gallring. Även högsta höjden var 20 % högre för plantering och höll sig oförändrad fram till första gallring i Umeå. I Norsjö var högsta höjden 10 % högre för sådd än för plantering. En del av planteringsens högre höjd och volym i Umeå distrikt kan tillskrivas "förädlingseffekten" (max ca 9%) eftersom flera av de planterade bestånden var anlagda med förädlat material.

Sådda bestånd hade ca hälften så mycket stamvolym per hektar inför röjning jämfört med plantering, differensen avtog med tiden och inför första gallring hade skillnaden gått ner till ca 30 procent på båda distrikten. Samma avtagande trend märktes för stamvolym och biomassa per stam. Från att planteringar haft mycket större volym och biomassa per stam avtog det till två-tre gånger så stor volym inför första gallring för båda distrikten. Plantering och sådd hade relativt lika årsskottstillväxt och inför gallring hade sådda bestånd enbart elva procents kortare årsskott över senaste femårsperioden. Den skillnad i höjd som fanns mellan plantering och sådd vid anläggningstillfället och etableringsfasen verkar alltså kvarstå fram till gallringen, den relativa tillväxtskillnaden blir dock allt mindre med tiden.

En grov ekonomisk kalkyl gjordes för att jämföra olika produktionsmål baserade på sådd och plantering, från anläggning fram till och med första gallring. Plantering inbringade inget positivt netto efter första gallring med traditionell skötselregim för beräknad uttagen volym. Skogssådd gav ett positivt netto för kombinationsmålet (11 680 SEK ha⁻¹) och samtliga alternativ för biomassamålet; såddmix (blandning av beståndsfrö och förädlat frö) inbringade det största nettot (15 060 SEK ha⁻¹). Alla alternativ med positivt netto genomfördes med energivedsuttag enligt en teknik som kan vara operativ först om ett antal år.

Abstract

Holmen Skog is using both planting and direct seeding for forest regeneration. Every year approximately 20 percent of the regeneration area is seeded. The company seeks more knowledge concerning how the growth and yield is differing over time between direct seeding and planting. The objective of this study was to compare growth and yield for direct seeding and planting by the time of pre-commercial thinning (PCT) and first thinning and to investigate how well different production goals could be fulfilled through the selection of stand density at the time of establishment or pre-commercial thinning. The study was performed on Holmen Skog's own forest land in Umeå and Norsjö district. Seeded stands were paired with planted stands through a range of criteria. Establishing year, site index and geographical closeness were considered to be the most important ones. Stand density, mean- and top height, stem volume and biomass were compared for the two regeneration methods and used to calculate a possible future net value by first thinning for different production goals (stem wood (2300 stems (st) ha⁻¹), combination goal (3500 st ha⁻¹) and biomass goal (7000 st ha⁻¹).

Seeded stands had higher stand densities in general while planted stands had higher values for the growth variables (though few significant differences). This was true as long as normal conditions were prevailing but for example with high rates of damage (moose, snow, and rust diseases) the conditions between seeding and planting could be reversed. Seeded stands had 3 times more stems/ha than planted stands at PCT and 40% more stems/ha at first thinning, in Umeå district. In Norsjö the number of pine stems in seeded stands was 70% higher at PCT but 20% less at first thinning, compared to planted stands. Regarding future productive pine stems, seeding entailed about 40 more stems/ha compared to planting in the dominant/co-dominant tree classes. At PCT the mean height was 20 to 30% higher for planted stands on both districts and only in Norsjö a slight decrease in height difference was seen at first thinning. Also the top height was 20% higher for planted stands and kept unaltered until first thinning in Umeå. In Norsjö at first thinning, the seeded stands were 10% higher than the planted ones. Some of the difference (max. 9%) in height and volume in Umeå district could be attributed to the use of orchard plant material in some of the planted stands. Seeded stands had half as much stem volume per hectare before pre-commercial thinning in comparison to planting but the difference was reduced over time to 30% until first thinning in both districts. The same trend was seen in stem volume and biomass per stem. From a very much larger difference at PCT, planted stems contained two to three times more volume/tree, than seeded stems, at thinning in both districts. The annual height growth was rather similar for the two treatments, at first thinning the seeded stands had only 11% lower leader growth. The difference in height between the two regeneration methods seems to be originating mainly from the differences at the time of establishment, however, the relative growth difference is clearly reduced over time.

A simple economical analysis was used to compare different production goals, based on direct seeding and planting from the time of establishment until first thinning. Planting did not return a positive net income after first thinning, calculated from extracted volume, with a traditional silvicultural regime. Direct seeding gave a positive net income for the combination goal (11 680 SEK ha⁻¹) and all alternatives for the biomass goal; seeding with an orchard and stand seed mixture gave the highest income (15 060 SEK ha⁻¹). All alternatives with a positive net income were performed with harvest of fuel wood using harvest technology that could be operational first in a few years.

Innehåll

1. Inledning.....	5
1.1 Bakgrund	5
1.2 Syfte och frågeställningar.....	6
2. Material och metoder	7
2.1 Material	7
2.2 Metoder.....	8
2.2.1 Databearbetning	9
2.2.2 Framskrivning av produktionsmålen till första gallring	10
2.2.3 Ekonomisk kalkyl	11
2.2.4. Statistisk bearbetning.....	12
3. Resultat.....	13
3.1 Inför röjning - Inför första gallring.....	13
3.2 Produktionsmål	17
4. Diskussion.....	20
4. 1 Material och metodik.....	20
4.2 Inför röjning - inför första gallring.....	21
4.3 Produktionsmål	24
Tillkännagivande (Tack).....	27
Litteraturlista.....	28
BILAGA 1. Umeå	31
BILAGA 2. Norsjö	32

1. Inledning

1.1 Bakgrund

När skogsmark ska återbeskogas är plantering den vanligaste metoden i Sverige. Mellan 2005 och 2007 planterades i snitt 67 procent av föryngringsarealen medan resten föryngrades från frö, genom naturlig föryngring eller aktiv sådd (Skogsstyrelsen 2009 a). Enligt Skogsstyrelsen (2009 a) såddes ca en procent av föryngringsarealen. Valet av föryngringsmetod bör vara kopplat till produktionsmålet, exv. om det ska satsas på stamvirke- eller biomassaproduktion eller en genomtänkt kombination av båda alternativen. Om ett stort antal plantor önskas till låg kostnad på en frisk till torr mark kan sådd vara att föredra. Den stora konkurrens som uppstår i en tät föryngring gör att träden får en heterogen höjdtutveckling med individer i olika trädklasser (Pettersson 1992; Nilsson och Albrektsson 1994). Om målet är att skapa ett glesare bestånd men med enhetlig och jämn höjdtutveckling kan plantering vara att föredra (Miina och Saksä 2008). Höga stamantal resulterar vanligtvis i en högre tillväxt per hektar men med lägre tillväxt per individ, jämfört med låga stamantal (Pettersson 1992). En positiv effekt från höga stamantal är den större urvalsmöjlighet som ges vid framtida skötselåtgärder (Pettersson 1993), dock finns inte alltid en sådan positiv effekt (Ackzell och Lindgren 1994).

Skogssådd kan med dagens teknik och frökvalitet resultera i lika bra föryngringsresultat som plantering när den utförs på lämpliga marker (Bergsten et al. 2001). Passande marker kan vara där jordens struktur är medelgrov och inte håller för mycket eller för lite vatten. Tillgång till kapillärt vatten är avgörande för gröningsfasen (Winsa 1995) och exempel på lämpliga jordarter är sandig-moig morän (Bergsten et al. 2001). Det är även viktigt att sådden inte utförs på alltför bördig mark (Kankaanhuhta et al. 2009).

Förutsättningarna för att fröet ska lyckas bilda en planta på en plats skiljer sig åt från år till år (Mäkitalo 1999; Wennström et al. 2007). Grobarheten för beståndsfrö kan variera mellan 10 till 60 procent för olika fröpartier (Wennström et al. 2007). Framförallt är början av en föryngring från frö en känslig period där de olika utvecklingsfaserna sker i en miljö som påverkas av många yttre faktorer t.ex. väderlek (Håkansson et al. 1994), grobarhet, predation (Wennström et al. 2007) och uppfrysning (de Chantal et al. 2003). Denna påverkan gör att spridningen i bl.a. höjdtutveckling blir stor (Agestam et al. 1998) vilket följer med även långt fram i beståndets utveckling (Nilsson och Albrektsson 1994).

Plantering är visserligen en dyrare föryngringsmetod men ger större frihet åt skogsägaren att bestämma när under året föryngringen ska ske och vilka egenskaper plantorna ska ha (Håkansson et al. 1994). Utbudet av olika plantor är stort vilket gör det lätt att anpassa till olika ståndorter (Holmen Skog 2007). Torka, snytbaggengrepp och uppfrysning är vanliga problem vid plantering (Hallsby 2009). Felaktig hantering av plantor (Håkansson et al. 1994; Holmen Skog 2007; Hallsby 2009) och plantörernas skicklighet är kritiska faktorer vid denna föryngringsform (Holmen Skog 2007; Hallsby 2009).

Holmen Skog använder sig i stor utsträckning av både sådd och plantering (Holmen Skog 2007). Det egenutvecklade Starpotsystemet är ett flexibelt plantodlingssystem som anses ge ett robust föryngringsresultat. Beroende på ståndortsindex, eftersträvas tätheter på 2100 till 2700 plantor

per hektar. Dock sås även stora arealer varje år där ståndorten är lämplig och 2009 var siffran uppe i 20 procent av förnygringsarealen (Eriksson 2010). Holmen Skog önskar därför mer kunskap om hur tillväxten skiljer sig över tiden mellan sådd och plantering.

Det är sannolikt att variationen i tillväxt mellan plantor kan bli mindre vid plantering eftersom en planterad planta redan har passerat de mest känsliga utvecklingsfaserna när den sätts i skogen (Hallsby 2009). En vanligt förekommande uppfattning är att plantering ger runt 2 till 3 års försprång gentemot sådd (Hagner 1984; Holmen Skog 2007), men uppemot 5,5 års försprång är även rapporterat av Ackzell (1993). Enligt Kinnunen (1982) är skillnaden mellan de båda förnygringsmetoderna i höjdtillväxt plantmaterialets höjd vid utplanteringen plus en tillväxtsångs höjd, efter sju tillväxtsångar. Miina och Saksa (2008) visar på ett övertag i medelhöjd på mellan 20-25 cm för planterade plantor vid en ålder av tre år jämfört med en 4-årig sådd vilket i Ackzells (1993) 11-åriga försök med punktsådd i harvspår utökats till ca 1,5 meters skillnad. Genom att använda förädlat frö i såddgiven minskar skillnaden till planterade plantor och det återstående övertaget är då 1,5 år fyra år efter etablering (Wennström et al. 2007). Då sådd kan utföras direkt efter avverkning medan plantering kräver hyggesvila pga. snytbaggssangrepp kan tillväxtskillnaden minska ytterligare (Wennström et al. 2007).

För att i kärva boreala klimatlägen kunna göra en rättvis bedömning av hur bra återväxten lyckats krävs dock att mer än tjugo tillväxtsångar förflutit sen etableringstidpunkten (Hansson och Karlman 1997). Det saknas dessutom kunskap om hur samspelet mellan individ- och arealproduktion ser ut efter skogssådd. Kunskapen behövs bl.a. för att välja förnygringsmetod med koppling till produktionsmålet, inte minst med tanke på att produktion av biomassa för energiändamål blir allt intressantare. Under beståndets livscykel är det egentligen främst vid två tillfällen som man kan välja inriktning och mål med skogsbruket, dels vid etableringsfasen och dels vid de första skötselåtgärderna. Om beståndets utveckling följs från anläggningstillfället finns det en god möjlighet att utnyttja det som produceras i beståndet vid följande ingrepp dvs. vid röjning och första gallring. Utifrån detta har de två tidpunkterna i studien valts.

1.2 Syfte och frågeställningar

Syftet med studien var att jämföra tillväxt för skogssådd och plantering inför röjning och inför första gallring samt att undersöka hur väl olika produktionsmål kan uppfyllas genom valet av stamtäthet vid anläggnings- eller röjningstillfället. De tre produktionsmål som beaktades var produktion med fokus på stamved, både stamved och biomassa (kombination) och enbart biomassa/bioenergi (biomassa), dvs. anläggnings- och röjningsmål motsvarande 2300, 3500 respektive ca 5000 - 10000 stammar ha⁻¹. Produktionsmålen hade sitt ursprung i Holmens röjningsinstruktion för barrdominerade bestånd (ca 2300 st ha⁻¹, Holmen Skog 2007).

Detaljerade frågeställningar var:

- Hur varierar beståndstätheten mellan skogssådd och plantering inför röjning och inför första gallring?
- Hur skiljer sig höjd, stamvolym och biomassa inför röjning och inför första gallring för de två förnygringsmetoderna, i medelvärden per stam och per ha?
- Vilka trender i årsskottens höjdutveckling kan man se för de två förnygringsmetoderna?
- Vilka produktionsmål kan uppfyllas utifrån valet av sådd eller plantering?

2. Material och metoder

2.1 Material

Studien genomfördes på Holmens Skogs egen mark, inom distrikten Umeå och Norsjö i Västerbottens län. Uppdragsgivaren hade önskemål om att täcka in de tillväxtvariationer och boniteter som finns inom företaget genom att välja ett kust- och ett inlandsdistrikt. Valet av bestånd för inventering styrdes av flera urvalskriterier (se tabell 1). Grundtanken var att para sådder med planteringar dvs. markerna skulle vara jämförbara (punkt 8 i tabell 1), anlagda samma år (punkt 6) samt vara placerade "nära" varandra geografiskt sett (punkt 12). Ett par behandlades sedan som ett block vid den statistiska bearbetningen. Paren numrerades kronologiskt dvs. de äldsta bestånden blev nummer 1, det näst äldsta nummer 2 osv. (bilaga 1 och 2).

Tabell 1. Urvalskriterier vid val av bestånd, numrerade utan inbördes rangordning

Sådder	Planteringar
1. frökälla beståndsfrö	6. samma etableringsår som sådd
2. så liten spridning i år som möjligt	7. från beståndsfrö i största möjliga mån
3. röjning inom 2 år eller medelhöjd > 1,5 m, gallring inom 10 år	8. ståndortsindex inom intervallet $\pm 1-2$ m
4. ej hjälpplanterade/ fröträdställning/ skärm	9. samma åtgärdsår som sådd för gallring om möjligt
5. trädslagsblandning: > 75 % tall innan röjning och > 65 % tall innan gallring	10. ej hjälpplanterade/ fröträdställning/ skärm
	11. trädslagsblandning: > 75 % tall innan röjning och > 65 % tall innan gallring
	12. så nära motsvarande sått bestånd som möjligt

Det visade sig vara svårt att hitta lämpliga sådder inom det önskvärda kriteriet att de skulle vara anlagda inom ett fåtal år (punkt 2 i tabell 1). Avsteg fick göras med följderna att spridningen i år blev relativt stor i det slutgiltiga materialet. De ursprungliga kriterierna för plantering (punkt 6-12) visade sig vara svårmatchade då sådderna styrde urvalet av etableringsår. För att de mest centrala kraven skulle uppfyllas, dvs. samma etableringsår (punkt 6 i tabell 1), SI inom 1-2 m (punkt 8) och andelen tall i beståndet (punkt 11) fick vissa urvalsgrunder stå tillbaka. Exempelvis blev geografisk närhet (punkt 12) ett relativt vitt begrepp som slutligen innebar att bestånden skulle vara inom samma distrikt. Planteringarna hade ett något större spann i nästa tidpunkt för åtgärd (punkt 3 och 9, tabell 1). Ett antal bestånd slopades också efter besök i fält när skadenivån visade sig vara för hög eller medelhöjden alltför låg för att bestånden skulle kunna sägas vara nära röjning. Ett fåtal bestånd delades i två vid fältbesök eftersom ståndorterna bedömdes skilja sig åt alltför mycket inom beståndet. Tidpunkten för insamlandet av beståndsdata, inför röjning och inför första gallring, sattes till ett intervall inom 2 år respektive inom 10 år, baserat på att huvudstammarna då nått en medelhöjd av 2 till 3 meter respektive en övre höjd omkring 12 till 13 m (Holmen Skog 2007).

Totalt inventerades 28 bestånd (se bilaga 1 och 2 för klassificering enligt Holmen Skogs rutiner). På varje distrikt inventerades fjorton bestånd med en total areal av ca 370 ha och mer än 500 provträd mättes in (se tabell 2). Den något större andelen röjningsbestånd kom av att uppgifter

för produktionsmålsytor samlades in på de sådda bestånden och gjorde att kategorin tillskrevs större vikt vid inventeringen.

Tabell 2. Inventerad areal (ha), antal inventerade bestånd, provytor, provträd (övehöjds och högsta höjd) och höjdträd (högsta höjd) inom Umeå och Norsjö distrikt

Parameter	Sådd			Planterat			Totalt
	Umeå	Norsjö	Tot	Umeå	Norsjö	Tot	
Inventerad areal:	100	65	165	87	116	202	367
Antal bestånd							
Röjning:	4	4	8	4	4	8	16
Gallring:	3	3	6	3	3	6	12
Antal provytor:	52	46	98	44	50	94	192
Antal provträd:	130	118	248	125	138	263	511
Antal höjdträd:	107	87	194	94	102	196	390

På Umeå distrikt var beståndsåldern 10 -17 år inför röjning och 23- 30 år inför första gallring, motsvarande för Norsjö distrikt var 15- 16 år samt 28- 35 år (bilaga 1). Spridningen i bonitet inom Umeå distrikt var mellan SI 19-23 m och för Norsjö distrikt mellan SI 18-23 m. Huvuddelen av bestånden befann sig dock inom SI 19-22 m för båda distrikten. I latitud varierade det mellan 63°8' till 64°5'N för Umeå och inom Norsjö var latituden inom intervallet 64°3' till 65°,5' N, en viss överlappning fanns således. Temperatursumman för Umeå var inom intervallet 779 till 1032 dygnsgrader medan värdena i Norsjö varierade mellan 726 till 821 dygnsgrader.

2.2 Metoder

Fältarbetet utfördes under oktober månad hösten 2009 efter tillväxtsäsongens slut. Inventeringen gjordes med 100 m² provytor förutom vid analys av produktionsmål. I detta fall justerades storleken på ytan ned till 40 m² efter inventering av två bestånd eftersom tidsåtgången per yta bedömdes bli för stor. Antalet provytor sattes primärt till 6-10 ytor per bestånd, men även här bedömdes att tidsåtgången per bestånd skulle bli för stor. Antalet ytor justerades därför ned till 5-8 ytor och vid inventeringens slut var fördelningen följande: 5 provytor; < 6 hektar (ha), 6 provytor; 6-9 ha, 7 provytor; 10-16 ha och 8 provytor; > 16 ha. Utläggningen av provytor skedde slumpmässigt med hjälp av handdator (se figur 1) och rutnätsfunktionen i ArcPad 7.0 där förbandet justerades tills rätt antal provytor fanns inom beståndsgränsen. Det vill säga att ett rutnät lades över kartbilden så att 5-8 skärningspunkter hamnade inom beståndet och dessa skärningspunkter hittades sedan med hjälp av GPS. Provytor vilka uppvisade avvikande ståndort vid besiktning slopades och nya ytor motsvarande antalet slopade lades ut genom att ny punkt bestämdes i kartan. Där ny skärningspunkt saknades inom beståndet förlades den nya punkten mellan två skärningspunkter. Vid punkten slumpades sedan den nya provytan ut genom att 5 steg togs i nordlig kompassriktning där provytecetrum förlades.

På provytorna uppmättes:

Brösthöjdsdiameter (dbh) på alla stammar, de två överhöjd trädens (ÖH) höjd (tall), de två högsta trädens (HÖ) årstillväxt de fem senaste åren (tall), höjden för ett träd i varje 4 cm diameterklass (samtliga trädslag), skadetyp. På provträden (ÖH, HÖ) registrerades även ålder samt skada och skadetyp. Alla stammar under brösthöjd klavades in med diametern 1 mm för att registreras i stamantalsräkningen. Gränsen för att träd skulle räknas som skadat var synliga spår av skada, t.ex. en älgbetad kvist eller förekomst av kräftsår. Utrustningen som användes i fält är beskriven i figur 1.

I varje sått röjningsbestånd lades tre produktionsmålsytor ut subjektivt där antalet huvudstammar oberoende av trädslag bedömdes vara tillräckligt många och relativt oskadade. Huvudstam definierades enligt Holmen (Holmen Skog 2007) där bl.a. avståndet mellan stammarna måste vara minst 60 cm. Huvudstammar för kombinationsmålet märktes ut, diameterregistrerades och eventuell skada nedtecknades. Ett antal huvudstammar höjdmättes för att täcka in den diameterspridning som fanns inom provytan. Efter att huvudstammar för kombinationsmålet registrerats (diameter samt skada) mättes kvarvarande stammar in för biomassamålet där inga restriktioner fanns gällande huvudstam.



Figur 1. Fältutrustning med numrering: 1. Jordsond med hållare för transponder, 2. Interceptstav, 3. Handdator Nomad med ArcPad 7.0 (TDS, ESRI), 4. Transponder (Haglöf), 5. Höjd och avståndsmätare- VERTEX III (Haglöf), 6. Tillväxtborr, 7. Kompass (SILVA), 8. Rickleåband, 9. Märknings klädnypor, 10. Dataklave m Estimate Pro 2.01 (Haglöf).

2.2.1 Databearbetning

Beståndstäthet per hektar definierades med två mått, ett för total beståndstäthet (dvs. tall, gran och björk) och ett för beståndstäthet mätt i antal tallstammar. Mest vikt lades på det senare då de kan anses vara huvudstammar i försöket. Antalet stammar per hektar togs från klavlängderna, inför röjning räknades stammar under brösthöjd in medan det inför gallring endast inbegrep stammar över brösthöjd. Inför gallring delades beståndstätheten in efter trädklasser vilket baserades på skattade höjder från Näslunds höjdfunktioner (1936). Dominerade träd var per definition de högsta träden, övriga klasser extraherades sedan från de dominerande trädens

höjd; härskande träd: mer än 5/6 av högsta trädens höjd, medhärskande träd: mellan 4/6 och 5/6 av högsta trädens höjd, behärskade träd: mellan 3/6 och 4/6 och undertryckta: mindre än 3/6 (Håkansson et al. 1994). Medelhöjden skattades från inmätta typträd som ansågs vara det representativa trädet för medelhöjden på den beaktade provytan. Högsta höjd var ett medelvärde av höjden för de inmätta HÖ provträden.

De uppmätta värdena för tall var underlag till att göra beräkningar med stam- och biomassafunktioner för att estimeras medelvärde per ha och medelvärde per stam. Medelvärde per stam togs fram genom att den totala stamvolymen och biomassan per behandling, distrikt och tidpunkt delades med totala antalet stammar för desamma. För beräkning av biomassa för dbh < 130 mm användes Ulvcronas biomassafunktioner (opubl.) där stam med bark från stubbskäret, grenar, döda grenar och barr är medräknade och dbh > 1 mm var ingångsvärden. Biomassa för dbh > 130 mm beräknades med Marklund (1988) där samma variabler som för Ulvcrona (2009) togs med samt Alemdag (1982) för uträkning av toppbiomassa till GROT och Hakkila (1989) för beräkning av toppbark.

Ingångsvärden för höjd- och stamvolymsskattningar var från 3 millimeter i brösthöjd. Höjd för enskilda träd skattades med hjälp av Näslunds höjdfunktion (1936):

$$h - 1.3 = \frac{d^k}{(a + bd)^k}$$

där h= höjd (meter), d= diameter i brösthöjd (cm), a= parameter, b= parameter och k= konstant beroende av trädslag. För tall och björk användes 2 som konstant (Näslund 1936; Fries 1964) och för gran 3 (Pettersson 1955). Parametrarna a och b skattades med hjälp av linjär regressionsanalys i Minitab 15 (Minitab Inc 2007). Stamvolym för dbh > 5cm skattades med Brandels volymfunktion (1990) och stamvolym för dbh < 5 cm skattades med Anderssons volymfunktion (1954).

2.2.2 Framskrivning av produktionsmålen till första gallring

Framskrivning för de olika produktionsmålen fram till och med första gallring grundades på de inmätta medelvärdena för Umeå och Norsjö distrikt inför röjning. Ändringar som gjordes var att stamantal för biomassamålet ändrades till 7000 stammar per hektar, dvs. en fördubbling av kombinationsmålet, samt att bestånden sattes som trädslagsrena (tall). Med hjälp av Pettersson (1992) togs ett medelvärde för brösthöjdsdiameter ut för de tre densiteterna samt ett värde för total volymproduktion av tall i m³sk. Volymproduktionen korrigerades med avgång fram till första gallring (Pettersson 1992). Höjden för den framtagna medeldiametern bestämdes från inmätt material från de sådda bestånden inför gallring. För att skatta biomassan inför gallring mer rättvist, blev materialet inför röjning indelat i tre klasser för att få fram en fördelning av stora och små träd. De tre klasserna var: "Mellan"; viss mängd värden på båda sidor om framtagna medeldiameter inför gallring, "mindre"; värden under mellanklassen och "större"; värden över mellanklassen där övrehöjd-träden ansågs befinna sig. Övrehöjd sattes till 12 meter och togs fram från klavlängderna för sådd inför första gallring, det sammanfaller även med höjden där gallring blir aktuellt enligt Holmens gallringsinstruktion (Holmen Skog 2007). Värden för höjd och diameter för klass "mindre" samt diameter för klass "större" för stamveds- och kombinationsmålet togs från existerande klavlängder från bestånd i gallringsålder. Motsvarande

diametrar och höjder för biomassamålet torde vara klenare och interpolerades fram från övriga mål då existerande gallringsbestånd knappast haft sitt ursprung i så höga densiteter. För skattning av stambiomassa användes Marklund (1988).

2.2.3 Ekonomisk kalkyl

En förenklad kalkyl "vid stickväg" användes för att se vilka möjliga kostnader och intäkter som kunde uppstå vid en tänkt etablering och skötsel av de olika produktionsmålen.

Tänkta etableringsmetoder för stamvedsmålet var plantering (kostnad för en planta: 0,95 SEK), sådd med beståndsfrö (frökostnad: 4 400 SEK per kg) samt sådd med en såddmix av beståndsfrö (grobarhet 90 procent) och förädlat frö (grobarhet 98 procent, frökostnad: 16 000 SEK per kg). Alla etableringskostnader baserades på Wennström (2001), dvs. kostnader för markberedning, frö, plant- och planteringskostnad, plantröjning (för sådd med beståndsfrö > 2000 plantor samt för densitet > 5000 st ha⁻¹) och hjälpplantering (vid sådd). För kombinationsmålet användes plantering samt sådd med såddmix. Biomassamålet etablerades med sådd av beståndsfrö, såddmix och förädlat frö.

Själva produktionsmålet anger till viss del skötselregim. Stamvedsmålet hade tre alternativ med "vanlig skötsel": röjning och gallring med massavedsuttag. Kombinationsmålet hade tre kombinationer: "vanlig skötsel" och för ett såddalternativ även "energivedsuttag". Biomassamålet hade enbart energivedsuttag som skötselregim. Tanken med energivedsuttaget var att det skulle utföras mellan röjning och första gallring. Medeldiameter uppskattades vid denna tidpunkt till att vara halva stamdiametern av de framräknade värdena inför första gallring för de olika klasserna. Uttag vid första gallring för stamvedsmålet var 30 procent av den stående volymen, ett medelvärde taget från föreslaget intervall för gallringsstyrka av Agestam (2009). Uttaget för övriga produktionsmål estimerades till 35 och 50 procent för kombinations- respektive biomassamål, detta för att kvarvarande volym principiellt sett skulle vara lika efter gallring för alla tre. Produktionen vid första gallring räknades ut med en produktionsfunktion från Holmen (Anon 2009) baserat på brösthöjdsdiameter. Energivedsuttaget var en schematisk krankorridorgallring med trädelsuttag genom ett ackumulerande fällhuvud där produktion och timkostnad (100 Euro per arbetstimme) baserades på Bergström (2009). Även timpriset för gallring (80 Euro per arbetstimme) estimerades från Bergström (2009). Vidare användes bortsättningsmallar för röjning (Anon), omräkningstal från m³f ub till kg torrsvikt (1 m³f ub är 400 kg, Skogssverige 2010) samt effektivt värmevärde vid noll procents fukthalt (torrflis 5,4 MWh per hektar och trädelar 4,9 MWh per hektar, Skogsstyrelsen 2009 b). Pris för massaved togs från Holmens prislistor för region Örnsköldsvik (300 kr per m³f ub, Holmen Skog 2009) och pris för skogsflis vid industri, 188 kr per MWh, togs från Energimyndighetens prisblad (2009). samt omvandling av Euro till Svenska kronor (FOREX 2010). Intäkterna för "vanlig skötsel" inkluderade endast massavedsuttag medan intäkterna från energivedsuttaget inkluderade biobränslen inklusive GROT. De värden på stamved som användes vid kalkylering kom från framskrivning av produktionsmålen baserat på Pettersson (1992) och andelen GROT vid energivedsuttag estimerades från Marklund (1988).

2.2.4. Statistisk bearbetning

Variansanalys för hur de olika föryngringsmetoderna sådd och plantering påverkade höjd, stamvolym och biomassa utfördes med MINITAB 15, ANOVA och General Linear Model (Minitab Inc 2007) där signifikansnivån sattes till $p \leq 0,05$.

Modellen som användes var:

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_k + \alpha_i + (\alpha\gamma)_{ik} + b_{j(k)} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = höjd, stamvolym, biomassa eller stamantal ("inför röjning" eller "inför första gallring")

μ = totala medelvärdet

γ_k = fix lokal, icke stokastisk (Umeå eller Norsjö)

α_i = effekt av behandling (sådd eller plantering)

$(\alpha\gamma)_{ik}$ = samspel mellan behandling och lokal

$b_{j(k)}$ = block inom lokal (parade bestånd)

e_{ijk} = individuell avvikelse

Modellen som användes för variansanalys för sådd och planterings inverkan på de senaste årens tillväxt var:

$$Y_{ijt} = \mu + \alpha_i + b_t + (\alpha b)_{it} + c_j + (\alpha c)_{ij} + (bc)_{tj} + e_{ijt}$$

Y_{ijt} = årsskotts tillväxt ("inför röjning" eller "inför första gallring")

μ = totala medelvärdet

α_i = effekt av behandling (sådd eller plantering)

b_t = effekt av tid (år 1 till 5)

$(\alpha b)_{it}$ = samspel mellan behandling och tid

c_j = block (parade bestånd)

$(\alpha c)_{ij}$ = samspel mellan behandling och block

$(bc)_{tj}$ = samspel mellan block och tid

e_{ijt} = individuell avvikelse

Samtliga modeller logaritmerades för att reducera influensen av den stora ålderskillnaden bestånden emellan. Test gjordes där variablerna block och lokal hölls slumpmässiga för att se om resultaten kunde tillämpas mer generellt utanför de valda blocken enligt modell:

$$Y_{ijk} = \mu + C_k + \alpha_i + (\alpha C)_{ik} + b_{j(k)} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = höjd, stamvolym, biomassa eller stamantal ("inför röjning" eller "inför första gallring")

μ = totala medelvärdet

C_k = slumpmässig effekt

α_i = effekt av behandling (sådd eller plantering)

$(\alpha C)_{ik}$ = samspel mellan behandling och slumpmässig effekt

$b_{j(k)}$ = block inom lokal (parade bestånd)

e_{ijk} = individuell avvikelse

3. Resultat

3.1 Inför röjning - Inför första gallring

Variansanalysen gav relativt sett få signifikanser. Flest antal signifikanta skillnader återfanns ”inför röjning” för tillväxtvariablerna stamantal, medelhöjd och högsta höjd, medan ”inför första gallring” uppvisade signifikanta skillnader på stamvolym och biomassa (tabell 3).

Tabell 3. Signifikanser för tillväxtvariabler och faktorer vid ANOVA

R – inför röjning, båda distrikten; RU- Umeå inför röjning; RN- Norsjö inför röjning; G – inför första gallring, båda distrikten; GU- Umeå inför första gallring; GN- Norsjö inför första gallring; Tot- totalt (tall, gran, björk); T- tall; Do/ Hä/ Medhä- trädclass dominerande/ härskande/ medhärskande; Undert- trädclass undertryckta; Beh- behandling; Logaritm- logaritmerade värden; rndm- random, slumpmässig

Kategori	Tillväxtvariabel	Testvariabel	F	P	Logaritm	Notering
R	Stamantal (Tot)	Beh	13,0	0,011		Block rndm
R	Stamantal (T)	Beh	28,3	0,002		Block rndm
R	Medelhöjd	Beh	5,7	0,050		Block rndm
R	Hö höjd	Beh	1 081,4	0,019		Lokal rndm
RU	Årsskott	Beh	46,8	0,006		Block rndm
		Tid	3,5	0,043		Block rndm
		Block	5,5	0,038		Block rndm
RN	Årsskott	Tid	5,9	0,007		Block rndm
		Beh*Block	11,0	0,001		Block rndm
G	Stamantal (Tot)	Lokal	12,4	0,025		Block rndm
G	Do/ Hä/ Medhä (T)	Lokal	8,9	0,041	x	Block rndm
G	Undert (T)	Lokal	14,6	0,019		Block rndm
G	Stamvolym	Beh	1 573,7	0,016	x	Lokal rndm
G	Biomassa	Beh	4 036,0	0,01	x	Lokal rndm
GU	Årsskott	Beh*Block	13,4	0,003		Block rndm
GN	Årsskott	Beh*Block	5,3	0,035	x	Block rndm

Det var signifikant högre beståndstäthet för skogssådd jämfört med plantering, både i totalt antal stammar ($p=0,011$) och antal tallstammar ($p=0,002$). Det var 60 procent fler stammar totalt för sådder i Umeå inför röjning (RUS) jämfört med plantering i Umeå inför röjning (RUP) (tabell 4). För RUS var antalet tallstammar tre gånger så högt. För sådder i Norsjö inför röjning (RNS) var den totala beståndstätheten 20 procent högre jämfört med plantering i Norsjö inför röjning (RNP), antalet tallstammar var 70 procent högre för RNS. Medelhöjden för RUS och RNS var 20 respektive 30 procent lägre jämfört med de planterade motsvarigheterna, en skillnad som fanns vara signifikant ($p=0,050$). Högsta höjden var signifikant lägre ($p=0,019$), 20 procent, för både RUS och RNS. I genomsnitt hade RUP och RNP större stamvolym och biomassa. RUS hade endast halva stamvolymen och biomassan av RUP och skillnaden för RNS var ca 40 procent lägre stamvolym och biomassa jämfört med RNP. Dock uppvisades ingen signifikant skillnad mellan behandlingarna på något av distrikten (tabell 4). Den vanligast förekommande skadeorsaken i bestånden var generellt olika former av älgskador (bilaga 1 och 2). För RUP och RNS fanns även spår av svampskador. För RUP och RNP fanns även snöskador.

Tabell 4. Stamantal (st ha⁻¹); Tot- totalt (tall, gran, björk); T- tall; medelhöjd (m); högsta höjd (m); stamvolym (m³sk ha⁻¹) och biomassa (ton torrsvikt ha⁻¹) "inför röjning" på Umeå och Norsjö distrikt. Behandlingar med samma bokstav är inte signifikant ($p > 0,05$) skilda.

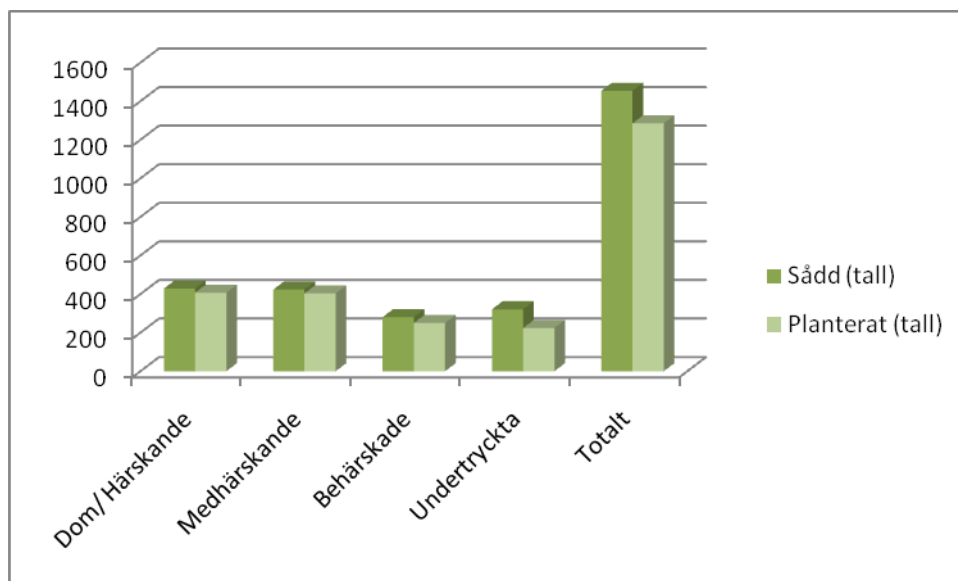
Tillväxtvariabel	Umeå			Norsjö		
	Sådd	Plantering	Kvot Sådd-Plantering	Sådd	Plantering	Kvot Sådd-Plantering
Stamantal (Tot)	6374 ^a	3999 ^b	1,6	5827 ^a	4766 ^b	1,2
Stamantal (T)	5570 ^a	1830 ^b	3,0	5010 ^a	2953 ^b	1,7
Medelhöjd	2,4 ^b	3,3 ^a	0,7	2,4 ^b	3,1 ^a	0,8
Högsta höjd	3,7 ^b	4,4 ^a	0,8	3,7 ^b	4,5 ^a	0,8
Stamvolym (T)	5 ^a	11 ^a	0,5	5 ^a	9 ^a	0,6
Biomassa (T)	3 ^a	6 ^a	0,5	3 ^a	5 ^a	0,6

Inför gallring fanns inga signifikanta skillnader mellan sådd och plantering. Vid sådd i Umeå inför första gallring (GUS) var beståndstätheten för tall högre (ej statistiskt signifikant) jämfört med plantering i Umeå inför första gallring (GUP) (tabell 5). Det fanns lika många stammar totalt sett men GUS hade 40 procent fler tallstammar än GUP, en nedgång jämfört med inför röjning. I de tre högsta trädklasserna hade GUS fler stammar både totalt sett (50 procent) och sett till tall (60 procent). Inför första gallring i Norsjö hade förhållandet för stamantal kastats om mellan sådd och plantering jämfört med inför röjning. Sådd i Norsjö inför första gallring (GNS) hade både totalt och för tall 20 procent färre stammar än plantering i Norsjö inför första gallring (GNP) (tabell 5). Totalt hade GNS 30 procent lägre beståndstäthet än GNP i de tre högsta trädklasserna, antalet tallstammar i dessa skikt var 40 procent färre för GNS. GUS hade 30 procent lägre medelhöjd än GUP och skillnaden mellan GNS och GNP var relativt liten, GNS hade endast tio procent lägre medelhöjd (tabell 5). För högsta höjden var skillnaden mellan distrikten stor, GNS var tio procent högre jämfört med GNP medan GUS hade samma höjdskillnad som vid RU, 20 procent lägre. Det fanns signifikant större stamvolym ($p=0,016$) i de planterade bestånden jämfört med sådda. GUS och GNS hade båda 30 procent lägre volym jämfört med GUP och GNP (tabell 5). Även för biomassan fanns en signifikant skillnad ($p= 0,01$) på 30 procent mellan GUS och GUP samt GNS och GNP (tabell 5). Inför gallring var snö och älg de vanligaste skadeorsakerna, de förekom ensamt eller ömsesidigt i alla bestånd (bilaga 1 och 2). Två av bestånden i GUP hade även svampskador medan det i GNP fanns två fall av knäckesjuka.

Tabell 5. Totalt stamantal (st ha⁻¹), Tot- totalt (tall, gran, björk); T- tall; Do/ Hä/ Medhä- trädclass dominerande/ härskande/ medhärskande; Undert- trädclass undertryckta; medelhöjd (m); högsta höjd (m); stamvolym (m³sk ha⁻¹) och biomassa (ton torrvikt ha⁻¹) "inför första gallring" på Umeå och Norsjö distrikt. Behandlingar med samma bokstav är inte signifikant (p > 0,05) skilda.

Tillväxtvariabel	Umeå			Norsjö		
	Sådd	Plantering	Kvot Sådd-Plantering	Sådd	Plantering	Kvot Sådd-Plantering
Stamantal (Tot)	2717 ^a	2746 ^a	1,0	1867 ^a	2305 ^a	0,8
Stamantal (T)	1950 ^a	1380 ^a	1,4	957 ^a	1190 ^a	0,8
Dom/ Hä/ Medhä (Tot)	1327 ^a	891 ^a	1,5	710 ^a	1081 ^a	0,7
Dom/ Hä/ Medhä (T)	1206 ^a	755 ^a	1,6	498 ^a	867 ^a	0,6
Medelhöjd	6,3 ^a	8,8 ^a	0,7	7,8 ^a	8,3 ^a	0,9
Högsta höjd	8,2 ^a	10,5 ^a	0,8	11,7 ^a	11,0 ^a	1,1
Stamvolym (T)	43 ^b	63 ^a	0,7	57 ^b	85 ^a	0,7
Biomassa (T)	25 ^b	35 ^a	0,7	31 ^b	46 ^a	0,7

I genomsnitt över de båda lokalerna, Umeå och Norsjö, hade sådd största antal tallstammar totalt över alla trädklasser, 1454 st ha⁻¹ mot plantering, 1285 st ha⁻¹ (figur 2). Dock var skillnaderna små i de tre högsta klasserna och för sådd i de dominerande/ härskande/ medhärskande trädklasserna fanns det ca 40 stammar mer per hektar än i plantering.



Figur 2. Stamantal (tall) ha⁻¹ fördelat på trädklasserna dominanter/härskande, medhärskande, behärskade och undertryckta för behandlingarna sådd och plantering i genomsnitt för Umeå och Norsjö distrikt.

Det varierade mellan årsskott, distrikt och tidpunkt om skogs sådd eller plantering hade högsta tillväxten. Den starkaste tendensen med högre tillväxt för plantering fanns hos RU och GN medan GU hade stora variationer i vilken av behandlingarna som dominerade. Generellt sett var de fem årsskotten för RUS och RNS fjorton procent lägre jämfört med RUP och RNP, dock var skillnaden endast signifikant för RU (p=0,006) (tabell 6). Inför gallring var medelvärdet för de fem årsskotten jämförelsevis elva procent lägre för GUS och GNS mot GUP och GNP (tabell 6).

Tabell 6. De fem sista årens skotttillväxt där 1 är den innevarande tillväxtperiodens årsskott. Kvot av sådd och plantering inför röjning och inför första gallring på Umeå och Norsjö distrikt samt medelkvot för tidpunkten. Behandling med asterisk visar på signifikans ($p > 0,05$).

Årskott	Inför röjning		Årskott	Inför första gallring	
	Umeå	Norsjö		Umeå	Norsjö
1	0,75*	1,01	1	0,91	0,73
2	0,86*	0,84	2	1,05	0,79
3	0,80*	0,79	3	0,88	0,73
4	0,96*	0,82	4	1,14	0,79
5	0,88*	0,91	5	1,04	0,86
Medelkvot för tidpunkt		0,86	Medelkvot för tidpunkt		0,89

Resultatet var mer som förväntat i genomsnitt över distrikten än när distrikten behandlades separat (tabell 7). Inför röjning var det 40 procent högre beståndstäthet och det fanns drygt dubbelt så många tallstammar i skogssådd jämfört med plantering. Inför första gallring var det dock totalt tio procent högre beståndstäthet i plantering jämfört med sådd, men den sistnämnda hade tio procent fler tallstammar i de högsta trädklasserna (tabell 7). Både medel- och högsta höjd var högre för de planterade bestånden med tendensen att skillnaden minskade med tio procentenheter över tiden (tabell 7). Samma trend fanns för stamvolym och biomassa där skillnaden minskade med 20 procentenheter fram till gallring (tabell 7).

Tabell 7. Medelvärden för stamantal (st ha^{-1}), Tot- totalt (tall, gran, björk); T- tall; Do/ Hä/ Medhä- trädklass dominerande/ härskande/ medhärskande; medelhöjd (m); högsta höjd (m); stamvolym ($\text{m}^3\text{sk ha}^{-1}$) och biomassa (ton torrvikt ha^{-1}) för behandlingarna sådd och plantering i genomsnitt över distrikten.

Tillväxtvariabel	Inför röjning			Inför gallring		
	Sådd	Plantering	Kvot Sådd-Plantering	Sådd	Plantering	Kvot Sådd-Plantering
Stamantal (Tot)	6101	4383	1,4	2292	2525	0,9
Stamantal (T)	5290	2391	2,2	1454	1285	1,1
Dom/ Hä/ Medhä (Tot)	-	-	-	1018	986	1,0
Dom/ Hä/ Medhä (T)	-	-	-	852	811	1,1
Medelhöjd	2,4	3,2	0,7	7,0	8,6	0,8
Högsta höjd	3,7	4,4	0,8	9,9	10,7	0,9
Stamvolym (T)	5	10	0,5	50	74	0,7
Biomassa (T)	3	6	0,5	28	41	0,7

Par vars resultat tydligt avvek från övriga inför röjning kan ses i tabell 8, där framförallt RNS par 4 hade högre stamvolymvärden ($8 \text{ m}^3\text{sk ha}^{-1}$) än RNP ($2 \text{ m}^3\text{sk ha}^{-1}$). Samma par uppvisade även stora skillnader på biomassa, RNS hade 5 ton ha^{-1} mot RNPs 1 ton ha^{-1} . Inför första gallring var antalet från medelvärdet avvikande resultat ännu fler. I Umeå avvek par 2 i totalt stamantal och antal tallstammar. Par 3 avvek från förväntat utfall för totalt stamantal, medel- och högsta höjd (tabell 8). För Norsjö varierade det mycket mellan paren. Par 1 återfanns avvika ang. totalt stamantal, antal tallstammar, medel- och högsta höjd. Par 2 visade avvikelser beträffande stamantal, både totalt och antal tallstammar medan par 3 var avvikande avseende medel- och högsta höjd (tabell 8).

Tabell 8. Avvikande par inför röjning och inför första gallring på tillväxtvariablerna stamvolym ($\text{m}^3 \text{sk ha}^{-1}$); biomassa (ton torrsvikt ha^{-1}); stamantal (st ha^{-1}); medelhöjd (m) och högsta höjd (m). Tot- totalt (tall, gran, björk); T- tall; RU- Umeå inför röjning; RN- Norsjö inför röjning; GU- Umeå inför första gallring; GN- Norsjö inför första gallring.

Tillväxtvariabel	Kategori	Par	Sådd	Plant
Stamvolym	RN	4	8	2
Biomassa	RN	4	5	1
Stamantal (Tot)	GU	2	2200	3443
	GU	3	2000	2514
	GN	1	1300	1857
	GN	2	1433	2214
Stamantal (T)	GU	2	1450	1471
	GN	1	971	1157
	GN	2	650	1286
Medelhöjd	GU	3	5,4	5,7
	GN	1	9,1	7,7
	GN	3	7,1	7,3
Högsta höjd	GU	3	7,6	7,4
	GN	1	11,5	11,4
	GN	3	12,9	9,1

3.2 Produktionsmål

Beståndstätheten för biomassamålet var genomgående hög och i medelvärde innebar det över 9800 st ha^{-1} (tabell 9) där de högsta beståndstätheterna på över 10 000 st ha^{-1} fanns på Umeå distrikt. Mellan varje produktionsmål avtog medeldiameter med 0,8cm, från 3,6 cm för stamved till 2,0 cm för biomassa (tabell 9). Samma mönster syntes även för medelhöjden där minskningen var 0,2 meter mellan varje produktionsmål, från stamvedmålet 2,5 meter till biomassamålet 2,1 meter (tabell 9). Både stamvolym och biomassa var störst för biomassamålet (tabell 9).

Tabell 9. Tillväxtvariabler för produktionsmålen inför röjning. Stamantal (st ha^{-1}), medeldiameter (cm), medelhöjd (m), stamvolym totalt för björk, gran och tall och enbart för tall ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$), biomassa totalt och för enbart tall (ton torrsvikt ha^{-1}).

Tillväxtvariabel	Stamved	Kombination	Biomassa
Medelstamantal	2300	3500	9840
Medeldiameter	3,6	2,8	2,0
Medelhöjd	2,5	2,3	2,1
Stamvolym, tot	5,0	5,7	10,4
Stamvolym, tall	92%	89%	90%
Biomassa, tot	4,8	5,5	10,4
Biomassa, tall	94%	89%	93%

Mönstret för hur bestånden såg ut inför röjning syntes även i de estimerade värdena inför första gallring. Den största diametern och högsta höjden (12 cm respektive 10 m) fanns i stamvedsmålet medan den högsta stamvolym och biomassa ($198 \text{ m}^3 \text{sk ha}^{-1}$ respektive 97 ton torrsvikt ha^{-1}) fanns i biomassamålet (tabell 10).

Tabell 10. Tillväxtvariabler inför första gallring. Stamantal vid start samt korrigerat med avgång (st ha⁻¹), medeldiameter (cm), medelhöjd (m), stamvolym korrigerad med avgång (m³sk ha⁻¹) och total biomassa (ton torrvikt ha⁻¹).

Tillväxtvariabel	Virke	Kombination	Biomassa
Stamantal start	2300	3500	7000
Stamantal vid 1:a gallring	2139	3185	5530
Medeldiam.	12	10	8
Medelhöjd	10,0	8,5	7,3
Stamvolym, tall	158	177	198
Biomassa tot, tall	82	90	101
Biomassa stam, tall	53	59	67
Biomassa GROT, tall	29	31	34

De största kostnadsposterna för etablering involverade alla plantering där kombinationsmålet ovillkorligen var dyrast, ca 11 500 Sek ha⁻¹ och stamvedsmålet var näst dyrast med ca 7 360 Sek ha⁻¹. För skötsel med energivedsuttag stod första åtgärden för den i särklass största kostnaden, dyrast var det för biomassamålet där energivedsuttaget kostade 23 600 Sek ha⁻¹ medan uttag i kombinationsmålet kostade 9 740 Sek ha⁻¹. Största intäkten kom av energivedsuttag för biomassamålet och kombinationsmålet, 42 660 Sek ha⁻¹ respektive 26 350 Sek ha⁻¹.

Tabell 11. Enkel ekonomisk kalkyl (SEK ha⁻¹ för uttagen m³f ub) baserad på olika anläggningsmetoder vid stickväg för stamveds-, kombinations- och biomassamålet. G – gallring; E – energivedsuttag; SåddMix - bestånds frö 90% grobarhet; förädlad frö 98% grobarhet; efter 4 år ska 25% av plantor vara av förädlad härkomst; Beståndsfrö - 90% grobarhet; Styrka- uttagsstyrka i procent; Volym- uttag i m³f ub; Alt. 1. Anläggningsmetod 1; Alt.2. Anläggningsmetod 2; Alt. 3. Anläggningsmetod 3; Innan uttag- st ha⁻¹; Efter uttag- st ha⁻¹.

Parameter	Stamved SEK	Kombination SEK	Biomassa SEK
<i>Kostnad anläggning</i>	1. Plantering -7360 2. SåddMix -3460 3. Beståndsfrö -3580	1. Plantering -11500 2. SåddMix -4960 3. SåddMix -4960	1. Förädlad frö -6250 2. SåddMix -4000 3. Beståndsfrö -6210
<i>Åtgärd-röjning eller ingen åtgärd</i>	1. Röjning 1000 st -890 2. Röjning 2500 st -1280 3. Röjning 2500 st -1280	1. Röjning 2500 st -1280 2. Röjning 2500 st -1280 3. ingen åtgärd 0	1. ingen åtgärd 0 2. ingen åtgärd 0 3. ingen åtgärd 0
<i>Åtgärd G/E</i>	G Kostnad -18220 G Intäkt 11880	G Kostnad -19840 G Intäkt 15510 E Kostnad -9740 E Intäkt 26350	E Kostnad -23600 E Intäkt 42660
<i>Uttag</i>	Styrka 30 Volym 40	Styrka 35 Volym 52	Styrka 50 Volym 84
<i>Netto</i>	Alt. 1. -14590 Alt. 2. -11080 Alt. 3. -11200	Alt. 1. -17100 Alt. 2. -10570 Alt. 3. 11650	Alt. 1. 12820 Alt. 2. 15060 Alt. 3. 12850
<i>Stamantal</i>	Innan uttag 2300 Efter uttag 1610	Innan uttag 3500 Efter uttag 2275	Innan uttag 7000 Efter uttag 3500

4. Diskussion

4. 1 Material och metodik

Kvalitén på inmätt data borde generellt vara hög. Alla förrättningsmän hade skoglig kompetens och god erfarenhet av att använda utrustningen. Ett antal faktorer gör att det går att ifrågasätta hur rättvisande den insamlade datamängden var. En faktor gäller jämförbarheten mellan bestånden. När Norsjö distrikt (dåvarande MoDo Bastuträsk) började med maskinell sådd 1993 beställdes fröet orensat som vid manuell sådd (Torbjörn Åhman Pers. komm). Detta ledde till en ojämn såddgiva med det såddaggregat som användes eftersom skalrester och andra skräppartiklar kunde sås som frö. Detta ledde till luckighet i bestånden. Efter halva såddsäsongen korrigerades frömaterialet för sådden och efter det användes enbart rensat frö vid maskinell sådd vilket gav jämnare resultat. Angående jämförbarheten för sådd på Umeå distrikt kan även den till viss del ifrågasättas. Sådd har till viss del använts i "svår terräng" där det varit stenigt trots att det inte varit någon ideal såddmark (Miriam Nordh Pers. komm). Anledningen är att erfarenhet har visat att chansen att lyckas med en godkänd föryngring genom sådd är betydligt större än genom plantering på dessa marker, då markberedningen ger få bra planteringspunkter samt att stora plantavgångar uppstår på grund av snytbagge och torka. Ytterligare en faktor vilken spelat in på jämförbarheten på Umeå distrikt är att plantering hade ett bestånd inför röjning och med säkerhet två bestånd inför gallring vilka kom från förädlat material. Genom att information saknas i beståndsregistret finns även en möjlighet att det tredje beståndet inför gallring också är av förädlat material (bilaga 1 och 2).

Genom att materialet var spritt åldersmässigt kunde ingen direkt omvandling göras till årstillväxt då materialet inte entydigt visat på att plantering växte bättre. Med stor sannolikhet hade säkrare resultat erhållits om antalet bestånd per kategori varit större eller om fler bestånd varit anlagda samma år. Det var dock inte möjligt på grund av den begränsade fältperioden samt att inte tillräckligt med bestånd vilka uppfyllde urvalskriterierna fanns. Den stora variationen i ålder gav även stor variation i det insamlade materialet vilket gjorde att få tydliga, signifikanta och systematiska skillnader sågs. Provytorna för produktionsmålen kan inte sägas vara helt representativa för beståndet i övrigt. Inventering för produktionsmål utfördes generellt i täta områden inom beståndet. Anledningen var att tillräckligt stor frekvens av oskadade individer skulle finnas för att kunna uppfylla kravet att räknas som huvudstam. De relativt höga värdena på stamvolym och biomassa för produktionsmålen kan därför endast representera sådder med mycket bra föryngringsresultat. Förutom skadenivå har inga övriga kvalitetsaspekter tagits i beaktning vilket kan göra att ett visst antal av de största träden sannolikt kan ses som vargar med tveksamma kvalitéer att spara till det framtida beståndet.

Den teknik som valdes för energivedsuttaget i den ekonomiska kalkylen representerar inte dagens praktiska tekniknivå utan är en teknik som kan vara operativ först om ett antal år. Det ska även beaktas att nettot avser värden vid stickväg, övriga transportkostnader ej är medräknade vilka kan tänkas bli betydande för energivedsuttaget. Ytterligare osäkerhetsfaktorer är att det är oklart vilken påverkan krankorridor-gallringen har på det framtida beståndets utveckling (Bergström 2009).

4.2 Inför röjning - inför första gallring

De resultat som vid ANOVA analysen hade signifikans när block hölls slumpmässig kan bara sägas gälla för de testade distrikten (tabell 3). De resultat som fick signifikans när lokal hölls slumpmässig, högsta höjd inför röjning samt stamvolym och biomassa inför första gallring, kan däremot även antas gälla utanför de testade distrikten. I bestånden inför första gallring bör även det faktum att de redan röjts ett antal gånger vägas in och hur dessa åtgärder påverkat den fortsatta utvecklingen av beståndet. Omständigheter som den ursprungliga beståndstätheten, höjden i beståndet vid tiden för åtgärd och vilka träd förrättningsmannen valt att röja ned är alla med och påverkar hur det framtida beståndet är sammansatt (Pettersson 1993). Sett som genomsnitt över behandling inför röjning och inför första gallring följer beståndstäthet och tillväxtvariabler i princip det förväntade utfallet. Sådda bestånd hade högre beståndstäthet både totalt och för tall inför röjning samt för tall inför gallring medan planterade bestånd hade högre värden avseende övriga variabler (tabell 7). Vid höga skadefrekvenser i bestånd kan ledarskapet i tillväxt växla mellan plantering och sådd. I medeltal kan dock planteringar förväntas växa bäst fram till första gallring då de vid yngre åldrar haft högre tillväxt jämfört med sådd (Kinnunen 1982, Hagner 1984, Ackzell 1993 och Miina och Saksa 2008).

I genomsnitt var beståndstätheten högre för sådd jämfört med plantering sett till antalet tallstammar på Umeå distrikt både inför röjning och inför gallring. Med tiden verkade dock skillnaden mellan behandlingarna avta och inför första gallring var beståndstätheten 40 procent högre för sådden jämfört med planteringen. På Norsjö distrikt följde beståndstätheten inför röjning det förväntade utfallet men inför gallring syntes en avvikelse då plantering hade 20 procent fler tallstammar jämfört med sådd. En möjlig förklaring till att plantering hade större stamtäthet än sådd och att signifikans uteblev kan vara den stora variation som fanns i vilken föryngringsåtgärd som hade flest antal stammar i paren. Flera bestånd hade ojämna föryngringar med ett stort antal luckor vilket påverkar medelvärdena per hektar. I Kankaanhuhta et al. (2009) undersökning uppvisades en nedgång i antalet plantor med en tredjedel efter sådd i blockig eller fuktig terräng, något som skulle kunna stämma överens med det sämre föryngringsresultatet och luckorna för GNS par 1 och 2 i det här försöket (bilaga 2). Brant terräng (GNS par 2) och berg i dagen (GUS par 2) kan vara ytterligare försvårande faktorer vid anläggning som kan ge ett ojämnt resultat (bilaga 1 och 2). Hyppönen et al. (2005) har modeller som visar att även hög höjd över havet kan ge låg plantetablering vilket kan vara tillämpligt för samtliga GNS vilka befann sig över 250 meter över havet (bilaga 2). Allmänt kan beståndstätheten för vissa sådda bestånd ha påverkats av förekomsten av snöskytte (*Phacidium infestans*) under etableringsfasen. I Mäkitalos (1999) försök dödade denna patogen störst andel sådda plantor genom att de befinner sig under snötäcket fler år än planterade plantor samt att det klustrade plantuppslaget gör att infektionen sprids och infekterar nya värdar lättare.

Uppdelning i trädklasser för GU och GN är framförallt intressant ur framtida gallringssynpunkt. Trädklasserna kan vara en estimering av vilken struktur som kan finnas i sådda respektive planterade bestånd. Förutom vilken typ av träd som finns för uttag kan även en antydning ges om eventuell risk för lägre prestation och ökad tidsåtgång vilket kan uppstå vid stor andel av träd med liten diameter (Thelin 1990). Enligt figur 2 hade sådd något fler stammarna i de undertryckta och behärskade klasserna vilket kan leda till lite större problem med hindrande underväxt. De mest ekonomiskt värdefulla träden finns troligtvis i de två första klasserna (dominerande/medhärskande) där de största stamvolymerna förekommer och där sådda

bestånd hade ca 40 utvecklingsbara stammar per hektar fler än de planterade. Volymen per stam torde dock vara något mindre för såddstammarna (se analogi under diskussionsavsnittet för stamvolym).

I genomsnitt var medelhöjden för sådd lägre jämfört med plantering vilket stämmer överens med resultat från yngre beståndsåldrar (Kinnunen 1982; Kinnunen and Nerg 1982; Hagner 1984; Miina and Saksa 2008). En del av detta övertag på Umeå distrikt förklaras av att ett planterat bestånd inför röjning och två inför första gallring var förädlat material vilket ger ca nio procent högre tillväxt i höjd (Wennström et al. 2007). Jämförelsen mellan sådd och plantering blev därför inte helt rättvis. Kvoten för medelhöjd höll sig oförändrad på 70 procent mellan RU och GU. I Norsjö minskade planteringsens försprång i medelhöjd fram till gallring då sådden endast var en halvmeter lägre. Det var främst par 1 som avvek där sådden hade 1,4 meter högre medelhöjd (bilaga 2). Framförallt kan medelhöjden för de planterade beståndet anses låg och den bakomliggande orsaken var att träden bar spår av toppbrott orsakat av snö (iakttagelse i fält, insamlade data) vilket kan ge väsentliga produktionsförluster (Skogsstyrelsen 1995). Även Karlsson et al. (2002) noterade att snöbrott var vanligt förekommande för planterade plantor i sitt försök. För GUS (par 3) och GNS (par 3) var skillnaden mellan sådd och plantering oväntat liten i jämförelse med tidigare studier för yngre bestånd (Kinnunen 1982, Kinnunen och Nerg 1982) (bilaga 1 och 2). En intressant notering är att den procentuella tillväxtskillnaden mellan RU och GU var lika för medelhöjd (70 procent) och högsta höjd (80 procent), ett mönster som inte sågs mellan RN och GN.

Den högsta höjden var högre för plantering inför röjning på båda distrikten och inför gallring i Umeå. Varmola et al. (1998) visade på att konkurrensen i såddfläckar minskade höjdtillväxten för de dominerande träden. I den här undersökningen var de flesta bestånd radsådda men eventuellt skulle den lägre höjdtillväxten hos sådd för de högsta träden kunna komma av att konkurrensen påminner om den i såddfläckar. En avvikelse kunde dock ses inför gallring i Norsjö där den högsta höjden oväntat var 0,7 meter högre för sådd (bilaga 2). Genom att titta på de enskilda paren kan en förklaring hittas, GNS par 3 var 3,8 meter högre än GNP vilket kan härledas till skador från insekter, svamp och älg hos GNP. Många av de inmätta träden var skadade eftersom oskadade träd knappt fanns att tillgå. Exempel på förväntade tillväxtförluster i bestånd skadade av t.ex. knäcksjuka (*Melampsora pinitorqua*) kan ge 38 procent i höjdförlust jämfört med oskadade träd (sju år efter plantering, Martinsson 1985). Betning av älg är en vanligt förekommande skada hos träd. I Lyly and Saksas (1992) försök uppkom de allvarligaste skadorna vid 1,5 till 2 meters höjd och de träd som betades upprepade gånger kom efter i höjdtillväxt. De förluster som syntes för GNS par 3 relaterar antagligen till denna problematik.

Volymen per stam var lägre för sådd jämfört med plantering vilket var förväntat med tanke på att antalet stammar är mycket högre för sådd (Pettersson 1992). Den relativa skillnaden mellan plantering och sådd minskade dock mellan tidpunkterna på Umeå distrikt. Från att varit sju gånger så stor volym per stam inför röjning för plantering avtog det till tre gånger så stor volym per stam inför första gallring. I Norsjö var den relativa skillnaden mellan tidpunkterna mer blygsam. Från tre gånger så stor volym per stam inför röjning minskade volymen till dubbelt så stor per stam inför första gallring. Framförallt kom den minskade skillnaden mellan behandlingarna av att de sådda stammarna ökade kraftigt i volym efter att första åtgärden satts in fram till den senare tidpunkten.

Sett generellt i medel per hektar hade de planterade bestånden högre stamvolymen än de sådda vilket liknade resultaten från Huuskonen och Miinas (2007) simuleringar. Resultaten går emellertid emot Pettersson (1992) som fick högre volym vid högre beståndstäthet. En möjlig tolkning för avsteget är att Petterssons funktioner (1992) enbart är baserade på planterat material samt att de ger en grövre estimering av volymen än Brandels funktioner (1990) som använts i denna studie. Brandels funktioner (1990) är mer högupplösta och baseras på varje enskild individ som inmätts. Stora träd ger förstås ett större tillskott till den totala volymen än vad små träd gör (Andersson 1954; Brandel 1990) och i genomsnitt har de planterade bestånden större andel höga och grova träd.

En möjlig förklaring till den uteblivna signifikansen i försöksledet inför röjning kan vara att par 4 i Norsjö frångick trenden då RNS hade större stamvolym än RNP (bilaga 2). Anledningen till den högre stamvolymen är dock samma som ovanstående, RNS hade större träd, d.v.s. grövre och högre, jämfört med RNP. RNP hade för plantering ett ovanligt högt stamantal med över 5000 stammar ha^{-1} . Förutom att ett stort antal stammar påverkar brösthöjdsdiametern negativt (Pettersson 1992) kom den största andelen av dessa stammar antagligen från naturligt och sent insådd förryngring, vilket i sig medför låga värden på diameter och höjd.

Även om det inför gallring fortfarande fanns 30 procent mer stamvolym i GUP och GNP så hade GUS och GNS tagit igen mellan tio och tjugo procent på övertaget jämfört med den tidigare tidpunkten. Viktigt att hålla i minnet för stamvolym per stam och per hektar är att förädlingseffekten i de planterade bestånden på distrikt Umeå förstås även inverkar på stamvolym och biomassa. Skillnaden mellan de båda behandlingarna kan de facto alltså vara mindre om de vore etablerade med samma typ av material.

Medelvärdena per stam för biomassa var liknande de för stamvolym. Inför första gallring hade GUP ökat till 0,03 ton torrsvikt stam^{-1} mot GUS 0,01 ton torrsvikt stam^{-1} , sådden stod dock för den största upphämtningen i volym relativt sett över tiden. Skillnaden var återigen inte särskilt stor i Norsjö fram till gallring, GNP hade 0,04 ton torrsvikt stam^{-1} mot GNS 0,02 ton torrsvikt stam^{-1} . Biomassan per hektar var i genomsnitt högre i de planterade bestånden jämfört med de sådda, ett förväntat utfall med härledning till resonemanget för stamvolymen. Procentuellt sett minskade planteringsens försprång över sådden med tiden. Inför gallring sjönk övertaget i Umeå från 50 procent mer volym ned till 30 procent och i Norsjö motsvarande 40 till 30 procent. Anledningen till att signifikans uteblev på biomassa inför röjning kan återigen förklaras av RNP i par 4 (bilaga 2).

Den mellanårliga variationen för årsskottstillväxten gjorde det svårt att dra några generella slutsatser. Mäkitalos (1999) försök i Norra Finland över 16 tillväxtsånger visar att medelvärden för toppskotten på 25 cm för sådd och 29 cm för plantering kan förväntas. I denna studie hade mellan tio och sjutton tillväxtsånger passerat vid inventeringstillfället inför röjning. Längden på årsskotten mätt i centimeter var längre för både sådd och plantering jämfört med Mäkitalo (1999). Inför första gallring återstod endast elva procents förskott i medel för planterings årsskott, det kan alltså vara möjligt att skillnaden minskar än mer med tiden. Dock finns inga belägg för denna iakttagelse i befintlig litteratur. I genomsnitt över de två tidpunkterna och distrikten var såddens tillväxt bara drygt tio procent lägre i medel för de fem årsskotten jämfört med de planterade. Skillnader höjd som finns mellan plantering och sådd redan vid

etableringstillfället (Kinnunen 1982), verkar kvarstå fram till första gallring även om den relativa skillnaden verkar bli mindre med tiden.

4.3 Produktionsmål

Resultaten från de tre produktionsmålen följer det förväntade utfallet med mindre medeldiametrar och större volymer med ökad beståndstäthet (Pettersson 1992) vilket kan ses i tabell 10. Biomassamålet visade på en mycket stor stamtäthet. Umeås högre beståndstätheter jämfört med Norsjö förklaras inte så mycket av skillnader i latitud och temperatursumma (båda distrikten likvärdiga) som av det redan diskuterade problemet med frömaterialet vid sådd på Norsjö distrikt. Att produktionsmålen representerar tätare partier i bestånden var tydligt när biomassamålet och medelstamantal för beståndet jämfördes, medelstamantalet var bara hälften så högt. Dessa ytor är exempel på hur lyckade sådda bestånd utvecklas.

De framräknade typbestånden för de tre olika produktionsmålen användes dels för att få en bild av hur bestånd med olika stamtäthet utvecklas över tiden, dels för att kunna göra en grov ekonomisk kalkyl. Den ekonomiska kalkylen gjordes för åtgärder "vid stickväg" då dessa var relativt överskådliga och att antalet poster med en längre kedja helt enkelt blivit för många och för osäkra att estimeras. Skotning, eventuell vidarebearbetning och transport till industri är alltså inte inkluderat. Andra poster som inte beaktats är eventuella tillväxtförluster för sådd gentemot plantering och eventuella framtida produktionsförluster p.g.a. helträdsuttag.

Plantering inbringade inte ett positivt netto fram till första gallring. När etablerings-, röjnings- och gallringskostnaden för uttagen m^3 ub per hektar i en traditionell skötselregim vägts mot intäkten vid gallringen var nettot negativt. För stamvedsmålet hamnade det runt $-14\,590$ SEK ha^{-1} (alt. 1) och för kombinationsmålet $-17\,100$ SEK ha^{-1} (alt. 1). För biomassamålet övervägdes aldrig plantering då användning av en dyr förnyingsmetod bedömdes vara ekonomiskt oförsvarbar redan från start, många av stammarna kommer att antingen självgallras eller tas ut som ett lågintäktsalternativ med energivedsuttag. En möjlig påverkande faktor i kalkylen för Holmens del är att deras dagsprestation för plantering bör vara något högre jämfört med Wennström (2001), som räknade med en arbetskapacitet av 1200 plantor per dag. En lägre anläggningskostnad skulle förstås ge något bättre resultat (mindre negativt) för planteringsalternativet.

Sådd inbringade både positiva och negativa netton. En normal skötselregim för stamvedsmålet och en såddmix av beståndsfrö och förädlat frö (vilket gör att ca 25 procent av plantorna är av förädlat ursprung efter 4 år) gav ett negativt netto, $-11\,080$ SEK ha^{-1} (alt. 2). Om enbart beståndsfrö användes var det negativa nettot något större, ca $-11\,200$ SEK ha^{-1} (alt.3). För kombinationsmålet gav etablering med såddmix och konventionell skötsel ett negativt netto om ca $-10\,570$ SEK ha^{-1} (alt. 2). Sådd inbringade ett positivt netto för kombinations- samt biomassamålet med energivedsuttag. För kombinationsmålet gav såddmixen ett netto om ca $11\,650$ SEK ha^{-1} (alt. 3). För biomassamålet användes energivedsuttag med tre olika kombinationer av sådd: rent förädlat frö, samma såddmix som för övriga samt beståndsfrö. De olika alternativen genererade alla positiva netton om ca $12\,820$ SEK ha^{-1} (alt. 1), ca $15\,060$ SEK ha^{-1} (alt. 2) och ca $12\,850$ SEK ha^{-1} (alt. 3) respektive i nettointäkt.

Det bästa alternativet vore alltså såddmixen, vilket till och med var lönsammare än att använda sig av beståndsfrö. Även om sådd med enbart förädlat frö i dagsläget inte är möjligt då

frö tillgången inte är stor nog kan det vara intressant att ha med som jämförelse om framtiden skulle ge nya förutsättningar. Förädlat frö kan till och med ge lägre förnygringskostnad än beståndsfrö, beroende på att en mindre frögiva krävs för att uppnå samma plantetableringsresultat (Wennström 2001, Wennström et al. 2007). Att blanda in förädlat frö vid förnygring är dessutom en bra investering ur flera aspekter. Förutom att storleken på frögiven kan minskas då fler plantor etableras och nolltyte förekomsten är liten (Ackzell och Lindgren 1994) är överlevnaden också större jämfört med beståndsfrö (Wennström et al. 2007). Dessutom blir såddresultatet jämnare och storleksskillnaden mindre mellan plantorna (Wennström et al. 2007). Sammantaget betyder dessa faktorer att heterogeniteten som kopplas till sådd har potential att bli mindre med förädlat frö i givan än om enbart beståndsfrö använts. Tjugo procent högre höjdtillväxt efter fem år är en av fördelarna med tyngre plantagefrö (Wennström et al. 2002) och är kopplad till den ökade överlevnaden (Wennström et al. 2007). Den relativa höjdtillväxten är större för sådd än för plantor med förädlat material vilket gör det mer ekonomiskt rationellt att använda det i sådd då vinsten är större (Wennström et al. 2007; Ackzell och Lindgren 1994). Argumentet att förädlat frö är så mycket dyrare är inte heller motiverat vilket visas med den ekonomiska kalkylen, såddmixen ger ett högre netto jämfört med enbart beståndsfrö både för stamveds- och biomassamålet. Att energivedsuttaget genererar så pass stora netton är logiskt då fler träd, och hela trädet, tas tillvara vilket genererar en större volym och intäkt. Sett till enbart kostnader, anläggning exkluderad, var kostnaden för energivedsuttag ca 10 procent större per volymenhet jämfört med den sammanlagda kostnaden av röjning och gallring. Genom att intäkt genereras från röjningsålder finns det dock en möjlighet att få den något större utgiften att gå jämnt ut (Bergström 2009). Avverkningsmetoden är dock mycket avhängig på produktiviteten hos skördarmaskinen och produktiviteten baseras på medelstammens storlek.

Att försena röjningen och ersätta den med en tidig gallring innebär naturligtvis också risker. Den naturliga avgången i bestånd fram till första gallring är inte så stor sett till volymproduktion, men effekten på stamantalet är desto större (Pettersson 1992). I Karlsson et al. (2002) försök sågs en risk med att endast dominerande träd, "vargar", klarar av konkurrensen och att träd av bättre kvalitet antingen undertrycks eller dör. En annan risk är när bestånd är trädslagsmixade och ett tallbestånd eftersträvas. Utan röjning har björken en tendens att ta över och dominera (Karlsson et al. 2002). Efter det första gallringsingreppet (eller här alternativt energivedsuttaget) är det viktigt att produktionen lagts på de träd som har de särskilda egenskaper som valts ut för det slutgiltiga beståndet (Karlsson et al. 1999). Om god kvalitet på tallen eftersträvas är vanlig röjning ett dåligt alternativ sett till avsmalning, grönkrongräns (kvistavdöende) och grovleken på kvistar (Karlsson et al. 2002).

Skötselregimen kan användas som ett verktyg för att få fram särskilda strukturella och mekaniska egenskaper i träet (Eriksson 2008). Genom att använda sig av sådd och högre beståndstäthet vid etablering kan man erhålla upp till fem gånger så höga värden på kvalitetsegenskaper som styvhet, hållfasthet och hårdhet, jämfört med en mycket gles plantering (Eriksson 2008). I dagsläget är det viktigare än någonsin att anpassa sig till utvecklingen och diversifiera sig. "Business as Usual" fungerar inte alltid och nya industrimöjligheter kanske måste hittas inom nya segment då nyttjande av papper stadigt gått ner i västvärlden. Förutom en följd av teknikutvecklingen har klimatdebatten gjort att många företag har en uttalad profil att få ner sin pappersförbrukning. Klimatdiskussionen har även gett nya möjligheter för skogen genom

önskemål om att biobaserade produkter ska ersätta fossilbaserade. För att få ut så mycket som möjligt av råvaran borde en fokusering av vad man vill ha ut av skogen ske redan vid beståndsanläggningen. Att diversifiering minskar risktagande är ett välkänt fenomen inom finans- och aktievärden. Då skogen har en lång omloppstid skulle produktion för olika ändamål på olika arealer kunna ses som ett sätt att sprida riskerna inför en osäker framtid.

Tillkännagivande (Tack)

Först vill jag rikta ett stort tack till Holmen Skog med Anders Tolblad i spetsen för att jag fick möjligheten att göra detta examensarbete. Ett stort tack till min handledare Urban Bergsten som har gjort ett enormt jobb, alltid varit snabb i korrespondensen, outtröttligt korrigerat och inspirerat. Och svarat på otaliga frågor, även de mest dumma. Anders Tolblad, min lika outtröttlige handledare På Holmen Skog som gjort sitt yttersta för att hjälpa till. Tack till David Lindberg, Jonny Stenmark, Torbjörn Åhman, David Rönnblom och Miriam Nordh på Distrikt Norsjö och Umeå som tålmodigt svarat på alla mina frågor och hjälpt till med den labyrinth som kallas beståndsregistret. Ett särskilt tack till Stellan Torshage för all hjälp med den tekniska utrustningen och alla frågetecken runt deras funktion. Sören Holm som trots juledighet tog sig tid att hjälpa en förvirrad student med ANOVA efter att redan ha byggt modellerna, tack. För biomassafunktioner, Excel snurror och allmän uppmuntran sänds ett stort tack till Kristina Ulvcrona. Victoria Forsmark som varit bollplank, tålmodigt lyssnat och gett feedback och haft koll (nästan) på att jag tagit mig hem under fältperioden, tack för all pepp under resans gång. Sist men inte minst ett stort tack till min pappa, Bengt Magnusson, och min sambo Steffen Lackmann för att ni fanns där och hjälpte mig när kroppen inte pallade med. Tack, utan er hade det inte blivit något examensarbete.

Litteraturlista

- Ackzell, L.** 1993. A comparison of planting, sowing and natural regeneration for *Pinus sylvestris* (L.) in boreal Sweden. *Forest ecology and management*. Nr. 61. s 229-245.
- Ackzell, L. and D. Lindgren.** 1994. Some genetic aspects of human intervention in forest regeneration: considerations based on examples from an experiment in northern Sweden. *Forestry*. Nr. 67:2. s 133-148.
- Agestam, E.** 2009. Gallring. Skogsskötselserien. Nr. 7. Skogsstyrelsen.
- Agestam, E., Ekö, P-M. and U. Johansson.** 1998. Timber quality and volume growth in naturally regenerated and planted Scots pine stands in S.W. Sweden. *Studia Forestalia Suecica*. Nr. 204.
- Alemdag, I.S.** 1982. Biomass of the merchantable and unmerchantable portions of the stem. Information report. Petawawa National Forestry Institute, Canada. Nr. PI-X-20.
- Andersson, S-O.** 1954. Funktioner och tabeller för kubering av småträd. Stockholm. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut. Nr. 44:12.
- Anon.** Bortsättningsmall förrensning. Holmen skog.
- Anon.** 2009. Prestationsfunktioner skördare och drivare för gallring. Holmen skog.
- Bergsten, U., Sahlén, K., Charlesworth, E., Fredriksson, M. and O. Wilhelmsson.** 2001. Skogsförnygring av tall och gran från frö: Handbok. Vindeln. 40 s.
- Bergström, D.** 2009. Techniques and systems for boom-corridor thinning in young dense forests. Doctoral dissertation. Sveriges Lantbruksuniversitet. SLU, Department of Forest Ecology and Management.
- Brandel, G.** 1990. Volymfunktioner för enskilda träd: tall, gran och björk. Rapport Sveriges Lantbruksuniversitet. Nr. 11.
- de Chantal, M., Leinonen, K., Ilvesniemi, H. and C-J. Westman.** 2003. Combined effects of site preparation, soil properties and sowing date on establishment of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* from seeds. *Canadian Journal of Forest Research*. Nr. 33. s 931-945.
- Energimyndigheten.** 2009. Prisblad för biobränslen, torv m.m. Nr 4/ 2009.
- Eriksson, D.** 2008. Wood- an anatomical structure in the tree and an engineering material in industry: prediction of material properties in managed Scots pine stands in the forest. Doctoral dissertation. SLU, Department of Forest Ecology and Management.
- Eriksson, J.** 2010. Fakta Holmens skogar 2009. Stab Skogsvård. Holmen Skog.
- FOREX.** 2010. Valutaomvandlare- Euro till Svenska kronor. 2010-02-03.
<http://www.forex.se/>
- Fries, J.** 1964. Vårtbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. *Studia forestalia Suecica*. Nr. 14.
- Hagner, M.** 1984. Överlevnad och tillväxt under nio år hos konsådd tall (*Pinus sylvestris* och *Pinus contorta*). Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift. Nr. 5. S.5-19.
- Hakkila, P.** 1989. Utilization of residual forest biomass. Berlin, Springer- Verlag.
- Hallsby, G.** 2009. Plantering av barrträd. Skogsskötselserien. Nr 3. Skogsstyrelsen.
- Hansson, P. and M. Karlman.** 1997. Survival, height and health status of 20-year-old *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta* after different scarification treatments in a harsh boreal climate. *Scandinavian Journal of Forest Research*. Nr. 12. s 340-350.
- Holmen skog.** 2000. Röjningsinstruktion.
- Holmen Skog.** 2007. Riktlinjer för uthålligt skogsbruk.
- Holmen Skog.** 2009. Prislister sågtimmer och massaved. Region Örnsköldsvik. 2010-02-01.

<http://www.holmenskog.com/Main.aspx?ID=4996b7a6-96cc-4626-b898-ab1e688b575c>

Huuskonen, S. och J. Miina. 2007. Stand-level growth models for young Scots pine stands in Finland. *Forest Ecology and Management*. Nr. 241. S. 49-61.

Hyppönen, M., Alenius, V. and S. Valkonen. 2005. Models for the establishment and height development of naturally regenerated *Pinus sylvestris* in Finnish Lapland. *Scandinavian Journal of Forest Research*. Nr. 20:4. s 347-357.

Håkansson, M., Steffen C. and N. Forshed. 1994. Praktisk skogshandbok. Sveriges skogsvårdsförbund. 14:e upplagan.

Kankaanhuhta, V., Saksa, T. and H. Smolander. 2009. Variation on the result of Norway Spruce planting and Scots Pine direct seeding in privately- owned forests in Soouthern Finland. *Silva Fennica*. Nr. 43:1. s. 51-70.

Karlsson, A., Albrektsson, A., Elfving B. and C. Fries. 2002. Development of *Pinus sylvestris* main stems following three different precommercial thinning methods in a mixed stand. *Scandinavian journal of forest research*. Nr. 17. s 256-262.

Karlsson, K., Mörling, T. och R. Pape. 1999. Gallring på gott och ont– hur påverkas tillväxt och kvalitet hos tall och gran?. *Fakta Skog*. Nr. 10. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Kinnunen, K. 1982. Scots pine sowing on barren mineral soils in Western Finland. *Folia Forestalia*. Nr. 531. Sid. 1-24. (på finska med engelsk sammanfattning)

Kinnunen, K. och J. Nerg. 1982. State of sown and naturally regenerated young Scots pine stands in the private forest of Western Finland. *Folia Forestalia*. Nr. 535. Sid. 1-16. (på finska med engelsk sammanfattning)

Lyly, O. och T. Saksa. 1992. The effect of stand density on moose damage in young *Pinus sylvestris* stands. *Scandinavian journal of forest research*. Nr. 7. Sid. 393-403.

Marklund, L.G. 1988. Biomassafunktioner för tall, gran och björk i Sverige. Rapport Nr. 45. Institutionen för skogstaxering. Sveriges lantbruksuniversitet.

Martinsson, O. 1985. The influence of pine twist rust (*Melampsora pinitorqua*) on growth and development of Scots pine (*Pinus sylvestris*). *European journal of forest pathology*. Nr. 15(2). Sid. 103-110.

Miina, J. and T. Saksa. 2008. Predicting establishment of tree seedlings for evaluating methods of regeneration for *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research*. Nr.23. s 12-27.

Minitab Inc. 2007. Minitab 15 för Windows.

Mäkitalo, K. 1999. Effects of site preparation and reforestation method on survival and height growth on Scots Pine. *Scandinavian Journal of Forest research*. Nr. 14. S. 512-525.

Nilsson, U. och A. Albrektsson. 1994. Growth and self-thinning in two young Scots pine stands planted at different initial densities. *Forest ecology and management*. Nr. 68. Sid. 209-215.

Näslund, M. 1936. Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. Meddelande från Statens Skogsforskningsanstalt. Nr. 29:1.

Pettersson, H. 1955. Barrskogens volymproduktion. Meddelande från Statens Skogsforskningsinstitut. Nr. 45:1A.

Pettersson, N. 1992. The effect on stand development of different spacing after planting and precommercial thinning in Norway spruce (*Picea Abies* (L.) Karst.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. Doctoral Dissertation. Institutionen för skogsproduktion. Swedish University of Agricultural Sciences. ISSN 0348-7636.

- Pettersson, N.** 1993. The effect of density after precommercial thinning on volume and structure in *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. Scandinavian Journal of Forest Research. Nr. 8. s 528-539.
- Skogsstyrelsen.** 1995. Skador på barrträd. ISBN 91-88462-22-6. Jönköping.
- Skogsstyrelsen.** 2009 a. Skogsstatistisk årsbok. ISBN 978-91-88462-87-9
- Skogsstyrelsen.** 2009 b. Omräkningstal på effektivt värmevärde. 2010-02-08.
<http://www.skogseko.se/epi-server4/templates/SNormalPage.aspx?id=15250>
- Skogsverige.** Omföringstabell vanliga kubikmetermått i skogen. 2010-02-03.
<http://www.skogsverige.se/skog/skogen/swe/lathund.cfm>
- Thelin, A.** 1990. Underväxt i gallring- ett snårigt problem med lösningar. Redogörelse Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Nr. 1. s.92-96.
- Ulvcrona, K.** Biomassafunktioner. In prep.
- Varmola, M., Kolstroumlm, T., och E. Mehtaumlalo.** 1998. The effect of release cutting on the growth and external quality of the dominant trees in a *Pinus sylvestris* stand established by spot sowing. Scandinavian Journal of Forest Research. Nr. 13. S. 151 – 159.
- Wennström, U.** 2001. Direct seeding of *Pinus sylvestris* (L.) in the boreal forest using orchard or stand seed. Doctoral dissertation. SLU, Department of Silviculture.
- Wennström, U., Bergsten, U. and J-E Nilsson.** 2001. Early seedling growth of *Pinus sylvestris* (L) after sowing with a mixture of stands and orchard seed in dense spacing's. Canadian Journal of Forest Research. Nr.31:7. s 1184-1194.
- Wennström, U., Bergsten, U. and J-E Nilsson.** 2002. Effects of seed weight and seed type on early seedling growth of *Pinus Sylvestris* under harsh and optimal conditions. Scandinavian Journal of Forest Research. Nr. 17. s 118-130.
- Wennström, U., Bergsten, U. and J-E Nilsson.** 2007. Seedling establishment and growth after direct seeding with *Pinus Sylvestris*: effects of seed type, seed origin and seeding year. *Silva Fennica*. Nr. 41:2. s 1-16.
- Winsa, H.** 1995. Influence of rain shelter and site preparation on seedling emergence of *Pinus sylvestris* L. after direct seeding. Scandinavian journal of forest research. Nr. 10. s 167-175.

Personlig kommunikation

Nordh, Miriam. Produktionsledare, Holmen Skog Distrikt Umeå.

Åhman, Torbjörn. Produktionsledare, Holmen Skog Distrikt Norsjö.

BILAGA 1. Umeå

Beståndsbeskrivning för Holmen Skog, distrikt Umeå. RT90 - kartreferenssystem RT90; Best – beståndsnummer; S – sådd; P – planterat; R – röjning; G – gallring; År – anläggningsår; Ha – hektar; SI – ståndortsindex; Lat – latitud; T-sum - temperatursumma; PYt – Provytor; Åtg år - nästa planerade åtgärd samt år; Plantagefrö- om förnygring ej kommer från beståndsfrö anges plantage.

Karta RT90	Best RT90	S/P	R/ G	År	Ha	SI	Lat	T-sum	PYt	Åtg. År	Plantagefrö
709173	5704	S	R	1992	13,6	T 20	63,8	1032	8	P Röj manuell	
715169	8767	S	R	1994	8,5	T 19	64,4	820	6	F Röj manuell 2009	
716171	5957	S	R	1998	10,5	T 20	64,5	857	7	F Röj invent 2010	
713171	0354	S	R	1999	4,6	T 22	64,1	874	5	P Röj manuell 2009	
713174	0381	S	G	1979	38,6	T 20	64,1	998	10	F Gall invent 2016	
711173	9111	S	G	1984	17,3	T 22	64	948	10	F Gall invent 2015	
713173	1920	S	G	1986	7,2	T 23	64,1	918	6	F Gall invent 2016	
715169	4531	P	R	1992	15,7	T 21	64,3	785	7	F Gall invent 2023	
712170	5597	P	R	1994	3,4	G 20	64,1	857	5	F Röj. Invent 2010	Våge
714171	8077	P	R	1998	15,4	G 20	64,3	799	7	F Röj.invent 2011	
716170	3486	P	R	1999	26,6	T 20	64,4	779	8	F Röj.invent 2010	
710167	3156	P	G	1979	4,3	T 21	63,9	914	5	F Gall Invent. 2009	ej info
715174	7406	P	G	1984	9,9	T 23	64,4	895	7	F Gall Invent. 2013	Robertsfors
713170	8280	P	G	1986	11,2	T 22	64,2	817	7	F Gall Invent. 2013	Alnö

Resultat från inventering, distrikt Umeå. RT90 - kartreferenssystem RT90; Best – beståndsnummer; Par- vilket par sådd-plant; Antal- stamantal (st ha⁻¹); To- totalt (tall, gran, björk); T- tall; M.höjd- medelhöjd (m); H.höjd- högsta höjd (m); Vol- stamvolym (m³sk ha⁻¹); Bio- biomassa (ton ha⁻¹); Skadetyper- förekommande skadetyper i beståndet; Ä- olika former av älgskador; S- olika former av snöskador; Ks- kräftsår, okänd svampskada.

Karta RT90	Best RT90	Par	Antal (To)	Antal (T)	M.höjd	H.höjd	Vol (To)	Vol (T)	Bio (To)	Bio (T)	Skadetyper
709173	5704	1	5713	4963	3,4	4,9	10	7	7	4	Ä, S
715169	8767	2	7983	6883	2,5	3,8	8	8	5	5	
716171	5957	3	5900	5586	2,1	3,2	3	3	2	2	Ä
713171	0354	4	5900	4840	1,7	2,7	2	2	2	1	Ä
713174	0381	1	3950	2700	7,9	10,0	77	74	37	34	Ä, S
711173	9111	2	2200	1450	5,5	6,9	25	20	13	10	Ä
713173	1920	3	2000	1700	5,4	7,6	36	34	15	14	Ä, S
715169	4531	1	3386	1557	4,4	6,0	24	23	13	12	Ä, S, Ks
712170	5597	2	5180	1580	4,0	5,0	11	10	7	6	Ä
714171	8077	3	3329	1971	3,0	3,8	6	6	4	4	Ä, S, Ks
716170	3486	4	4100	2213	2,1	2,9	4	3	2	2	Ä
710167	3156	1	2280	1240	12,7	14,6	148	112	16	11	Ä, S
715174	7406	2	3443	1471	7,9	9,6	55	50	26	22	Ä, S, Ks
713170	8280	3	2514	1429	5,7	7,4	31	28	16	14	Ä, S, Ks

BILAGA 2. Norsjö

Beståndsbeskrivning för Holmen Skog, distrikt Norsjö. RT90 - kartreferenssystem RT90; Best – beståndsnummer; S – sådd; P – planterat; R – röjning; G – gallring; År – anläggningsår; Ha – hektar; SI – ståndortsindex; Lat – latitud; T-sum – temperatur summa; PYt – Provytor; Åtg år - nästa planerade åtgärd samt år; Plantagefrö- om förnygring ej kommer från beståndsfrö anges plantage.

Karta RT90	Best RT90	S/P	R/G	År	Ha	SI	Lat	T-sum	PYt	Åtg. År	Plantagefrö
716169	6023	S	R	1993	8	T 19	64,5	811	7	F Röj manuell 2009	
717167	5231	S	R	1993	15,1	T 19	64,5	762	7	P Röj invent 2009	
717167	5534	S	R	1993	14	T 19	64,5	734	6	P Röj invent 2009	
715168	3531	S	R	1994	4,4	T 23	64,3	821	5	F Röj manuell 2009	
719170	2786	S	G	1974	10,2	T 21	64,7	789	7	F Gall invent 2014	
719170	2993	S	G	1974	6,4	T 19	64,7	784	6	F Gall invent 2013	
718168	1760	S	G	1981	6,5	T 20	64,6	787	6	U Traktp. Gall 2008	
717170	4498	P	R	1993	14,3	T 20	65,5	814	6	P Röj invent 2009	
717170	3897	P	R	1993	21,4	T 18	64,5	811	8	F Röj invent 2013	
717170	4288	P	R	1993	16	T 20	64,5	807	7	F Röj invent 2012	
717170	4735	P	R	1994	24,8	T 20	64,5	792	8	F Röj invent 2010	
717169	6209	P	G	1974	13,1	T 22	64,5	726	7		
718168	0055	P	G	1974	13	T 21	64,6	734	7	F Invent gall 2012	
718170	3873	P	G	1981	13,1	T 21	64,6	781	7		

Resultat från inventering, distrikt Norsjö. RT90 - kartreferenssystem RT90; Best – beståndsnummer; Par- vilket par sådd-plant; Antal- stamantal (st ha⁻¹); To- totalt (tall, gran, björk); T- tall; M.höjd- medelhöjd (m); H.höjd- högsta höjd (m); Vol- stamvolym (m³sk ha⁻¹); Bio- biomassa (ton ha⁻¹); Skadetyper- förekommande skadetyper i beståndet; Ä- olika former av älg skador; Ks- kräftsår, okänd svampskada; Snsk- snöskytte; S- olika former av snöskador; Ts- törskate; Kn- knäckesjuka.

Karta RT90	Best RT90	Par	Antal (To)	Antal (T)	M.höjd	H.höjd	Vol (To)	Vol (T)	Bio (To)	Bio (T)	Skadetyper
716169	6023	1	6371	5357	2,7	3,7	7	7	5	4	Ä
717167	5231	2	6043	5757	1,9	3,1	3	3	2	2	Ä, Ks, Snsk
717167	5534	3	5333	4083	2,0	3,3	3	3	2	2	Ä, Ks, Snsk
715168	3531	4	5560	4840	2,8	4,9	9	8	6	5	Ä
719170	2786	1	1300	971	9,1	11,5	62	55	17	14	Ä, S
719170	2993	2	1433	650	7,0	10,7	50	36	16	6	Ä, S, Ts
718168	1760	3	2867	1250	7,1	12,9	105	80	28	19	Ä, S
717170	4498	1	4433	2417	3,0	4,6	10	8	7	5	Ä
717170	3897	2	3075	1863	4,0	5,7	15	15	8	8	Ä, S
717170	4288	3	4643	2371	3,5	4,9	12	11	7	7	Ä, S
717170	4735	4	6913	5163	1,9	2,6	4	2	2	1	Ä
717169	6209	1	1857	1157	7,7	11,4	82	78	21	19	S, Kn
718168	0055	2	2214	1286	10,0	12,4	131	122	19	16	Ä, S, Kn
718170	3873	3	2843	1129	7,3	9,1	60	54	14	11	Ä, S

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2009:14 Författare: Lars Karlsson
Site preparation, planting position and planting stock effects on long-term survival, growth and stem form properties of *Pinus contorta* on southern Iceland
- 2009:15 Författare: Jennie Sverker
A comparison of protein complexation capacity among six boreal species and the consequences for nitrogen mineralization
- 2009:16 Författare: Ida Nilsson
Markberedningsresultat och plantbildning med såddaggregaten Humax 2-4 och KSM-såddskopa
- 2009:17 Författare: Maja Löfstrand
Är förekomst av knäcksjuka i tallföryngringar mindre på stora naturvårdsaspar än på tallsly?
- 2009:18 Författare: Rose-Marie Kronberg
Importance of mire plant community composition when estimating ecosystem level methane emission
- 2009:19 Författare: Anna Byström
Skogsbrukets påverkan på fasta fornlämningar – en analys av skador på fasta fornlämningar i Västernorrlands län där avverkning och markberedning utförts
- 2009:20 Författare: Stefan Ivarsson
Skogstillstånd och skogshistoria i Tyresta nationalpark – en jämförelse mellan nu och då, Haninge och Tyresö
- 2009:21 Författare: Aida Bargués Tobella
Water infiltration in the Nyando River basin, Kenya
- 2009:22 Författare: Nils-Olov Eklund
Moose distribution and browsing close to a feeding station

- 2010:01 Författare: Aron Sandling
Distribution and nitrogen fixation of terricolous lichens in a boreal forest fire chronosequence
- 2010:02 Författare: Elin Olofsson
Variation in protein precipitation and phenolic content within and among species across an elevational gradient in subarctic Sweden
- 2010:03 Författare: Erik Holm
The effects on DOC export to boreal streams, caused by forestry
- 2010:04 Författare: Tommy Johansson
Illegal logging in Northwest Russia – Export taxes as a means to prevent illegal operations
- 2010:05 Författare: Emma Tillberg
Skador orsakade av törskatesvamp på ungskog av tall *Pinus sylvestris* samt förekomst av kovall i hyggesbrända respektive mekaniskt markberedda bestånd
- 2010:06 Författare: Susanne Spreer
Virkesproduktionen under 80 år i ett fältförsök i Dalarna med olika skogsskötselsystem
- 2010:07 Författare: Lenka Kuglerova
Effects of forest harvesting on the hydrology of boreal streams: The importance of vegetation for the water balance of a boreal forest

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