



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2010:18

Räcker det med en rövning i tallbestånd i norra Sverige?

Is it enough with one pre-commercial thinning in Scots pine stands in northern Sweden?

Victoria Forsmark



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2010:18

Räcker det med en röjning i tallbestånd i norra Sverige?

Is it enough with one pre-commercial thinning in Scots pine stands in northern Sweden?

Victoria Forsmark

Nyckelord / Keywords:

Tall, röjning, underväxtröjning, underväxt, första gallring, stubbskott / *Scots pine, pre-commercial thinning, undergrowth cleaning, undergrowth, first thinning, stump sprouts*

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:* Ola Kårén och Olov Norgren, 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

Röjning är en skötselåtgärd som påverkar det framtida beståndets utveckling och skördeutfall. Olika och delvis motstridiga mål måste beaktas vid röjningstillfället. I praktiken blir många bestånd röjda mer än en gång. En orsak till upprepad röjning är att det kan uppstå behov av förnyad lövröjning när stubbskott har vuxit ifatt barrträden. Röjningens utförande kan också påverka nästa skötselåtgärd, dvs. gallringen. Stubbskott och annan underväxt påverkar skördarens prestation i gallring och en hög förekomst av underväxt medför också att en del av virkesproduktionen förs över till fel stammar. Därför är det vanligt med s.k. underväxtröjning i samband med gallring.

Syftet med arbetet var att ta reda på i vilken omfattning stubbskottsbjörk och övrig underväxt förekommer i röjda etablerade ungskogsbestånd på olika ståndortsindex samt hur förekomsten varierar beroende på beståndets höjd och stamtäthet vid första röjningstillfället. Utifrån detta skulle studien ur kostnads- och kvalitetssynpunkt ange vilka beståndstyper som kräver ytterligare en röjning/underväxtröjning före gallring, samt kvantifiera vilket potentiellt värde som underväxtstammar har om de istället tas ut som ett biobränslesortiment. Målet med arbetet var att skapa ett kunskapsunderlag som kan användas för beslut om underväxtröjning inför första gallring.

Bestånd som hade röjts en gång söktes i Holmens Skogs beståndsregister för att kunna göra en uppdelning; i två klasser för ståndortsindex (SI), två stamtäthetsklasser och två klasser för röjningstidpunkt. Bestånden var dominerade av tall (*Pinus sylvestris*), planterade, 8-12 m höga och belägna i Västerbotten, Ångermanland och Lappland. Dessutom inventerades ett antal bestånd som röjts vid två tillfällen. Fältstudien utfördes som en objektiv cirkelyteinventering med slumpmässig start. På varje objekt lades 5-10 cirkelprovytor (100 m²) ut.

Förekomsten av gran- respektive björkunderväxtstammar var signifikant högre på SI 22-24 jämfört med SI 19-21. På SI 19-21 bör det räcka med en röjning om man accepterar en produktivitetssänkning i gallringsarbetet med ungefär 5 %. På SI 22-24 bör man inte röja två gånger då förlusten av biomassa blir stor samtidigt som ett visst underväxtproblem ändå finns kvar. På SI 22-24 räcker en röjning i ungskogsfas men den måste kompletteras med en underväxtröjning inför gallring på grund av att förekomsten av granunderväxtstammar är alltför hög. Röjningen i ungskogsfas bör utföras tidigt eftersom röjningskostnaden blir lägre, produktionsöverläggningen på framtida huvudstammar sker tidigt och beståndet blir stabilare. Utförs inte en underväxtröjning riskerar man att skada många av de kvarvarande huvudstammarna vid gallringen. En underväxtröjning är dyrare att genomföra än en andra röjning i ungskogsfas men den kan generera plusposter som uppväger kostnaden. Med tanke på att underväxtproblemet kan finnas kvar trots att två röjningar har utförts skulle man behöva gallringsaggregat som kan hantera detta problem till en rimlig kostnad. Ett alternativ kanske kan vara att ta ut underväxten som ett biobränslesortiment, dvs. om en anpassad teknisk lösning kan utvecklas.

Abstract

Pre-commercial thinning (PCT: often referred to as cleaning) is a silvicultural treatment that affects the future development of the stand and the future harvest outcome. Different and partly contradictory goals have to be considered by the time of PCT. In practice many stands are cleaned more than once. One reason for repeated thinning is the need for cleaning deciduous trees when birch sprouts has grown into the same height as the conifer trees. The PCT can also affect the next silvicultural treatment, i.e. the first thinning. Stump sprouts and other undergrowth also affects the performance of the harvester in thinning, thus it is common with so called undergrowth cleaning immediately before thinning.

The purpose of the study was to find out to what extent stump sprouts and other undergrowth is present in stands already subjected to PCT. For different site index (SI) the effects of PCT timing (tree height) and stem density at the time of first PCT were studied. Economical and quality aspects were addressed as well. Also, the potential value of PCT-stems as energy wood was quantified. The overall objective was to create a knowledge base to be used for decision making concerning undergrowth cleaning before first thinning.

Stands were searched for in Holmen Skog's stand directory. Two classes of site index, stem density and timing of PCT, respectively, were combined. The stands were dominated by Scots pine (*Pinus sylvestris*), planted, 8-12 meter of height and situated in Västerbotten, Ångermanland or Lapland. Furthermore, a number of stands that had been subjected to PCT twice were inventoried as well. The circle plot inventory was made with a random starting point. In every stand 5-10 plots (100 m²) were distributed.

The number of spruce and birch undergrowth stems/ha was significantly higher on SI 22-24 in comparison with SI 19-22. On SI 19-22 it should be enough with one PCT if accepting a reduction in harvester productivity, of approximately five percent, during first thinning. On SI 22-24 one should not clean twice since the loss of biomass is substantial and at same time the problem with undergrowth persists to some degree. It should be enough with one PCT but it has to be supplemented with undergrowth cleaning due to the high presence of spruce undergrowth. An early PCT is to prefer since the cost is lower, increased growth of remaining stems occurs early and the stand gets sturdier. If no undergrowth cleaning is undertaken there is an increased risk for damaging the remaining stems during thinning. Undergrowth cleaning may give advantages that can outweigh the cost. Since the undergrowth problem still persists even if PCT is made twice there is a need for a thinning device that could handle this problem to a reasonable cost. One alternative could be to harvest the undergrowth as energy wood by thinning, i.e. if a suitable technical solution could be developed.

Innehåll

Inledning.....	5
Bakgrund	5
Syfte och mål	6
Material och metod.....	7
Materialinsamling.....	7
Definitioner på stammar	9
Beståndshöjd och stamtäthet vid röjningstidpunkten.....	9
Behov och kostnad för underväxtröjning.....	9
Beräkning av stamved och biomassa för huvud-, röj- och stubbskottsstammar.....	10
Beräkning av värdet av biobränsleuttag.....	10
Statistisk analys	11
Resultat.....	12
Stamantal och höjder	12
Behov av underväxtröjning	14
Total biomassa och stamvedsbiomassa	15
Kalkyl biobränsleuttag.....	16
Diskussion.....	17
Material och metod.....	17
Förekomst av underväxtstammar efter en röjning.....	17
Underväxtröjning eller två röjningar i ungskogsfas.....	18
Tillvaratagande av underväxten med ny teknik	19
Slutsats	20
Tillkännagivanden.....	21
Referenser:	22

Inledning

Bakgrund

Röjning är en beståndsvårdande utglesning av plant- och ungskog som inte inkluderar tillvaratagande av röjt virke. Efter det att trakthyggesbruket på 1950-talet kom att dominera det svenska skogsbruket har den areella omfattningen av röjning ökat. Omfattningen har dock varierat under åren på grund av lagstiftning och andra skogspolitiska verktyg (Pettersson m.fl, 2007). 2008 omfattade ungsogsröjningen ca 370 000 ha (Anon, 2009). Röjningens utförande påverkar det framtida beståndets utveckling och skördeutfall, dvs. olika, och delvis motstridiga, mål måste beaktas vid röjningstillfället (tabell 1).

Tabell 1. Röjningsmål och utförande (Normark, 2007)

Mål	Utförande
Hög skogsproduktion	Röj tidigt och till täta ungsogor
God virkeskvalité	Röj sent och till täta ungsogor
Grov medelstam	Röj tidigt och till glesa ungsogor
Minimera stubbskottskonkurrens	Röj sent
Undvika insektsskador	Röj tidigt

Av kostnadsskäl är det viktigt att planera och utföra förnygrings – och röjningsåtgärder så att upprepade röjningar i möjligaste mån kan undvikas (Hallsby, 2007). I praktiken blir många bestånd röjda mer än en gång. En orsak till upprepade röjningar är att det kan uppstå behov av förnyad lövröjning när stubbskott har vuxit ifatt barrträden (Pettersson, 2001). Ett barrbestånds höjd och stamantal efter röjning påverkar stubbskottens tillväxt (Kempe och Sandström, 1976). I glesare barrbestånd får stubbskotten mer ljus och ökad stimulans att växa ikapp barrträden. I ett tätt bestånd får björken mindre ljus och dess tillväxt hämmas istället. Om stamantalet efter röjning är över 1600 stammar per hektar har barrbeståndets medelhöjd en återhållande verkan på stubbskottsutvecklingen (Kempe och Sandström, 1976).

Röjningens utförande kan också påverka nästa skötselåtgärd, dvs. gallringen. Stubbskott och annan underväxt påverkar skördarens prestation i gallring och en hög förekomst av underväxt medför också att en del av virkesproduktionen förs över till fel stammar. Därför är det vanligt med s.k. underväxtröjning i samband med gallring.

Enligt Gunnarsson och Hellström (1991), med definitionen att underväxt är ett undre skikt med brösthöjdsdiameter understigande 7 cm, är det granunderväxtstammar över 1,3 meter som påverkar sikten mest för en skördarförare. Studien visade att både tidsåtgången och antalet skadade huvudstammar ökade med ökat antal granunderväxtstammar. I bestånd med högvuxen underväxt, framförallt av lövträd, försämras inte sikten nämnvärt eftersom kronorna sitter högt. Underväxten är dock ett hinder vid kranarbetet. Tidsåtgången vid avverkning med engreppsskördare ökar med ökat antal underväxtstammar som är högre än 3 meter. Låga röstamantal, mindre än 1500 stammar per hektar påverkar inte tidsåtgången speciellt mycket (Gunnarsson och Hellström, 1991). Resultaten från nämnda studie visar att oavsett beståndstyp,

ur ekonomisk synvinkel och med 90-tals teknik, kan man acceptera att gallra i öröjda bestånd med upp till 1500 underväxtstammar per hektar. Underväxtröjning är en dyr åtgärd, i vissa fall kan det kosta över 60kr/m³fub, dvs. mer än vad skotningen kostar (Gunnarsson och Hellström, 1991). Därför är det angeläget att underväxtröjningen sätts in enbart i de bestånd där den mest behövs. Underväxtens påverkan på prestationen är större för beståndsgående maskintyper än för stickvägsgående (Gunnarsson och Hellström, 1992).

Holmen Skog utför underväxtröjning av två huvudskäl. Det ena skälet är att hindrande underväxt minskar prestationen vid gallring. Det andra skälet är antagandet att underväxten även kan hämma huvudbeståndets produktion. Granunderväxt är generellt sett mer besvärligt, eftersom den både är mer hindrande och kan leva kvar i beståndet längre än tall och löv. Det är oftast också lönsamt att röja hindrande underväxt av löv. Eftersom underväxtröjning är en dyr åtgärd strävar man förstas efter att underväxtröja endast där behovet är störst. Enligt Kårén (2010) prioriterar Holmen Skog att underväxtröja bestånd som har: (i) >3 000 underväxtstammar/ha, över 1,3 m, alt. (ii) >6 000 underväxtstammar/ha, över 0,3 m.

Enligt Holmen Skogs "Riktlinjer för Uthålligt Skogsbruk" (Normark, 2007) ska en röjning, då träden är 2-3 meter höga, vara tillräcklig. Samtidigt är man medveten om att det i vissa bestånd kommer upp så mycket underväxt (stubbskottsbjörk, små granar) att en ytterligare röjning innan gallring krävs. Eftersom att en röjning är kostsam samtidigt som det vid viss gallring är mycket angeläget med underväxtröjning vill man vid Holmen Skog ha en genomlysning av problemområdet och ett bättre beslutsunderlag.

Syfte och mål

Syftet är att ta reda på i vilken omfattning stubbskottsbjörk och övrig underväxt förekommer i röjda etablerade tallbestånd (ca 10 m höga; inför gallring) på olika ståndortsindex samt hur förekomsten varierar beroende på beståndets höjd och stamtäthet vid första röjningstillfället. Utifrån detta ska studien ur kostnads- och kvalitetssynpunkt ge svar på vilka fall som kräver ytterligare en röjning före gallring, dvs. en andra röjning i ungskogsfas eller underväxtröjning innan gallring. Studien ska också besvara hur fördelningen av biomassa ser ut mellan olika stammar och vilket potentiellt värde som de stammar som vanligtvis röjs bort innan gallring har om de istället tas som ett biobränslesortiment. Målet med arbetet är att skapa ett kunskapsunderlag som kan användas för beslut om underväxtröjning inför första gallring.

Material och metod

Materialinsamling

Bestånd söktes i Holmens beståndsregister för att kunna göra en uppdelning efter ståndortsindex, i två stamtäthetsklasser och två klasser för röjningstidpunkt (tabell 2). Dessutom inventerades ett antal bestånd som röjts vid två tillfällen.

Stamtätheten definierades som antalet stammar per hektar vid röjningstidpunkten;

Gles: ≤ 3200 stammar per hektar

Tät: > 3200 stammar per hektar

Röjningstidpunkten definierades som beståndets höjd då röjningen ägde rum;

Tidig: ≤ 3 meter

Sen: ≥ 4 meter

Genom att beakta följande parametrar valdes lämpliga bestånd ut från Holmen Skogs beståndsregister:

- Föryngringsmetod plantering
- Antal röjningar
- Ståndortsindex
- Beståndsmedelhöjd idag
- Trädslagblandning
- Beståndsålder vid röjningsåtgärden.

Holmen Skogs beståndsregister innehåller inga data som talar om vid vilka höjder röjningar har utförts. Däremot finns det uppgifter om vilka år röjningarna har utförts. Tidigt respektive sent röjda bestånd valdes ut genom att beakta beståndsåldern vid röjning. Bestånd röjda vid 15 års ålder och senare antogs vara sent röjda, dvs. efter 4 meters höjd och bestånd röjda vid 13 års ålder och tidigare antogs vara tidigt röjda, dvs. före 3 meters höjd.

Tabell 2. Antal inventerade bestånd, SI = Ståndortsindex

Tidpunkt	SI ≤ 21	SI ≥ 22
Röjt tidigt (före 3 m)	6	6
Röjt sent (efter 4 m)	5	5
Röjt 2 gånger	-	5

Fältstudien utfördes i september och oktober 2009 på Holmen Skogs distrikt Umeå, Lycksele och Björna. De 27 bestånd som ingår i studien (tabell 3) ligger i Västerbotten, Ångermanland och Lappland på både magra och bördiga marker. Bestånden är talldominerade, planterade och 8-12 meter höga.

Enligt Holmen Skogs beståndsregister ligger objekten på en altitud av 10-326 meter över havet, samt på en breddgrad mellan 63,4 och 64,4 °N (tabell 3). Temperatursumman varierade mellan 771-1076 dygnsgrader. Beståndens markfuktighet bedömdes som torr till frisk och jordarten som sandig till sandig-moig morän.

Tabell 3. Beståndsuppgifter för inventerade bestånd enligt Holmen Skog, Höh= höjd över havet, Lat= latitud, Temp. Summa dg= temperatursumma dygnsgrader, SI= ståndortsindex

Karta	Bestnr	Planterat	Röjning 1:a	2:a	Areal (ha)	Höh (m)	Lat	Temp. summa dg	SI
715066	7259	1971	1988		9,5	285	64,4	795	T19
713074	9041	1966	1989	-	3,3	326	64,2	771	T19
715070	3932	1976	1989	-	2,7	264	64,3	815	T19
715070	3435	1976	1989	-	3,7	208	64,3	862	T19
708066	9536	1983	2002	-	4,6	230	63,8	878	T20
715070	3533	1976	1989	-	6,1	218	64,3	854	T20
715070	4332	1976	1989	-	8,8	277	64,3	804	T20
706074	5768	1985	2004	-	10	10	63,5	1076	T21
706074	4867	1985	2005	-	43,2	11	63,5	1075	T21
717070	3934	1976	1989	-	12,7	227	64,3	804	T21
715066	7162	1971	1988	-	7	286	64,4	794	T21
709071	5913	1980	2001	-	20,4	274	63,8	838	T22
712078	8584	1972	1989	-	2,2	39	64,1	1018	T22
712076	6518	1977	1989	-	6,6	127	64,1	945	T22
713075	2060	1980	1992	-	13,7	195	64,1	885	T22
715077	7859	1977	1992	-	10,4	187	64,4	878	T23
709072	6619	1982	1991	-	26,9	199	63,8	901	T23
709072	6513	1982	1991	-	15,5	205	63,8	895	T23
706067	6747	1972	1990	-	16,8	198	63,6	920	T24
706067	0937	1978	2000	-	21,9	315	63,5	822	T24
710074	7481	1978	1989	-	12,3	179	63,9	911	T24
704070	5983	1980	1990	-	9,7	127	63,4	988	T24
712074	4447	1975	1986	1990	3,3	242	64,1	850	T22
707073	6582	1986	2001	2008	5,7	138	63,6	963	T21
705068	6997	1972	1987	1992	1,4	235	63,5	892	T24
706067	7333	1975	1984	1992	9,9	202	63,6	914	T24
707067	6659	1973	1984	1987	10,0	290	63,6	835	T24

Fältstudien utfördes som en systematisk inventering med slumpmässig start. På varje objekt lades 5-8 cirkelprovytor (100 m²) ut beroende på beståndets storlek. På objekt < 6 ha respektive 6-9 ha, 9-15 ha och > 15 ha lades 5 respektive 6,7 och 8 provytor ut.

På varje provyta registrerades:

- Stamantal (huvud-, røj-, stubbskotts- och bistammar) med hjälp av dataklave
- Höjd till närmaste dm för olika diameterklasser med hjälp av höjdmätare
- Höjd vid røjningstidpunkt till närmaste dm med hjälp av höjdkäpp
- Brösthöjdsdiameter (mm) med hjälp av dataklave
- Antal stubbar

Definitioner på stammar

Huvudstam: Ett barr- eller lövträd med god kvalité som bedöms ingå i det framtida beståndet. Avståndet mellan stammarna ska vara minst 60 cm (Normark, 2007).

Stubbskottsstam: En stam med brösthöjdsdiameter ≥ 10 mm. Dessa stammar har skjutit från stubbar och antas vara produktionshämmande för huvudstammarna samt försvåra gallringsarbetet

Røjstam: En stam som inte kommer från stubbskott och är ≥ 10 mm i brösthöjdsdiameter. Dessa stammar antas vara produktionshämmande för huvudstammarna samt försvåra gallringsarbetet eftersom stammarna kan verka som ansättningshinder för skördaraggregatet samt försvåra sikten för skördarföraren.

Bistam: En stam som är < 10 mm i brösthöjdsdiameter och högre än 3 dm. Dessa stammar ses företrädesvis som ett hinder som försvårar sikten för skördarföraren vid gallringen.

Underväxtstammar: Samlingsnamn för røj-, stubbskotts- och bistammar vilka röjs bort vid en underväxtsrøjning.

Beståndshöjd och stamtäthet vid røjningstidpunkten

Ett bestånds höjd vid røjningstidpunkten mättes genom att lika många grenvarv som år från det att røjningen utfördes till idag räknades från toppen och nedåt på tallstammarna. Sedan mättes avståndet från marken till det sist räknade grenvarvet. För att bedöma ett bestånds stamtäthet (st/ha) vid røjningstidpunkten räknades antalet stubbar och huvudstammar samt de røjstammar som borde ha röjts bort. Stubbskotts- och bistammar medräknades ej.

Behov och kostnad för underväxtsrøjning

Behovet av underväxtsrøjning bedömdes genom att använda Gunnarssons och Hellströms (1991) rekommendationer att lämna bestånd med mindre än 1500 underväxtstammar oröjda eftersom det inte påverkar tidsåtgången speciellt mycket. Förekomsten av gran beaktades. Kostnad för underväxtsrøjning bedömdes enligt Holmen Skogs mallar (tabell 4).

Tabell 4. Underväxtröjning, arbetstygnd och kostnad per hektar enligt Holmen Skogs bortsättningsmall för distrikt Umeå (Anon, 2010a)

Underväxtröjning	Underväxtstammar/ha	Höjd (m)	kr/ha
Lätt	1000	4	885
Medelsvår	2500	4	1279
Svår	4500	4	1783

Beräkning av stamved och biomassa för huvud-, röj- och stubbskottsstammar

För beräkning av stamvedsbiomassa och total biomassa (stam med bark från stubbskäret inklusive grenar och barr) för träd med diametrar < 130 mm användes Ulvcronas biomassafunktioner (Ulvcrona, opublicerat). Stamvedsbiomassa för träd > 130 mm beräknades med Marklunds funktioner (Marklund, 1988). För att beräkna den totala biomassan för träd > 130 mm användes Marklund (1988) samt Alemdag (1982) för uträkning av toppbiomassa till GROT och Hakkila (1989) för beräkning av toppbark. Ingångsvärdena till dessa funktioner var höjd, diameter och trädslag. Diameter i brösthöjd mättes på samtliga träd inom varje provyta. Höjden mättes på de två grövsta träden, det klenaste och på träd i mellanliggande diameterklasser med 4 cm i klassbredd. Minst fem representativa träd valdes ut subjektivt per provyta, ju heterogenerare bestånd desto fler höjdmätningar gjordes. Höjderna för övriga 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 and b skattades genom linjär regression.

Beräkning av värdet av biobränsleuttag

Den totala biomassan, kg torrsbstans, av stubbskotts- och röjstammar beräknades per hektar med hjälp av ovanstående funktioner. Biomassan i torrsvikt beräknades med hjälp av ett omräkningstal (Anon, 2010b) om till effektivt värmevärde träddeklar, MWh. Priset per MWh hämtades från Energimyndighetens Prisblad (Anon, 2010c) och därefter beräknades det stående biobränslevärdet i skogen.

Statistisk analys

Den statistiska analysen utfördes med hjälp av statistikprogrammet Minitab. Beståndsmedelvärden beräknades för stamantal, höjd och biomassa för respektive stamtyp. Variansanalysen gjordes med Anova (General Linear Model) enligt följande modell:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_k + \beta_i + \gamma_j + (\beta\gamma)_{ij} + e_{ijk}$$

Y_{ijk} = stamantal, höjd, biomassa

μ = totala medelvärdet

α_k = SI-klass ($SI \leq 21$; $SI \geq 22$)

β_i = tidpunkt (tidig; sen)

γ_j = stamtäthet (tät; gles)

$(\beta\gamma)_{ik}$ = samspel mellan tidpunkt och täthet

e_{ijk} = individuell avvikelse

Signifikansnivån sattes till $p \leq 0,05$. Bestånd röjda två gånger ingick inte i modellen ovan utan användes som en referens endast för den högre SI-klassen.

Resultat

Stamantal och höjder

Bestånden i den högre SI-klassen ($SI \geq 22$) hade signifikant fler røj- respektive stubbskottstammar (tabell 5). Förekomsten av underväxtstammar var signifikant högre i den högre SI-klassen.

Underväxtstammar av gran respektive björk var signifikant fler i den högre SI-klassen.

Förekomsten av stubbskottsstam var hög i de tidigt röjda behandlingarna och högst var förekomsten i den tidiga och täta behandlingen i den högre SI-klassen (tabell 6). Behandlingen två röjningar hade näst lägst antal stubbskottsstammar och røjstammar. Lägst antal hade den sena och täta behandlingen ($SI \leq 21$) vilken saknade stubbskottsstammar.

Tabell 5. Resultat från variansanalys, SI-klass= ståndortsindex i två klasser; 19-21 och 22-24, tidpunkt= tidig (före 3 m) eller sen (efter 4 m) röjning, täthet= stammar per hektar (st/ha) vid röjningstillfället; tät (>3200 st/ha) eller gles (≤ 3200 st/ha)

Variabel	Faktor	Frihetsgrader	Kvadratsumma	Medelkv.summa	F	p-värde	
Stammar per ha	SI-klass	1	22975	172595	1,25	0,279	
	Huvudstam	Tidpunkt	1	663161	460058	3,34	0,085
		Täthet	1	2137043	2102569	15,25	0,001
		Tidpunkt*Täthet	1	8839	8839	0,06	0,803
Røjstam	SI-klass	1	478251	485614	7,55	0,014	
	Tidpunkt	1	39172	45941	0,71	0,410	
	Täthet	1	10504	8638	0,13	0,719	
	Tidpunkt*Täthet	1	13926	13926	0,22	0,648	
Stubbskottsstam	SI-klass	1	1501845	1363778	4,92	0,040	
	Tidpunkt	1	808750	736333	2,66	0,122	
	Täthet	1	47644	40152	0,14	0,708	
	Tidpunkt*Täthet	1	48463	48463	0,17	0,681	
Underväxtstammar gran	SI-klass	1	516223	599808	8,26	0,011	
	Tidpunkt	1	237083	204229	2,81	0,112	
	Täthet	1	138922	137832	1,90	0,186	
	Tidpunkt*Täthet	1	17	17	0,00	0,988	
Underväxtstammar björk	SI-klass	1	4295356	4301075	7,01	0,017	
	Tidpunkt	1	371095	380450	0,62	0,442	
	Täthet	1	38094	39824	0,06	0,802	
	Tidpunkt*Täthet	1	4053	4053	0,01	0,936	
Underväxtstammar samtliga trädslag	SI-klass	1	6403326	6505493	11,2	0,004	
	Tidpunkt	1	497586	505758	0,86	0,366	
	Täthet	1	107119	118279	0,20	0,659	
	Tidpunkt*Täthet	1	50764	50764	0,09	0,772	
Höjd	Huvudstam tall	SI-klass	1	10,92	10,07	10,95	0,004
		Tidpunkt	1	0,01	0,01	0,01	0,910
		Täthet	1	0,14	0,16	0,18	0,679
		Tidpunkt*Täthet	1	0,15	0,15	0,16	0,690
Stubbskottsstam	SI-klass	1	17,64	21,79	9,86	0,006	
	Tidpunkt	1	8,34	9,65	4,37	0,052	
	Täthet	1	8,60	8,61	3,89	0,065	
	Tidpunkt*Täthet	1	0,02	0,02	0,01	0,928	

Bistam gran	SI-klass	1	2,91	3,47	9,82	0,006
	Tidpunkt	1	0,01	0	0,01	0,938
	Täthet	1	1,18	1,01	2,87	0,108
	Tidpunkt*Täthet	1	0,95	0,95	2,69	0,119
Bistam björk	SI-klass	1	2,98	2,98	9,5	0,007
	Tidpunkt	1	0,01	0,02	0,07	0,795
	Täthet	1	0,04	0,02	0,07	0,791
	Tidpunkt*Täthet	1	0,47	0,47	1,51	0,236
Biomassa totalt						
Röjstam	SI-klass	1	5762049	565028	7,75	0,013
	Tidpunkt	1	713470	591954	0,81	0,380
	Täthet	1	23653	9103	0,01	0,912
	Tidpunkt*Täthet	1	547823	547823	0,75	0,398
Stubbskottsstam	SI-klass	1	601924	495216	4,91	0,041
	Tidpunkt	1	296334	280338	2,78	0,114
	Täthet	1	81397	102779	1,02	0,327
	Tidpunkt*Täthet	1	213613	213613	2,12	0,164
Stamvedsbiomassa						
Röjstam	SI-klass	1	601924	540331	4,72	0,044
	Tidpunkt	1	261207	223847	1,95	0,180
	Täthet	1	29257	22485	0,20	0,663
	Tidpunkt*Täthet	1	69123	69123	0,60	0,448
Stubbskottsstam	SI-klass	1	352049	316126	4,73	0,044
	Tidpunkt	1	153156	131419	1,96	0,179
	Täthet	1	16945	13039	0,19	0,664
	Tidpunkt*Täthet	1	39670	39670	0,59	0,452

Tabell 6. Stamantal per hektar för respektive behandling efter röjning. Värderna för SI-klasser med olika bokstav är signifikant åtskilda ($p \leq 0,05$). Se tabell 5 för förklaring av indelning

Stam	SI ≤ 21					SI ≥ 22					
	Tidig		Sen		Medel för SI ≤ 21	Tidig		Sen		Medel för SI ≥ 22	Två röjningar
	Gles	Tät	Gles	Tät		Gles	Tät	Gles	Tät		
Huvudstam	1208	2333	899	1763	1551 a	1392	1622	1225	1472	1428 a	
Röjstam (Rö)	519	446	502	213	420 b	842	730	508	817	724 a	372
Stubbsk (St)	312	138	143	0	148 b	633	1140	200	433	602 a	99
Rö+St	831	584	645	213	568 b	1475	1870	708	1250	1326 a	471
Bistam	530	652	900	738	705 a	1233	767	1200	889	1022 a	659
Underväxtst	1361	1236	1545	951	1273 b	2708	2637	1908	2139	2348 a	1130

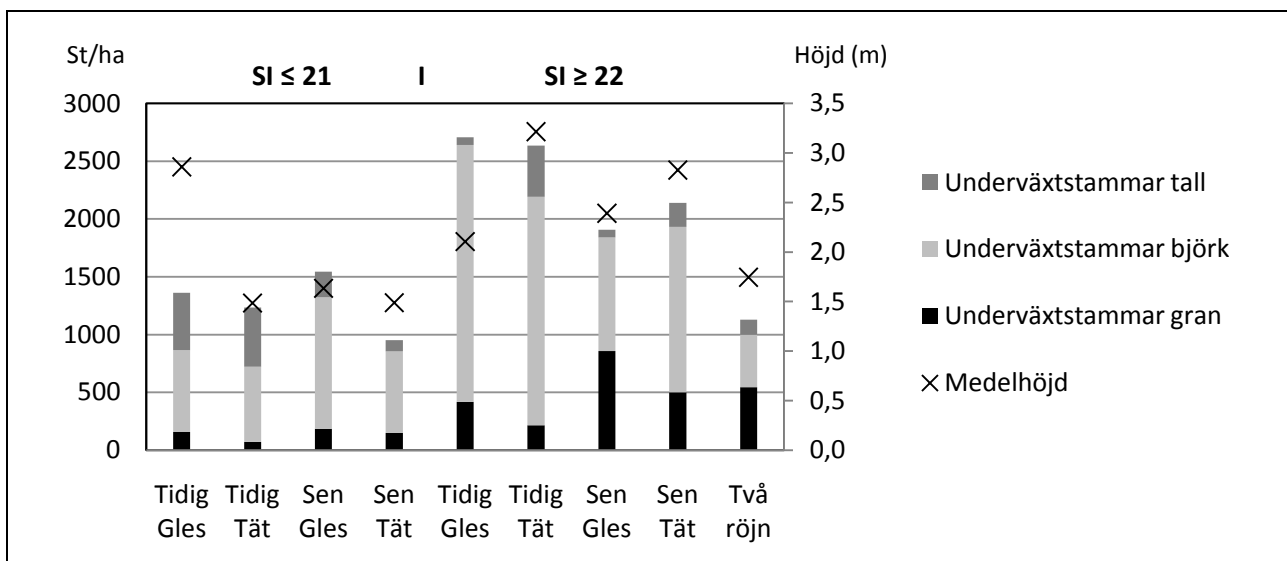
Huvudstammarnas medelhöjd i de olika behandlingarna varierade mellan 8,1 och 10,8 meter (tabell 7). Stubbskottshöjden låg mellan 1,3 och 4,1 meter i de behandlingar som stubbskott existerade. Höjden på bistammarna varierade mellan 1 och 2,2 meter. Huvudstammar av tall samt bistammar av björk och gran var signifikant högre i den högre SI-klassen (tabell 5). Stubbskottsstammarna var signifikant högre i den högre SI-klassen ($p=0,006$) och nästan signifikant högre i tidigt röjda ($p=0,052$) och glesa ($p=0,065$) bestånd.

Tabell 7. Medelhöjd i meter per stamtyp för olika behandlingar. Värden för SI-klasser med olika bokstav är signifikant åtskilda ($p \leq 0,05$). Se tabell 5 för förklaring av indelning

Stam	SI ≤ 21					SI ≥ 22					
	Tidig		Sen		Medel för SI ≤ 21	Tidig		Sen		Medel för SI ≥ 22	Två röjningar
	Gles	Tät	Gles	Tät		Gles	Tät	Gles	Tät		
Huvudstam	9,5	9,5	8,7	8,1	9,0 b	9,1	10	10,5	10,8	10,1 a	10,3
Röjstam (rö)	4,6	2,8	4,9	2,8	3,8 a	4,2	4,3	3,4	4,8	4,2 a	3,7
Stubbskott (st)	3,8	1,3	1,5	0	1,7 b	3,8	4,1	4	2,6	3,6 a	2,6
Bistam	1,3	1	1,2	1,5	1,3 b	2,1	1,9	1,8	2,2	2,0 a	0,8

Behov av underväxtröjning

Antalet underväxtstammar var signifikant högre i den högre SI-klassen (tabell 5). Den sena och glesa behandlingen i den lägre SI-klassen samt alla behandlingar i den högre SI-klassen som har röjts en gång hade ett behov av underväxtröjning (> 1500 underväxtstammar per hektar). I den högre SI-klassen var antalet underväxtstammar högst i de tidiga behandlingarna och granförekomsten högst i de sena behandlingarna. I de sena behandlingarna i den högre SI-klassen översteg medelhöjden på gran 3 meter. Behandlingen två röjningar hade lägst behov av underväxtröjning (figur 1).



Figur 1. Antal underväxtstammar per hektar och trädslag samt medelhöjd för respektive behandling i de två SI-klasserna. Se tabell 5 för förklaring av indelning

Total biomassa och stamvedsbiomassa

Den totala biomassan var signifikant högre för rök- och stubbskottsstammar i den högre SI-klassen (tabell 5). I behandlingen två rökningar var biomassan lägst för samtliga stamtyper. Biomassan för stubbskottsstam var högst i tidigt röjda bestånd (tabell 8).

Tabell 8. Biomassa torrsvikt kg per hektar för olika behandlingar. Värden för SI-klasser med olika bokstav är signifikant åtskilda ($p \leq 0,05$). Se tabell 5 för förklaring av indelning

Stam	SI ≤ 21					SI ≥ 22					Två rökningar
	Tidig		Sen		Medel för SI ≤ 21	Tidig		Sen		Medel för SI ≥ 22	
	Gles	Tät	Gles	Tät		Gles	Tät	Gles	Tät		
Huvudstam	64867	58119	48209	72217	60853 a	73770	70478	70100	82724	74268 a	58886
Rökstam (Rö)	1220	613	1368	321	881 b	1635	1644	1445	2923	1912 a	758
Stubbsk. (St)	128	72	63	0	66 b	309	705	180	209	351 a	130
Rö+St	1348	685	1431	321	946 b	1944	2349	1624	3132	2262 a	888

Mängden stamvedsbiomassa av stubbskotts- respektive rökstam var signifikant högre i den högre SI-klassen (tabell 5). Stamvedsbiomassan för huvudstammar var signifikant högre på de sena och täta behandlingarna. Den täta och sena behandlingen i den högre SI-gruppen hade totalt mest stamvedsbiomassa (tabell 9).

Tabell 9. Stamvedsbiomassa torrsvikt i kg per hektar för olika behandlingar. Värden för SI-klasser med olika bokstav är signifikant åtskilda ($p \leq 0,05$). Se tabell 5 för förklaring av indelning

Stam	SI ≤ 21					SI ≥ 22					Två rökningar
	Tidig		Sen		Medel för SI ≤ 21	Tidig		Sen		Medel för SI ≥ 22	
	Gles	Tät	Gles	Tät		Gles	Tät	Gles	Tät		
Huvudstam	41190	37092	28659	52447	39847 a	41805	43202	42087	50388	44371 a	35127
Rökstam (Rö)	776	402	856	191	556 b	1148	954	718	1681	1125 a	400
Stubbsk. (St)	98	55	48	0	50 b	238	540	136	161	269 a	99
Rö+St	874	457	904	191	607	1386	1494	854	1842	1394	499

Stamvedsbiomassan var 33 kg per huvudstam i behandlingen två rökningar. Medelstammen i de andra behandlingarna i den högre SI-klassen var 31 kg (tabell 10).

Tabell 10. Stamved, torrsvikt kg, per träd för respektive behandling. Se tabell 5 för förklaring av indelning

Stam	SI ≤ 21					SI ≥ 22					Två rökningar
	Tidig		Sen		Medel för SI ≤ 21	Tidig		Sen		Medel för SI ≥ 22	
	Gles	Tät	Gles	Tät		Gles	Tät	Gles	Tät		
Huvudstam	34	16	32	30	28	30	27	34	34	31	33
Rökstam (Rö)	1,5	0,9	1,71	0,9	1,25	1,36	1,31	1,41	2,06	1,54	1,08
Stubbsk. (St)	0,31	0,4	0,34	0	0,35	0,38	0,47	0,68	0,37	0,48	1,00
Rö+St	1,05	0,78	1,4	0,9	1,03	0,94	0,8	1,21	1,47	1,10	1,06

Kalkyl bibränsleuttag

Den sena och täta respektive den tidiga och täta behandlingen i den högre SI-klassen hade störst respektive näst störst mängd biomassa av röstammar och stubbskott (tabell 9). Värdet för dessa stammar, om de skulle tas ut som ett bibränslesortiment, skulle vara 2785 kr/ha för den sena behandlingen och 2089 kr/ha för den tidiga (tabell 11).

Tabell 11. Kalkyl "stående värde skogsbränsle" för den sena och täta behandlingen i den högre SI-klassen. Se tabell 5 för förklaring av indelning

Behandling SI \geq 22, tät	Röj- och stubbskott	Biomassas kg/ha	Värmevärde, MWh	Värde kr/ha	Röjningskostnad, kr/ha
Sen	1250	3132	15	2785	885 -1279
Tidig	1870	2349	12	2089	885-1279

Diskussion

Material och metod

Studien tar inte hänsyn till markberedningsmetod. En markberedningsmetod med hög markpåverkan gynnar framförallt lövuppslaget. Harvning och hyggesplogning medför att insådden av björk ökar (Örlander och Gemmel, 1989) vilket borde höja förekomsten av stubbskottsstammar innan gallring. Eftersom högläggning har mindre markpåverkan borde den formen ge mindre lövuppslag. Tyvärr saknades ibland uppgiften i beståndsregistret om vilken markberedningsmetod som hade använts.

För att bestämma röjningstidpunkt räknades samma antal grenvarv som år från det att röjningen utfördes. Det är okänt om beståndet hann med en skottsträckning första anläggningsåret vilket påverkar höjden till det grenvarv som symboliserade röjningshöjden (=röjningstidpunkten). Beroende på om planteringen skedde på våren eller hösten kan beståndsålder skilja sig.

För att bestämma stamtätheten vid röjning räknades bland annat antalet stubbar. Det kan säkerligen ha förekommit stubbar som övertäckts av undervegetation vilket skulle medföra att stamtätheten underskattats något.

För att beräkna total biomassa och stamvedsbiomassa höjdmättes träd i olika diameterklasser. Representativa träd valdes ut subjektivt, ju heterogenerare bestånd desto fler höjdmätningar gjordes. Beräkningarna hade förmodligen blivit bättre om ännu fler träd hade mätts men då hade tidsåtgången ökat markant. Biomassaförlust på grund av älgskador beaktades inte.

Om fler bestånd hade inventerats hade det förmodligen gett fler signifikanser men även här måste tidsåtgången beaktas. Studien utfördes på ståndortindex 19 - 24. Förekomsten underväxt skulle troligen vara högre på högre ståndortindex och vice versa.

Förekomst av underväxtstammar efter en röjning

Förekomsten av underväxtstammar (röj-, stubbskotts- och bistammar) var signifikant högre i den högre SI-klassen (SI 22-24). Det var ca 1000 fler underväxtstammar i den högre SI-klassen. I de tidigt röjda behandlingarna var antalet underväxtstammar högre än i de sent röjda. I de sent röjda behandlingarna var förekomsten av granunderväxt högre. Förekomsten av stubbskottstammar var högst i den högre SI-klassen på de tidiga behandlingarna. I relation till barrträd växer stubbskotten snabbare på höga boniteter vilket medför ökad risk för att stubbskotten ska växa ikapp barrträden (Göransson, 1983). Enligt resultaten hade inga stubbskottstammar vuxit ikapp huvudstammarna. Kraven på barrträdens höjd vid röjning ökar dock när markens bonitet och fuktighet ökar (Bäckström, 1984) och därför ska man beakta att denna studie inte sträcker sig längre än till SI 24 och bestånd med torr till frisk markfuktighetsklass. Enligt resultaten minimeras förekomsten av stubbskott om röjningen utförs sent. Andersson och Björkdahl (1984) framhåller att tidig röjning kan medföra att stubbskott från lövstubbar växer ikapp de kvarlämnade huvudstammarna och innebär att en ny

lövröjning blir nödvändig. Andersson (1966) menar att frekvensen av stubbskottsskjutande stubbar och antalet skott per stubbe begränsas om röjningen utförs under savningsperioden. Ligné's (2004) studie visar däremot på att stubbskottens överlevnad och höjdtillväxt blir lägst då röjningen utförs på sommaren och högst om den utförs på vintern. En fördel med att röja på vintern förutsatt att snön inte ställer till med för stora problem är att man undviker risken att sprida rotröta. Det har visat sig att stubbar ned till 2 cm i diameter kan sprida rotröta (Anon, 2010e) .

Underväxtröjning eller två röjningar i ungskogsfas

I den lägre SI-klassen var behovet av underväxtröjning låg. Den sena och täta behandlingen hade lägst antal underväxtstammar. Samtliga behandlingar i den högre SI-klassen som har röjts en gång hade fler än 1500 underväxtstammar per hektar och har därmed ett behov av underväxtröjning enligt Gunnarsson och Hellström (1992). Däremot hade bara ett av 27 inventerade bestånd fler än 3000 underväxtstammar/ha, vilket är gränsen för Holmen Skogs rekommendation om underväxtröjning (Kårén, 2010). Frågan är om det är bättre att röja två gånger i ungskogsfas eller om det är fördelaktigare att röja en gång och komplettera med en underväxtröjning strax innan gallring. Ur kostnadssynpunkt är en andra röjning i ungskog bättre än en underväxtröjning eftersom röjningskostnaden ökar med stigande beståndshöjd och antal stammar (Pettersson, 2001). Studien visade att behandlingen som röjdes två gånger inte undkom underväxtproblemet (1130 underväxtstammar/ha). Behovet av underväxtröjning var dock lägre jämfört med de bestånd som var röjda en gång. Det ska dock tilläggas att huvudstamantalen var låga i de bestånd som röjts två gånger vilket ger mer ljus och näring åt underväxtstammar. Stamvedsbiomassan var ca 10 ton lägre per hektar i behandlingen som röjdes två gånger jämfört med de behandlingarna som röjdes en gång. Biomassan per huvudstam för behandlingen två röjningar skiljde inte nämnvärt från biomassan i behandlingarna som röjdes en gång. Detta talar ur ekonomisk synvinkel för att röja en gång. Ur kvalitetssynpunkt är det däremot fördelaktigt att röja i flera steg och senarelägga slutröjningen till produktionsförband (Pettersson, 2001). Vid valet av tidpunkt finns det olika mål att ta hänsyn till. Dimensions- och kvalitetsutveckling är två motsatta röjningsmål. Ju tidigare röjningen utförs desto tidigare kommer tillväxtresurserna att koncentreras på kvarvarande träd (Thernström, 1982). När röjningen utförs sent finns en risk att huvudstammarna måste utses av förväxande träd med grova grenar (Fahlvik, 2006) samtidigt som en sen röjning håller tillbaka grenarnas diametertillväxt (Andersson, 1985). Risken för svåra älgskador är liten vid 4-5 meter (Näslund 1986) medan risken för vindskador ökar ju äldre och högre träden blir (Pettersson m.fl, 2007).

Flera studier har visat att riklig underväxt sänker skördarens produktivitet och det i sin tur höjer avverkningskostnaden. Kähre (2006) visar att riklig underväxt (brösthöjdsdiameter < 7 cm) signifikant påverkar skördarens produktivitet beroende på höjd och täthet. Gunnarsson och Hellström (1991) framhåller att granunderväxt (3 m) påverkar sikten betydande och att både gran- och stubbskottsbjörk är hindrande vid kranarbetet. Eliassons och Johannessons studie (2009), visar att skördarens produktivitet minskade med 5-8 % då det fanns 1000 - 3000 kvarvarande underväxtstammar per hektar. Underväxtröjningen medför att tiden för kran ut och ansättning minskar något samt att skördarens röjningstid minskar betydligt.

Kostnadssänkningen som skördarens produktionsökning genererar täcker dock inte hela röjningskostnaden men ger ett betydande täckningsbidrag, ungefär halva röjningskostnaden. Underväxtröjningen medför däremot en rad plusposter. Antalet skadade huvudstammar minskar med färre kvarvarande underväxtstammar (Gunnarsson och Hellström, 1991) vilket kommer innebära mindre tillväxtförluster. En underväxtröjning medför att sikten blir bättre och det ger skördarföraren bättre förutsättningar att kvalitetsgallra. I de sena behandlingarna i den högre SI-klassen översteg medelhöjden på gran 3 meter. Underväxtröjning är att föredra om underväxten domineras av gran över 3 meter eftersom det i hög grad påverkar sikten (Gunnarsson och Hellström, 1991). En annan pluspost som underväxtröjningen medför är att medelstamvolymen kommer att öka när underväxten röjs bort vilket ger ett högre virkesvärde och lägre avverkningskostnad i framtida avverkningar. Det är fördelaktigt att underväxtröja när en beståndsgående skördare ska användas eftersom underväxten har större påverkan på en sådan jämfört med en stickväsgående (Gunnarsson och Hellström, 1992). Om ett bestånd ska grotnpassas är det en fördel om underväxtstammarna är borttagna. Kvarstående underväxtstammar kan lätt följa med och förorena groten vid utskotningen (Eliasson och Johannesson, 2009). Underväxtröjningen kommer dessutom att ge ett bättre markberednings- och planteringsresultat. Detta är plusposter som kommer längre fram och är svåra att kvantifiera. Det är även svårt att frambringa entydiga kostnader för underväxtröjning och därför är det svårt att bedöma lönsamheten med att underväxtröja (Gunnarsson och Hellström, 1992). Det finns också ett värde i att inte röja bort underväxten. För djurlivet, t ex för tjäder, fungerar underväxten som ett skydd (Anon, 2010d).

Tillvaratagande av underväxten med ny teknik

Stubbskottsbiomassan var lägre i behandlingen som röjdes två gånger jämfört med de behandlingar som röjdes en gång ($SI \geq 22$). Mängden biomassa av rök- och stubbskottsstammar var högst på de höga boniteterna. Den sena och täta respektive den tidiga och täta behandlingen i den högre SI-klassen hade störst respektive näst störst mängd biomassa av rökstammar och stubbskot. Det stående värdet på dessa behandlingar, om all biomassa skulle tas ut som skogsbränsle, var 2785 respektive 2083 kr/ha enligt en enkel kalkyl (tabell 11). Att underväxtröja dessa bestånd, om man bortser från att beståndshöjden är lägre än 4 meter, kostar mellan 885 -1279 kr/ha (Anon, 2010). Vid traditionell gallring lämnas klenta träd som inte uppfyller massavedsdimensionerna kvar (Iwarsson Wide, 2009). Om stammarna istället flerträdshanteras finns en möjlighet att ta tillvara på underväxtstammarna. Det är dock svårt att få ekonomi i hanteringen av klenta träd med den teknik som används idag (Iwarsson Wide, 2009). Det förefaller dock möjligt att höja produktiviteten genom att gå in schematiskt mellan stickvägarna med ett ackumulerande fällaggregat som möjliggör krankorridoragallring (Bergström, 2009). Med tanke på att underväxtproblemet finns kvar trots att två röjningar har utförts är det motiverat att ta fram ny aggregatteknik som kan hantera detta problem till en rimlig kostnad.

Slutsats

På SI 19-21 räcker det med en röjning om man accepterar en produktivitetssänkning i gallringsarbetet med ungefär 5 %.

På SI 22-24 räcker en röjning i ungskogsfas men den måste kompletteras med en underväxtröjning på grund av att förekomsten av granunderväxtstammar är alltför hög. Utförs inte en underväxtröjning riskerar man att skada många av de kvarvarande huvudstammarna vid gallringen. En underväxtröjning är dyrare att genomföra än en andra röjning i ungskogsfas men underväxtröjningen kommer att ge en rad plusposter som kan väga upp kostnaden. De är dock svåra att kvantifiera. För att minimera antalet stubbskottsstammar bör man däremot röja sent men eftersom dessa stammar inte skymmer sikten på samma sätt som gran är det ändå bättre att röja tidigt.

En tidig röjning är att föredra på båda SI-klasserna eftersom det ger en lägre röjningskostnad, tidigare produktionsöverläggning på framtida huvudstammar och ett stabilare bestånd.

Med tanke på att underväxtproblemet finns kvar trots att två röjningar har utförts skulle man behöva gallringsaggregat som kan hantera detta problem till en rimlig kostnad. Ett alternativ kanske kan vara att ta ut underväxten som ett biobränslesortiment, dvs. om en anpassad teknisk lösning kan utvecklas.

Tillkännagivanden

Först och främst vill jag tacka min handledare på SLU, Urban Bergsten för god handledning och snabb korrespondens. På SLU vill jag även rikta ett tack till Sören Holm för all hjälp med statistikprogrammet Minitab samt med uppbyggnaden av min statistiska modell.

Jag vill tacka Holmen Skog för att jag fick utföra detta examensarbete hos er och vill speciellt tacka Ola Kårén och Olov Norgren för god handledning samt Stellan Torshage för all hjälp med inventeringsutrustningen och dess funktioner.

Sist men inte minst vill jag även tacka min kurskamrat Linda Magnusson som har varit ett förträffligt bollplank och stöd.

Referenser:

- 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.** 1966. Något om björkens stubbskottsbildning. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 1966:441
- Andersson, S.-O.** 1985. Røjning och sågtimmerkvalitet. Sveriges Lantbruksuniversitet, Skogsfakta Konferens 6. 33-38.
- Andersson, S-O. och Björkdahl, G.** 1984. Att behandla löv. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 3-4.
- Anon 2009.** Skogsstatistisk Årsbok. Skogsstyrelsen. [online] Tillgänglig: <http://www.svo.se/epi-server4/templates/SNormalPage.aspx?id=15240> [18 jan 2010]
- Anon 2010a.** Bortsättningsmallar förrensning. Holmen Skog distrikt Umeå 2010.
- Anon 2010b.** Omräkningstal Skogsstyrelsen 2010. [online] Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/epi-server4/templates/SNormalPage.aspx?id=15250&epslanguage=SV#energienheter> [22 feb 2010]
- Anon 2010c.** Prisblad för biobränslen, torv m.m. Nr 4 2009. Energimyndigheten. [online] Tillgänglig: <http://webbshop.cm.se/System/TemplateView.aspx?p=Energimyndigheten&view=default&cat=/Faktablad&id=ffbd2c1049724f31a3bf54b8ef762ca2> [16 feb 2010]
- Anon 2010d.** Viltvård i skogen. Svenska Jägareförbundet 2008. [online] Tillgänglig: http://www.jagareforbundet.se/Viltvard%20FW/viltvard_i_skogen_081018.pdf [11 april 2010]
- Anon 2010e.** Vi Skogsägare, Nr 1 2010. [online] Tillgänglig: <http://www.atl.nu/uploaded/document/2010/4/12/VIS-01-10.pdf> [13 juni 2010]
- Bergström, D, Bergsten U, Nordfjell T. & Lundmark T.** 2007. Simulation of geometric thinning systems and their time requirements for young forests. *Silva Fennica*, 41(1).
- Bäckström, P-O.** 1984. Att behandla löv. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 3-4.
- Eliasson, L, Johannesson, T.** 2009. Underväxtens påverkan på bränsleanpassad slutavverkning. Resultat från Skogforsk nr 17 2009.
- Fahlvik,** 2006. Røjning. Tillgänglig: <http://www.gran.slu.se/Webbok/PDFdokument/R%C3%B6jning.pdf> [16 feb 2010]
- Fries, J.** 1964. Vårthbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. *Studia forestalia Suecica*. Nr. 14.
- Gunnarsson, P, Hellström. C.** 1991. Maskinell gallring i bestånd med underväxt – Hur kan problemen undanröjas? Skogsarbeten redogörelse nr 17, 1991. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten.
- Gunnarsson, P, Hellström. C.** 1992. Bestånd med underväxt – Rätt åtgärd på rätt plats sänker kostnaderna. Skogsarbeten redogörelse nr 1, 1992. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten.
- Göransson, J.** 1983. Höjdtutveckling hos stubbskott av vårt och glasbjörk efter mekanisk røjning. *Skogsvårdsnytt* nr 5, 1983.
- Hakkila, P.** 1989. Utilization of Residual Forest Biomass. Berlin, Springer- Verlag.
- Hallsby, G.** Nya Tidens Skog. LRF Skogsägarna, Stockholm. 2007 ISBN 9174460609.

- Iwarsson Wide, M.** 2009. "Knäckkvistning" - en intressant metod för uttag av skogsbränsle i klen skog Resultat från Skogforsk 2009 Nr 8.
- Kempe, G, Sandström, E.** 1976. Om Björkstubbkottens höjdtveckling efter röjning i Östergötland. Examensarbete Skogshögskolan. Stockholm.
- Kårén, O.** 2010. Holmen Skog - Gallringshandledning 2010. [online] Tillgänglig: <http://www.holmenskog.com/Main.aspx?ID=d124cbf8-9d7f-4f7e-b3d6-20c1b32f57e4> [16 feb 2010]
- Kähre, K.** 2006. Effect of undergrowth on the harvesting of first-thinning wood. Forestry Studies / Metsanduslikud Uurimused 45, 101-117 ISSN 1406-9954.
- Ligné, D.** 2004. New technical and alternative silvicultural approaches to pre-commercial thinning. Department of Silviculture, Umeå. [online] Tillgänglig: <http://diss-epsilon.slu.se:8080/archive/00000675/01/Silvestria331.pdf> [13 juni 2010]
- Marklund, L.G.** 1988. Biomassafunktioner för tall, gran och björk i Sverige. Rapport Nr. 45. Institutionen för skogstaxering. Sveriges lantbruksuniversitet.
- Normark, E.** 2007. Holmen Skog - Riktlinjer för uthålligt skogsbruk. Tredje upplagan.
- Näslund, M.** 1936. Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. Meddelande från Statens Skogsforskningsanstalt. Nr. 29:1.
- Näslund, B.-Å.** 1986. Simulering av skador och avgång i ungskog och deras betydelse för beståndsutvecklingen. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogsskötsel, Rapporter 18. 147 pp. ISSN 0348-8969.
- Pettersson, N., Fahlvik, N. & Karlsson, A.** 2007. Skogsstyrelsen. Skogsskötselserien – Röjning, Nr 6 2007. Tillgänglig: http://gronareskog.nu/epi-server4/dokument/sks/Fakta_om_skog/Skogsskotselserien/Naturlig_foryngring_av_gran_och_tall.pdf [9 juni 2010]
- Pettersson, H.** 1955. Barrskogens volymproduktion. Meddelande från Statens Skogsforskningsinstitut. Nr. 45:1A.
- Pettersson, F.** 2001. Effekter av olika röjningsåtgärder på beståndsutvecklingen i tallskog. SkogForsk, Redogörelse nr 4, 2001. Uppsala 28 s ISSN 1103-4580.
- Ulvcrona, K.** 2009. Biomassafunktioner. Opublicerat manuskript.
- Thernström, P.-O. 1982.** Några resultat från sex röjningsförsök med röjning i tallungskog vid olika beståndsålder. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogsproduktion, Examensarbete 3. 69 pp. ISSN 0349-2923
- Örlander, G, Gemmel, P.** 1989. Markberedning. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift Nr 3 1989.

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 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
- 2010:08 Författare: Linda Magnusson
Tillväxt för skogssådd och plantering fram till röjning och första gallring – förnyngningsmetodernas potential att uppfylla olika produktionsmål
- 2010:09 Författare: Emma Palmgren
Hur mycket naturbetesmarker har vi idag? Skattning av areal via nationella, stickprovsbaserade inventeringar samt jämförelse mot befintliga informationskällor
- 2010:10 Författare: Johan Ledin
Planteringsförbandets betydelse för kvalitetsegenskaper i contortatall (*Pinus contorta* var. *latifolia*)
- 2010:11 Författare: Anna-Maria Rautio
De norrländska svältsnörena – en skogshistorisk analys av cykelstigsutbyggnaden under 1900-talet
- 2010:12 Författare: Linda Bylund
Tungmetaller i marken vid träimpregnering i Hede, Härjedalen
- 2010:13 Författare: Ewa Weise
Blå vägens glasbjörkar – från groning till allé
- 2010:14 Författare: Amanda Eriksson
Browsing effects on stand development after fire at Tyresta National Park, Southern Sweden
- 2010:15 Författare: Therése Knutsson
Optimering vid nyttjande av röntgenutrustning hos Moelven Valåsen AB
- 2010:16 Författare: Emil Strömberg
Angrepp av snytbagge och svart granbastborre i Norrland. Skadeläget på SCA's marker en vegetationsperiod efter plantering
- 2010:17 Författare: Emilie Westman
Growth response of eucalyptus hybrid clone when planted in agroforestry systems. An approach to mitigate social land conflicts and sustain rural livelihood