



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2011:9

Val av markbehandlingsmetod inom Sveaskogs innehav i norra Sverige

Selection of soil scarification method in northern Sweden within Sveaskog AB domains

Anton Larsson



Examensarbeten

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2011:9

Val av markbehandlingsmetod inom Sveaskogs innehav i norra Sverige

Selection of soil scarification method in northern Sweden within Sveaskog AB domains

Anton Larsson

Nyckelord / Keywords:

Markberedning, högläggning, harvning, planteringspunkt, produktion, ståndortsanpassning
/Soil scarification, mounding, disk trenching, site preparation

ISSN 1654-1898

Umeå 2011

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 degree thesis in Forest Management*
EX0643, 30 hp, avancerad nivå/ *advanced level A1E*

Handledare / *Supervisor*: Urban Bergsten
SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*
Examinator / *Examiner*: Göran Hallsby
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

Syftet med studien var att undersöka (i) planerarnas val av markberedningsmetod (främst avseende harvning och högläggning) i relation till terrängens svårighetsgrad, samt inverkan av (ii) markbehandlingsmetod och (iii) markberedningens utförande på markberedningsresultatet och plantornas etablering. Tre material användes; ett övergripande inventeringsmaterial med godkända, optimala och underkända planteringspunkter samt antal markberedningsrader per 100m, ett detaljerat inventeringsmaterial med beskrivning av markberedningspunkter och resultat från en kontrollinventering av svårighetsgradsbedömning samt ett material från Sveaskogs register avseende återväxtkontrollerade objekt med antal etablerade huvudstammar efter 1-3år vid olika markberedningsmetod, svårighetsgrad och bonitet.

Endast för 51 % av objekten överensstämde planerarens och kontrollinventerarens bedömning (gjord efter avverkning och markberedning) av svårighetsgrad. För 23 % av objekten var planerarnas bedömning en svårighetsgrad lägre/lättare än kontrollinventerarens klassning. Harvade objekt hade 14 % signifikant fler godkända planteringspunkter per ha och bättre måluppfyllelse (95 resp. 86 % av önskat antal) än de som höglagts (avser normal och svår mark; harvning hade inte utförts på lätt mark). Andelen optimala av godkända planteringspunkter var relativt lika mellan metoderna, på normala och friska marker var det 28 % lägre andel underkända planteringspunkter för harvning jämfört med högläggning. Inga skillnader fanns mellan olika svårighetsgrader för godkända och andel optimala av godkända planteringspunkter. Ingen signifikant skillnad fanns heller mellan svårighetsgraderna när det gäller antal optimala planteringspunkter per ha. Elva av tolv inventerade höglagda objekt inom svårighetsgrad lätt klassades som underkända, med förekomst av stenar (48 %) och stubbar (37 %) som vanligaste orsaker till underkännande. Totalt för alla svårighetsgrader var hinder som stenar (40 %), stubbar/lågor (37 %) och ris/hyggesrester (14 %) tydliga orsaker till att höglagda punkter inte godkändes. Höglagda objekt hade fler rader/körsträckor per 100m än harvade (50,9 resp. 43,1 i genomsnitt för samtliga marktyper). För högläggning och harv var det 0,33 resp. 0,45 godkända planteringspunkter/m. För högläggning var skillnaden mellan antal godkända och totalt antal planteringspunkter ca 50 % vilket innebär att ca 860 planteringspunkter per hektar var underkända. Det fanns ingen tendens att förarna hade anpassat markberedningen till svårighetsgrad eller till önskat antal godkända markberedningspunkter per ha. Inventeringsmaterialet med etableringsresultat 1-3 år efter plantering visade inte på några skillnader mellan markberedningsmetoder men totalt antal huvudstammar per ha var lägst på låg bonitet (SI < 19; 13 % lägre än på medel och hög bonitet) speciellt om svårighetsgraden var klassad som svår.

Instruktionen för val av svårighetsgrad verkar alltså fokusera på de faktorer som har störst betydelse för markberedningen (stenförekomst och bonitet) men den behöver ses över. Med högläggning erhålls (vid normal svårighetsgrad och frisk mark) större andel optimala planteringspunkter i relation till antal godkända planteringspunkter jämfört med harvning även om det vid harvning blir betydligt fler godkända planteringspunkter totalt sett per ha. Nämda skillnad mellan markberedningsmetoder verkar dock inte påverka antalet etablerade huvudstammar per hektar vilket tyder på att definitionerna för godkänd/underkänd planteringspunkt inte är helt relevanta.

Abstract

The purpose of this study was to examine (i) planners choice of soil treatment (scarification by disc trenching or mounding) in relation to level of difficulty, and study the effects of (ii) soil scarification method, and (iii) performance of soil treatment on scarification result and seedling establishment. Three materials were used: a comprehensive inventory material with optimal and approved planting spots and number of scarification tracks per 100 m, a detailed inventory material with description of scarification/planting spots and results from a control inventory of difficulty rating assessment and a material from Sveaskog on seedling establishment 1-3 year after soil scarification for stands with different soil treatments, levels of difficulty and site indexes.

Only for 51% of the stands were the planners' assessments of difficulty level equal to the control inventory values. For 23% of the stands the planners' estimates were lower than the rating of the control inventory. Disc trenched stands had 14% more approved planting spots per ha and better effectiveness (95 vs. 86% of target spot number) than mounding (refers to normal and difficult land; disc trenching was not carried out on easy land). Percentage optimal planting spots of approved was relatively equal between methods. No significant difference existed between difficulty levels in terms of number of optimal planting spots per ha. Eleven out of twelve mounded stands with difficulty level easy was not approved according to the guidelines by Sveaskog, with the presence of stones (48%) and stumps (37%) as the most common reasons for unsuccessful scarification result. For all difficulty levels, obstacles like stones (40%), stumps/dead wood (37%) and branches and snags (14%) were clear reasons why mounded spots were not approved. Mounded stands had more driving rows per 100 m than disc trenched stands (50.9 vs. 43.1 in average for all soil types). There were 0.33 and 0.45 approved planting spots/m for mounding and disc trenching, respectively. For mounding the difference between the number of approved and the total number of planting spots was about 50% which means that approximately 860 planting spots per ha were rejected. There was no tendency that drivers had adjusted the soil preparation to the difficulty level or to the desired number of good planting spots per ha. The material with results of seedling establishment 1-3 years after planting did not reveal any differences between soil scarification methods, but the number of main crop plants per ha was lowest at low site index ($SI < 19$; 13% lower than at medium and higher SI) especially if difficulty level was classified as hard.

The instruction for classifying difficulty level seems to focus on the factors that are most important when choosing soil preparation method (stone occurrence and site index) but it needs to be revised. By using mounding (at normal difficulty level and intermediate soils) a higher proportion of optimal planting spots in relation to the number of approved planting points are obtained compared to disc trenching. However, by using disc trenching the number of approved planting spots will be considerably higher per ha. The mentioned difference between soils scarification methods does not seem to affect the number of established main crop plants per ha, i.e., the definition of an approved/not approved planting spot might need to be changed.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	2
Abstract.....	3
Innehållsförteckning.....	4
Inledning.....	6
Bakgrund	6
Intermittent och kontinuerlig markbehandling	7
Markbehandlingens långsiktiga påverkan.....	8
Arbetsgång för planering och genomförande av markberedning.....	8
Val av markberedningsmetod.....	9
Sveaskogs inventeringsresultat för markberedning	10
Mål och syfte.....	10
Frågeställningar.....	10
Material och metod	11
Materialinsamling.....	11
Inventerings- och bearbetningsmetodik.....	13
Bearbetning	15
Resultat	15
Planeringens instruktion och planeringens utförande.....	15
Planerarnas bedömning i stående skog	15
Markberedningsmetod	16
Jämförelse mellan harvning och högläggning vid olika svårighetsgrader.....	16
Svårighetsgrad 1 "lättare än normal" –Enbart högläggning	17
Svårighetsgrad "normal" och fuktklass "frisk" – Harvning och högläggning.....	18
Markberedningens utförande	19
Produktion av planteringspunkter	19
Antal planteringspunktsförsök i relation till antal godkända/optimala planteringspunkter och önskat antal planteringspunkter vid högläggning.....	20

Hinder för högläggning	21
Inverkan av markberedningsmetod och svårighetsgrad på plantetablering	22
Diskussion	24
Studiens resultat i relation till tidigare undersökningar	24
Materialets begränsningar	24
Konsekvenser för Sveaskog	25
Förslag till ytterligare studier	26
Slutsatser	26
Planeringens instruktion och utförande	26
Markberedningens utförande	27
Tillkännagivande	28
Referenser	29

Inledning

Bakgrund

Föryngring av skogsmark sker normalt sett på tre olika sätt, genom utställning av fröträd, sådd och plantering. Alla föryngringssätt kräver normalt någon form av markbearbetning. Under 2009 markbehandlades 171 300 ha i Sverige och det planterades 180 000 ha (Anon, 2010). Av all planterad areal mellan 2006 till 2008 markbereddes 92 % av arealen. Endast för 6 % av den planterade arealen bedöms markberedning inte vara nödvändig. Av arealen naturlig föryngring markbereddes 68 % och 19 % hade inget behov av markberedning. Totalt av all föryngrad areal markbereddes 84 % av arealen (Anon, 2010). När skogsmark ska föryngras i norra Sverige med plantering görs i regel en markberedning säsongen före planteringen ska utföras. I södra Sverige är det vanligare förekommande att markberedning och plantering sker samma fältsäsong (Oskarsson, 2010). Beståndets trädslag och markegenskaper avgör vilken markberedningsmetod som ska användas (de Jong m.fl., 1999).

Syftet med markberedningen är att preparera humusskikt och mineraljord på ett sätt som gynnar plantans överlevnad och tillväxt. Bra kontakt med mineraljorden säkerställer vattentillgången till plantans rötter. Rötterna gynnas även av att marken bearbetas och luckras upp av markberedningen. Konkurrensen från fältskikten kan minskas genom att humusskikt och vegetation tas bort. Marktemperaturen ökar eftersom mineraljorden värms upp lättare än humus. Närmast plantan minskar däremot näringstillgången om humusen tas bort eftersom största delen av det lättlösliga näringsförrådet ligger i humusskiktet (Hellqvist m.fl., 2011).

En omvänd torva med mineraljord ovanpå ger en planta de mest optimala förhållanden som kan ges av en konventionell markberedning idag, därför kallas denna punkt optimal planteringspunkt. Denna punkt ger bästa produktionen pga. det dubbla begravnade humuslagret bryts ner snabbt och frigör näring åt plantan men samtidigt finns en risk för uttorkning av ovanliggande mineraljord (Lundmark m.fl., 1986). Får inte plantans rötter kontakt med marken under omvända torvan riskerar plantan att torka ut vid försommartorka (Örlander m.fl., 1991). Punkter som kallas godkända punkter är sådana punkter där plantan har goda förutsättningar för överlevnad (Matsson & Larsson-Stern, 2010). Sådana punkter är på torr och frisk mark mineraljord, s.k. mineraljordsfläck. På fuktig mark är godkända punkter humusfläck eller omvänd torva utan mineraljord. Det som skiljer optimala punkter från godkända är främst näringsutbudet och temperaturen. I den omvända torvan startar en humifieringsprocess som frigör näring som plantan har möjlighet att ta upp (Adelsköld m.fl., 1989). Marktemperaturen efter markberedning på 10cm djup är en varm dag betydligt högre jämfört med orörd mark. Djupplanterade plantor har betydligt bättre förutsättningar vid försommartorka än normaldjupt planterade plantor. Torkan drabbar hårdast plantor som är satta högt ovan markprofilen i omvända torvor och plantor som är satta utan markberedning (Örlander m.fl., 1991).

Snytbaggeskador uppkommer i högre grad för plantor som är satta utan markberedning. Vid ett försök av Örlander m.fl.(1991) dog 70 % av alla plantor i försöksledet utan markberedning fram till och med den tredje vegetationsperioden. I försöksleden med mineraljord blottad runt plantan var avgången betydligt lindrigare, 10-20 %. Ingen skillnad noterades för plantor som planterats på olika djup.

På fuktiga och finjordsrika marker är blottad mineraljord dåliga planteringspunkter på grund av uppfrysningsrisken. Genom att sätta plantan i omvända torvor med överliggande mineraljord så djupt att plantans rotsystem hamnar i humusskiktet motverkas uppfrysning. En omvänd torva utan mineraljord är näst bästa planteringspunkts alternativet. För att motverka uppfrysning är det bättre att sätta plantan i omarkberedd mark än i blottad mineraljord (Hallsby, 2009).

Enligt en studie gjord av Arvidsson (2002) har planteringspunkten och markberedningen även betydelse för älgbetesskador vid tre års ålder. Plantor som var planterade i omvänd torva eller i mineraljordshög var i försöket hårdare betade än plantor som var planterade i harvspåret eller utan markberedning. De samband som fanns i den treåriga ungsbogen var dock inte synliga efter ca ett decennium. Författaren menar att planteringspunkter som gynnar plantans rottillväxt och näringsfrigörelse kan under en period göra plantan mer eftertraktad som bete för älgen (Arvidsson, 2002).

Intermittent och kontinuerlig markbehandling

Intermittent markberedning ger högar eller fläckar med bestämda avstånd. De aggregat som används för intermittent markberedning i storskaligt skogsbruk kallas högläggare. Jämfört med kontinuerlig markberedning blir markpåverkan betydligt mindre (Lundmark m.fl., 1986). Högarna görs med rivhjul som vänder upp tiltor i färdriktningen. Mellan dessa finns regelbundet återkommande, kortare uppehåll där marken förblir opåverkad av aggregatet. Långfläck, där rivhjulet skrapar bort översta humusskiktet, är särskilt lämpligt att använda vid markberedning under fröträd i sluttningar (Anon, 2009). Höglägningsaggregat kan ställas in på flera olika sätt för att bearbeta marken optimalt. Rivhjulen är hydrauliskt styrda och rotationen anpassas till körhastigheten. En tre-radig högläggare kör i medelsvår terräng 2500 planteringspunkter per hektar eller ca 1,1 ha i timmen (Brackeforest, 2010).

Kontinuerlig markberedning ger sammanhängande spår, bredvid spåren läggs en tilta. Den påverkade ytan är betydligt större än vid högläggning. För kontinuerlig markberedning används harvaggregat som har roterande tallrikar vilka gör spåret. I undantagsfall kan maskiner med harvaggregat köra intermittent markberedning. Maskinföraren lyfter då harvtallrikarna med jämna mellanrum och skapar harv-fläckar i 1-2 m längder. Vid intermittent markbehandling med harvaggregat sjunker produktiviteten avsevärt för markbehandlingen, därför genomförs endast detta vid speciella tillfällen (Oskarsson, 2010).

Örlander m.fl. (1998) gjorde en studie som jämförde fem olika markbehandlingsmetoder i norra Sverige. Behandlingar som jämfördes var harvning, plogning, invers, högläggning och omarkberedd mark. Planteringsmaterialet bestod av tvååriga gran- och contortaplantor. Efter 10 år visade behandlingen utan markberedning 21 % lägre överlevnad för contorta och 27 % lägre överlevnad för gran jämfört med de markberedda försöksleden. För båda trädslagen var markberedningsmetoderna rankade invers > plogning ≥ högläggning = harvning > ingen markberedning med avseende på stamvolymproduktion. Plogning gav endast marginellt bättre resultat än högläggning och harvning. En viktig anledning till produktionsskillnaderna var att de omarkberedda ytorna visade signifikant lägre överlevnad än markberedda led (Örlander m.fl., 1998).

I en studie som jämförde högläggning och harvning på marker i kärva klimatlagen, dvs. 450 m över havet, visade resultaten en högre planttillväxt för högläggning (Maller & Fräas, 1996). Sugg

(1990) jämförde högläggning, harvning och plöjning i södra Sverige. Plantorna som användes var täckrotsplantor av tall. I studien kontrollerades överlevnad och tillväxt fyra år efter plantering. Slutsatsen av försöket var att plöjning gett något bättre överlevnad och tillväxt. Harvning och högläggning var lika gynnsamma m.a.p. överlevnad och tillväxt på de olika boniteter som testades. Hunt (1987) gjorde en liknande jämförelse som Sugg med contortatall i norra Sverige. Markbehandlingarna var högläggning, plöjning, harvning och ingen markberedning. På medium näringsrika marker fyra till fem år efter plantering var högläggning bäst i överlevnad och höjd på plantorna men skillnaderna mellan markbehandlingarna var inte stor. Största skillnaden mellan behandlingarna var på näringsfattiga och torra ståndorter med plöjning som den metod som visade bäst överlevnad och tillväxt. Studien indikerar att behandlingar med intensiv störning av jorden inte är nödvändiga för att erhålla tillräckligt bra etableringsresultat för contortatall på medel näringsrika till näringsrika ståndorter (Hunt, 1987).

Markbehandlingens långsiktiga påverkan

Jansson och Näslund (1993) redovisade en studie på fyra försökslokaler i Jämtland, med avsikten att klarlägga olika markbehandlingsmetoders inverkan på contortatallens långsiktiga volymproduktion. Markbehandlingsmetoderna som ingick i försöket var högläggning, harvning, plogning och ingen markberedning. De markbehandlade ytorna hade den första 10 årsperioden bättre höjdtillväxt än de obehandlade ytorna. Trenden för olika markberedningsmetoder var att kraftigare markpåverkan gav bättre tillväxt, speciellt på näringsfattiga marker (Jansson m.fl., 1993).

Markberedningens långsiktiga påverkan har även undersökts av Örlander m.fl. (1996). Hypotesen var att markberedning skulle försämra produktivitet på lång sikt. Samtliga fem försökslokaler visade dock högre övrehöjd för markbehandlade ytor än för kontrolltytor med ingen markbehandling. Produktiviteten 24-71 år efter markberedningen hade snarare ökat än minskat. På tre av fyra nordliga försökslokaler ökade ståndortsindex där någon form av markbehandling var utförd. Slutsatsen av undersökningen blev att risken att få produktionsförluster på grund av markberedning är försumbar (Örlander m.fl., 1996).

Enligt Mattssons (2002) visar markbehandling generellt positiva effekter på medellång sikt (18 år efter plantering). Försöket innehöll tre markberedningsmetoder (plogning, harvning och högläggning) samt omarkberedda kontrolltytor. Två marktyper var representerade, mager tallhed och två intermediära marktyper. Plogning var bästa markberedningsmetoden för produktionen av stamvolym av tall per hektar. Produktionen ökade med 600 % på magra marktypen och med 300 % på intermediära marktypen jämfört med omarkberedda kontrolltytan. Med avseende på total stamvolymproduktion per hektar rankade sig markberedningsmetoderna plogning \geq harvning = högläggning $>$ ingen markberedning. Slutsatsen av studien är att markberedning medför en långsiktig uthållig tillväxtökning för tall på flera boniteter och att med ökad markstörning kan högre tillväxt erhållas på lägre boniteter.

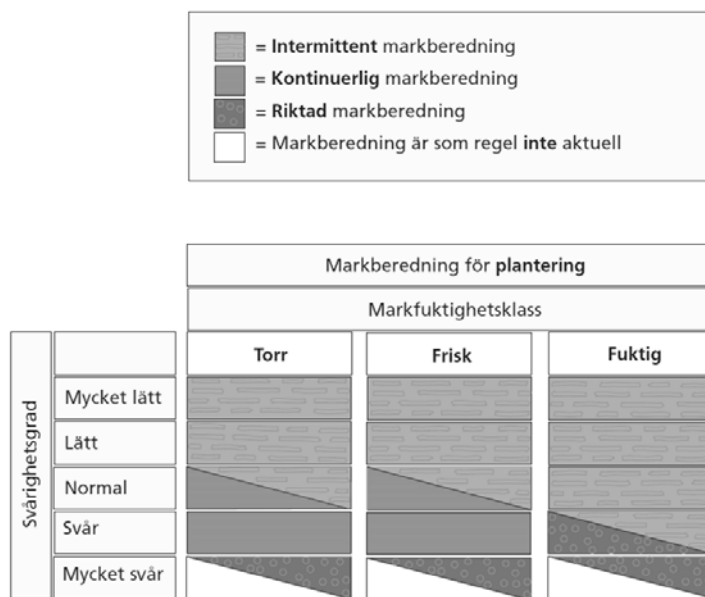
Arbetsgång för planering och genomförande av markberedning

Före avverkning görs ofta en s.k. avverkningsplanering. En planerare inventerar virkesförråd samt bedömer naturhänsyn, avläggs placering, m.m. Planeraren planerar även hur skogsmarken ska föryngras. Om föryngringen ska ske genom plantering klassas inom Sveaskog även markens svårighetsgrad enligt en intern instruktion. Även fuktklassen inventeras av planeraren. Fuktklass och svårighetsgrad ger riktlinjer ang. val av markberedningsmetod (jfr nedan).

Efter planeringen avverkas beståndet, vanligtvis inom 6 månader till 5 år. Normal hyggesvila efter avverkning är i Norra Sverige 0-2 år. Efter hyggesvilan behandlas marken med vald metod, kvalitetsuppföljning för markbehandlingen sker samma säsong som den utförs. Vid uppföljningen finns enligt nämnda instruktion möjlighet att justera svårighetsgraden med hjälp av tillägg/avdrag i svårighetsgradsbedömningen.

Val av markberedningsmetod

Sveaskogs riktlinjer (Figur 1) ska underlätta för planeraren att välja metod.



Figur 1. Riktlinjer för val av markberedningsmetod baserat på objektets fuktighetsklass och svårighetsgrad (Karlsson m.fl., 1999).

Markberedning på fuktig mark och på mark med lutning mer än 15 % ska alltid utföras intermittent eller i speciella fall som riktad markberedning.

Svårighetsgraden för markberedningen är beroende av förekomsten av hinder i form av stenar och block, stubbar och rötter samt grenar och toppar. Vid återväxtplaneringen beskrivs förekomsten av hinder och objektet klassas med en svårighetsgrad. Utifrån svårighetsgraden bestäms produktionsmålet för markberedningen vid uppföljning dvs. hur många procent av önskat antal planteringspunkter som måste uppfyllas, en lätt svårighetsgrad ger högre produktionsmål och vice versa (Larsson-Stern & Mattsson, 2010).

Någon direkt skillnad mellan klasserna torr mark och frisk mark finns inte utan för dessa klasser gäller att grundvattenytan ligger djupare än 1 m och det bör inte finnas några vattenansamlingar på markytan. Vanlig kornstorlek för dessa klasser är grov, medelgrov och fin (Larsson-Stern & Mattsson, 2010). För klassen fuktig mark ska grundvattenytan i genomsnitt ligga närmare markytan än 1 m. Klassen används oftast för plan mark eller nedersta delen av längre sluttningar.

Träden växer ofta på socklar och man ska kunna gå torrskodd över området sommartid. Kornstorleken på mineraljorden ska vara fin (Matsson & Larsson-Stern, 2010)

Sveaskogs inventeringsresultat för markberedning

Sveaskog i Västerbotten markbereder ca 4000 hektar per barmarksperiod (Oskarsson, 2010). Under 2009 gjordes en omfattande inventering av markberedningens resultat i Västerbottens län. Inventeringen följde Sveaskogs uppföljningsinstruktioner som resulterar i antal optimala samt godkända planteringspunkter per ha och antal markberedningsrader per 100 m. Antal planteringspunkter som ska uppnås är bestämt av objektets planerare och objektets svårighetsgrad. Det vill säga att om objektet är bedömt till en högre svårighetsgrad har instruktionen större tolerans för ett lägre antal planteringspunkter än om svårighetsgraden är lätt. Antal rader per 100m är ett minikrav som avser 40 rader och ska följas på marker där svårighetsgraden är mellan mycket lätt till normal (Matsson & Larsson-Stern, 2010). Nämnda inventering visade framförallt att högläggning inte klarade Sveaskogs krav, cirka 45 % av uppföljd höglagd areal blev underkänd (Oskarsson, 2010). Sveaskog har därför tagit initiativ till detta examensarbete för att analysera orsakerna till det bristfälliga resultatet. Det som fanns behov av att utreda är valet av markberedningsmetod efter ståndortens egenskaper, bedömning av svårighetsgrad samt om dess påverkan på produktionskravet för markberedningen är befogat. Dessutom ansågs det angeläget att göra en jämförelse mellan harvning och högläggning för att tydliggöra brister och fördelar med respektive metod vid olika svårighetsgrad.

Mål och syfte

Målet med arbetet är att ta fram ett kunskapsunderlag som ger Sveaskog bättre möjligheter att välja och genomföra en markbehandling som medför både hög överlevnad och tillväxt för planter på Sveaskogs innehav i norra Sverige. Syftet är att undersöka hur (i) planerarna väljer markberedningsmetod i relation till deras bedömning av svårighetsgrad, samt analysera inverkan av (ii) markbehandlingsmetoderna högläggning resp. harvning och (iii) markberedningens utförande på markberedningsresultatet och plantetableringen.

Frågeställningar

Arbetet ska svara på hur planeraren (inkl. instruktionen till planerarna), markberedningsmetoden och markberedningens utförande bidrar till att högläggning ofta blir underkänd på Sveaskogs marker i norra Sverige samt kvantifiera skillnaden mot andra markberedningsmetoder för att därigenom kunna bedöma om det finns relevanta alternativ till högläggning. Detaljerade frågeställningar:

- Är planerarens bedömning i stående skog tillräcklig för att avgöra produktionsmål och markberedningsmetod efter avverkning? Ger instruktionen en bra grund för bedömning av svårighetsgrad för objektet?
- Vad skiljer markberedningsmetoderna harvning och högläggning beträffande antalet godkända och andelen optimala planteringspunkter per hektar? Finns skillnader i markberedningsresultat mellan olika svårighetsgrader?
- Vad orsakar underkännande av en markberedning?

- Vad skiljer sig i produktion av planteringspunkter mellan metoderna högläggning och harvning? Vilken produktion har respektive metod av planteringspunkter per meter och rader per hektar?
- Anpassar maskinförarna antalet markberednings-/planteringspunkter per hektar efter svårighetsgrad och faktiska kvaliteten på markberedningen?
- Vilken betydelse har markberedningsmetod, svårighetsgrad och bonitet för antalet etablerade huvudstammar 1-3år efter plantering?

Material och metod

Materialinsamling

Barmarksperioden 2010 inventerades ca 870 hektar markberedningar för plantering i Västerbotten. Totalt besöktes 97 objekt som var markbehandlade med högläggning, harv eller grävmaskin (grävmaskinsmarkberedning har dock inte studerats närmare här). Markbehandlingen var utförd samma barmarksperiod som materialet samlades in. Två inventeringar gjordes, den ena mer översiktlig och den andra fördjupad. Ett materialuttag gjordes även i Sveaskogs register för etablerade planteringar som inventerats 2010.

Data som samlades in vid den översiktliga inventeringen (alla ståndorter):

- Antalet markberednings-/planteringspunkter per ha, uppdelat på optimala, godkända och underkända punkter (tabell 1)
- Antal markberedningsrader per 100m
- Svårighetsgrad bedömd av planerare (från registret)
- Markberedningsmetod

I den detaljerade inventeringen utvaldes slumpmässigt 40 ståndorter varav 34 stycken var markbehandlade intermittent med högläggare och 6 stycken var markbehandlade kontinuerligt med harv. Data som samlades in på dessa objekt var, förutom ovan nämnda:

- Antalet misslyckade försök att skapa en planteringspunkt. Dessa klassades som: humusavskrap/igenfallen torva, långfläck utan godkänd punkt, hög utan mineraljord, ris/hyggesrester, sten och stubbe), se tabell 2.
- Antal blockträffar med jordsond av 20 nedstick.
- Bonitet (från registret).

Tabell 1. Definitioner som användes för godkända planteringspunkter i studien på respektive marktyp. Optimala punkter ingår i godkända punkter.

Planteringspunkt	Definition
<i>Torra och friska marker</i>	
Optimal punkt	Omvänd torva med mineraljordslager tunnare än 10 cm
Godkänd punkt	Mineraljordsfläck i markberedning och på obearbetad mark
<i>Fuktiga marker</i>	
Optimal punkt	Omvänd torva med mineraljordslager tunnare än 10 cm
Godkänd punkt	Omvänd torva utan mineraljord, humusfläck och mineraljordsfläck på obearbetade mark

För att en planteringspunkt skulle klassas som minst godkänd sattes kraven att det skulle vara minst 10 cm till obearbetad mark från en tänkt planta och avståndet mellan två punkter skulle minst vara 1m. Ett tänkt förband gjordes utifrån det angivna målet av planteringspunkter, exv. för målet 2000 planteringspunkter per hektar blev förbandet ca 2,2 m.

Tabell 2. Definitioner för underkända planteringspunkter som använts i studien.

Planteringspunkt	Definition
Humusskrap/igenfallen torva	Endast rört i humuslagret eller omvändtorva som ramlat tillbaka
Långfläck (fuktig mark)	Långt skrap utan hög som inte bildar en godkänd plantmiljö
Hög utan mineraljord (torr och frisk mark)	Omvänd torva utan mineraljord eller för lite mineraljord för att skapa godkänt snytbaggesskydd
Ris/hyggesrester	Grenar och toppar som hindrat markberedningsaggregatet att nå marken eller gjort att tovor bildats utan bra kontakt med marken
Sten	Stenar eller block som hindrat markberedningsaggregatet att göra en planteringspunkt
Stubbe/låga	Större hinder i form av stubbar eller lågor som utgjort hinder. Rotben och rötter tillhör denna klass

Sveaskogs har register på det flesta av de uppföljningar av etableringsresultat som gjorts sedan flera år tillbaka. Registret användes för att studera effekter på etableringsresultatet av

markberedningsmetod, svårighetsgrad och bonitet. Registret innefattar även om hjälpplantering utförts. Det använda materialet omfattar ca 3000 ha.

Inventerings- och bearbetningsmetodik

Den översiktliga fältinventeringen utfördes som en objektiv cirkelyteinventering med provyteradien 5,64 m (100 m²) och antalet provytor enligt tabell 3.

Tabell 3. Antal provytor beroende på objektets storlek.

Markberedd areal, ha	Antal provytor per objekt
0 – 1,9	4
2,0 – 4,9	6
5,0 – 9,9	8
10,0 – 19,9	10
20,0 – 29,9	12
≥ 30,0	14

Exempel: om objektet var 11 ha inventerade 10 provytor med förbandet = $\sqrt{(\text{Areal}(\text{m}^2)/\text{ytor})}$,

$$\sqrt{(110000/10)} = 105\text{m}$$

Inom provytan söktes planteringspunkter i markberedningsspåren. Samtliga punkter skulle erbjuda ett planteringsställe med minst 10 cm till gångjärn(omvända torvans)och obearbetad mark.

Den detaljerade inventeringen utgick från Sveaskogs inventeringsmetodik med tillägget att varje försök till planteringspunkt inom provytan inventerades. Optimala och godkända punkter följde tidigare instruktioner. Underkända punkter klassades i klasserna: Humusavskrap, Långfläck, Hög utan mineraljord, Ris/hyggesrester, Sten och Stubbe/låga (tabell 2). Genom att summera godkända (vilka inkluderar optimala) och underkända planteringspunkter erhöles totalt antal markberednings-/planteringspunkter.

För att behandla planerarnas val av markberedningsmetod i stående skog gjordes samma inventering som planerarna gjort, men efter avverkning och markberedning. Inventeringen gjordes enligt Sveaskogs inventering för svårighetsgrad(Anon, 2000). Inventeringen innehåller två huvuddelar: bedömning av blockighet och bonitet. Enligt instruktionen kan extra tillägg eller avdrag göras vid efterkontrollen av markberedning för att kompensera extra svårigheter eller om det blivit färre hinder än förväntat. Både planerarens svårighetsgrad och efterkontrollens extra tillägg/avdrag utgör slutgiltiga svårighetsgraden. Det vill säga:

- Basvärde blockighet + basvärde bonitet = planerarens svårighetsgrad vid avverkningsplanering
- Basvärde blockighet + basvärde bonitet + basvärde tillägg/avdrag = objektets svårighetsgrad enligt instruktionen vid uppföljning.

Blockförekomsten inventerades på en representativ plats för hela objektet, 20 nedstick gjordes med ca 1,5m mellanrum (vartannat steg). Varje blockträff räknades, block över 50cm räknades som 2 träffar, sten under 20 cm ses enligt instruktionen inte som hinder och räknades därför inte.

Förekomst av grot (grenar och toppar) och strö (stubbar och rötter) bedömdes enligt tabell 4, baserad på bonitet, beståndstyp, ristäkt och hyggesvila.

Tabell 4. Basvärdets storlek valdes utifrån bonitet och strö (Anon, 2000).

Beståndstyp/bonitet	Utan ristäkt Hyggesvila, år			Med ristäkt Hyggesvila, år		
	0	1	2	0	1	2
1. Tall - låg	2	2	1	0	0	0
Gran - låg	2	2	1	0	0	0
2. Tall - medel	2	2	1	1	0	0
3. Gran - Medel	3	2	1	1	0	0
4. Barrblandskog - med	2	2	1	1	0	0
5. Blandskog - medel	3	2	1	1	0	0
6. Tall - hög	2	2	1	1	0	0
7. Gran - hög	4	3	2	2	0	0
8. Täta lövbestånd	4	3	2	2	1	0

Värdet som objektet ges via tabellen är ett basvärde som summeras med antal blockträffar som också omvandlas via tabell till ett basvärde.

Vid kvalitetsuppföljningen av markberedning görs tillägg/avdrag som kan variera från -2 till +3 basvärde. Om grundvärdet från blockighetsinventeringen och bonitetstabellen anses stämma ges ingen tillägg/avdrag. Avdrag och tillägg är ifyllda för att kunna analysera planerarnas bedömning samt instruktionens relevans för markberedningen.

Svårighetsgraderna bestämdes sedan enligt Sveaskogs rutiner med följande tabell.

Tabell 5. Basvärdesumma omvandlat till svårighetsgrad (Anon, 2000).

Svårighetsgrad	Summa basvärde + tillägg
Mkt Lätt	0 - 2,5
Lätt	3,0 - 4,5
Normal	5,0 - 7,5
Svår	8,0 - 9,5
Mkt Svår	10,0 +

Det material som användes för att studera effekter på etableringsresultatet av markberedningsmetod, svårighetsgrad, m.m. bestod av resultat från en objektiv cirkelprovyteinventering med ytstorleken 20 m². Materialet omfattar ca 2600 ha och är inventerat fältsäsongen 2010. Cirkelprovytorna var systematiskt utlagda i ett kvadratförband (50x50 m) längs parallella linjer. Inom provytan var max 10 huvudplantor räknade. Högsta tillåtna höjdskillnad mellan huvudplantorna var satt till 1m och minsta avståndet mellan huvudplantor var normalt 1 m (0,6m vid liten höjdskillnad) (Larsson-Stern & Matsson, 2010).

Bearbetning

För att bearbeta planerarnas bedömning i stående skog begränsades svårighetsgraderna till 3 grader på grund av få observationer i de yttersta klasserna, mycket svår och mycket lätt. Utgångsläget vid bearbetningen var alltid planerarnas bedömning, därefter gjordes en jämförelse mot kontrollinventeringens resultat. Även vid analys av markberedningsmetodernas resultat för olika svårighetsgrader utgicks från nämnda tre klasser. Instruktionens ursprungliga tanke är att planeraren bedömer två variabler, bonitet och blockighet, och därefter ska tillägg/avdrag göras av den person som följer upp markberedningen, alltså efter avverkning och markberedning. Analyserna gjordes därför med båda alternativen. Enligt figur 1 bör planerarna inte välja alternativet harv på svårighetsgrad 1 "lättare än normal", därför fanns inga objekt med svårighetsgraden lätt eller mkt lätt som var harvade.

För att göra en relevant jämförelse av produktion av godkända planteringspunkter mellan högläggning och harvning gjordes urvalet av normal svårighetsgrad och frisk fuktklass. Antal planteringspunkter per meter räknades ut enligt följande:

(Godkända planteringspunkter per ha/Rader per 100m)/100 = Punkter/meter

Ex: (2000/43,4)/100 = 0,46 punkter/meter

Inverkan av markberedningsmetod på godkända, optimala och underkända planteringspunkter samt inverkan av markberedningsmetod, SI-klasser och svårighetsgrad på etableringsresultatet 1-3 år efter plantering testades med variansanalys (Minitab; signifikans $p \leq 0,05$). Ståndortsindex delades in i tre bonitetsklasser 1 "SI <18", 2 "SI 19-20" och 3 "SI 21<". Analysen begränsades till objekt med plantering och markberedningsmetod harv eller högläggning. I SI-klass 3 fanns för få observationer för att samspeksanalyser skulle kunna göras.

Resultat

Planeringens instruktion och planeringens utförande

Planerarnas bedömning i stående skog

Planerarnas grundbedömning (utan tillägg/avdrag enl. rutinen för svårighetsklassning) skiljde sig från kontrollinventeringens klassning efter avverkning och markberedning vid 25 av 39 jämförelser (64,1 %) (tabell6). För 17 objekt var svårighetsgraden bedömd som lättare och för 8 objekt var den bedömd som svårare. För sex av objekten var skillnaden två grader (15 %). Fyra objekt blev två klasser lättare och två objekt blev två grader svårare än kontrollinventeringens klassning.

Även med tillägg/avdrag skiljde sig planerarnas bedömning från kontrollinventeringen för 19 av 39 objekt (48,7 %) (tabell6). För 3 objekt var skillnaden i svårighetsgrad 2 grader, samtliga blev svårare efter kontrollinventering. För 9 objekt blev svårighetsgraden lättare och för 10 objekt blev svårighetsgraden svårare.

Tabell 6. Avvikelse i relativa tal mellan planerarnas bedömning och kontrollinventerarens bedömning med eller utan tillägg/avdrag för respektive svårighetsgrad och samtliga svårighetsgrader.

Avvikelse svårighetsgrad	Svår (n=4)		Normal (n=28)		Lätt (7)		Samtliga svårighetsgrader (n=39)	
	Utan	Med	Utan	Med	Utan	Med	Utan	Med
Ingen avvikelse		0,25	0,39	0,57	0,43	0,43	0,36	0,51
Kontroll en grad lättare	0,75	0,50	0,36	0,25	0,14		0,36	0,23
Kontroll en grad svårare	0,25	0,25	0,07	0,11	0,29	0,29	0,13	0,15
Kontroll två grader lättare			0,14				0,10	
Kontroll två grader svårare			0,04	0,07	0,14	0,29	0,05	0,10
Totalt	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

För både svår och normal svårighetsgrad gav kontrollinventeringen i genomsnitt en klassning till lättare svårighetsgrad än planerarnas bedömning. Svårighetsgrad lätt blev däremot i genomsnitt klassad till en svårare grad när den gjordes av kontrollinventeraren efter avverkning och markberedning. Det fanns ingen signifikant effekt av individuella planerare och avvikelse i bedömd svårighetsgrad.

Tabell 7. Avvikelse i fuktklassbestämning mellan planerare och kontrollinventering.

Avvikelse fuktklass	Frisk (n=26)	Fuktig (n=9)
Ingen avvikelse	87%	100%
Kontroll en fuktklass torrare		
Kontroll en fuktklass fuktigare	13%	
Totalt	100%	100%

Det var små eller inga (fuktig mark) skillnader mellan planerare och kontrollinventering i att bedöma fuktklass (tabell 7). Endast för 13 % av de objekt som planerarna klassat som friska blev bedömningen en annan vid kontrollinventeringen (en klass fuktigare). De fyra objekt som klassades om till fuktiga marker var höglagda, vilket inte innebar någon skillnad enligt instruktionen.

Markberedningsmetod

Jämförelse mellan harvning och högläggning vid olika svårighetsgrader

Markberedningsmetoderna harvning och högläggning jämfördes på marker där båda metoderna använts, dvs. normala och svåra marker. Inget objekt med svårighetsgrad lätt var harvat, helt enligt riktlinjerna, utan endast högläggning kunde analyseras på dessa marker.

Ingen signifikant skillnad fanns mellan metoderna beträffande kvoten optimala planteringspunkter av önskade (tabell 8). Högläggning hade ca 56 % och harvning ca 57 % optimala punkter av önskat antal planteringspunkter. Skillnaden i godkända planteringspunkter av önskade var signifikant ($p=0,044$). Harvade bestånd hade 10 % högre andel godkända punkter av önskade än höglagda bestånd. Dessutom var det totala antalet planteringspunkter per ha signifikant högre (14 %) för harvning jämfört med högläggning.

Det fanns inga signifikanta skillnader mellan optimala och godkända planteringspunkter i svårighetsgrader. Vid normala marker gjordes 57 % optimala punkter av önskat antal och lägst gjordes 50 % på svåra marker. Svåra marker var högst vid godkända punkter av önskade, 95 %. Lätta marker var lägst, 82 %. På svårare marker blir det svårare att få till optimala planteringspunkter men har däremot högst måluppfyllelse av totalt godkända punkter. Godkända planteringspunkter per ha var även högst vid svåra marker, 1817 punkter och lägst vid lätta marker, 1650 punkter, skillnaden var dock inte signifikant.

Tabell 8. Andel optimala, och godkända planteringspunkter samt totalt antal planteringspunkter för svårighetsgrad och markberedningsmetod. Relativa tal inom parentes, svårighetsgrad/metod med olika bokstav är signifikant åtskilda.

Parameter	Svårighetsgrad	Metod	Medel	Max/Min %
Kvot optimalt mot önskat antal	Lätt		0,53a (93)	83,0/25,0
	Normal		0,57a (100)	105,65/9,28
	Svår		0,50a (88)	83,30/27,50
Kvot optimalt mot önskat antal		Högl.	0,56a (100)	100,00/9,28
		Harv	0,57a (102)	105,65/0,25
Kvot godkända mot önskade	Lätt		0,82a (93)	1,07/0,58
	Normal		0,88a (100)	1,35/0,52
	Svår		0,95a (108)	1,11/0,86
Kvot godkända mot önskat antal		Högl.	0,86b (100)	117,92/51,95
		Harv	0,95a (110)	135,05/63,94
Totalt godkända per hektar	Lätt		1650a (94)	2140/1158
	Normal		1754a (100)	2701/1039
	Svår		1817a (104)	2076/1651
Totalt godkända per hektar		Högl.	1692,5b (100)	2359/1039
		Harv	1929,0a (114)	2701/1151

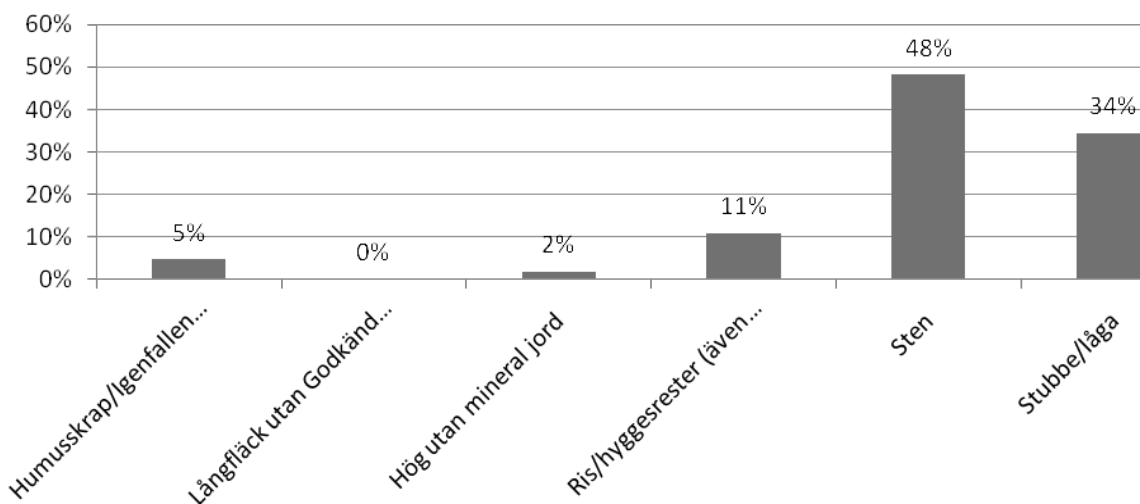
Svårighetsgrad 1 "lättare än normal" – Enbart högläggning

I det övergripande materialet var endast ett objekt av tolv godkänt enligt Sveaskogs riktlinjer, dvs. 92 % av objekten var underkända. Önskat antal planteringspunkter enligt planerna var 2017/ha men totalt antal godkända planteringspunkter var 1650/ha. Trots det låga antalet planteringspunkter var antalet rader/körsträckor per 100m så högt som 49,4. Enligt kontrollinventeringen av svårighetsgrad ska 57 % av objekten om klassificeras till svårare svårighetsgrad och därmed sänks kravet på antal önskade planteringspunkter (tabell 6).

I den detaljerade inventeringen var det 7 objekt med svårighetsgraden lätt, 4 av dessa objekt borde enligt kontrollinventeringen ha haft en annan svårighetsgrad. Av nämnda 7 objekt var endast ett godkänt enligt Sveaskogs krav. Enligt inventeringen var stenar största anledningen till att markberedningen inte blivit nöjaktig, där 48 % av antalet misslyckade planteringspunkter

klassades bero på stenförekomst. Stubbar och lågor bedömdes orsaka 34 % av antalet misslyckade planteringspunkter (figur 2).

Objekt 6030550 skiljde sig från de andra objekten, med ett mycket lågt antal planteringspunkter (43 % av önskat antal). På objektet var humusskiktet ganska tunt, ca 10 cm, men under humusen var marken täckt med sten och block. Objektet var svårighetsbedömt av planerare till lätt men kontrollinventeringen visade på svårighetsgrad svår.



Figur 2. Orsak till underkänd planteringspunkt (procent av totalt antal underkända) vid högläggning på marker med svårighetsgrad klassad som lätt.

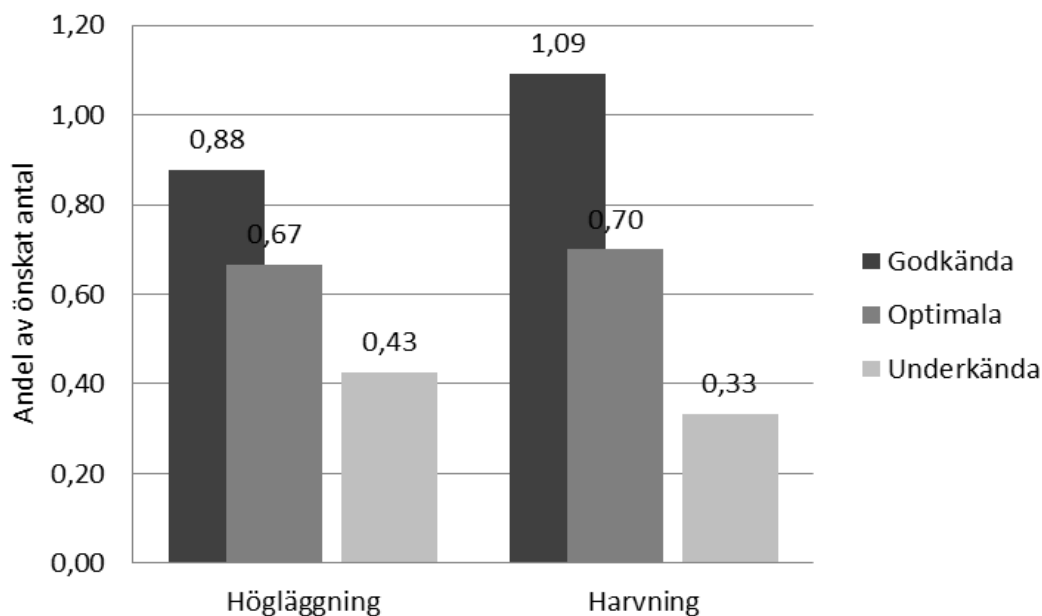
Svårighetsgrad "normal" och fuktklass "frisk" – Harvning och högläggning

För harvade objekt var det önskade antalet planteringspunkter enligt planerarna något högre än för höglagda objekt (tabell 9). Skillnaden var dock inte signifikant ($p=0,099$). Däremot var det totala antalet godkända planteringspunkter per ha signifikant högre (14 %) på harvade än på höglagda objekt (tabell 9).

Tabell 9. Önskat och godkända planteringspunkter för olika markberedningsmetoder, skillnader i relativa tal inom parentes. Metoder med olika bokstav är signifikant åtskilda. Normal svårighetsgrad och fuktklass frisk.

Parameter	Metod	Medel	St avvikelse	Max/Min
Önskat antal	Högl.	1980a (100)	117,70	2300/1800
	Harv	2054a (104)	161,30	2400/1800
Godkända	Högl.	1697b (100)	323,90	2359/1039
	Harv	1938a (114)	399,00	2701/1151

Högläggning hade högre andel underkända punkter än harvning i det detaljerade materialet (figur 3). Med högläggning gjordes 88 % av önskat antal planteringspunkter och med harvning hade 9 % fler än önskat antal gjorts. Andelen optimala punkter av godkända var 67 respektive 70 procent.



Figur 3. Andel godkända, optimala av godkända och underkända av önskat antal planteringspunkter, för högläggning och harvning. Jämförelsen är för svårighetsgrad "normal" och fuktklass "frisk". Optimala punkter är en delmängd av godkända.

Markberedningens utförande

Produktion av planteringspunkter

För en relevant jämförelse mellan högläggning och harvning beträffande produktion av planteringspunkter valdes marker med normal svårighetsgrad och fuktklass frisk ut för att metoderna skulle ha jämförbara förutsättningar.

Vid högläggning var det 51,31 rader per 100 meter, motsvarande siffra för harvning var 42,25 (tabell 10). Skillnaden mellan metoderna var signifikant. Även produktionen av totalt antal godkända planteringspunkter per meter var signifikant högre (39 %) för harvning jämfört med högläggning. Med harvning gjordes även signifikant fler godkända ej optimala planteringspunkter/m (tabell 10) jämfört med högläggning. När det gäller optimala punkter var harvning något bättre (17 %), skillnaden var dock ej signifikant.

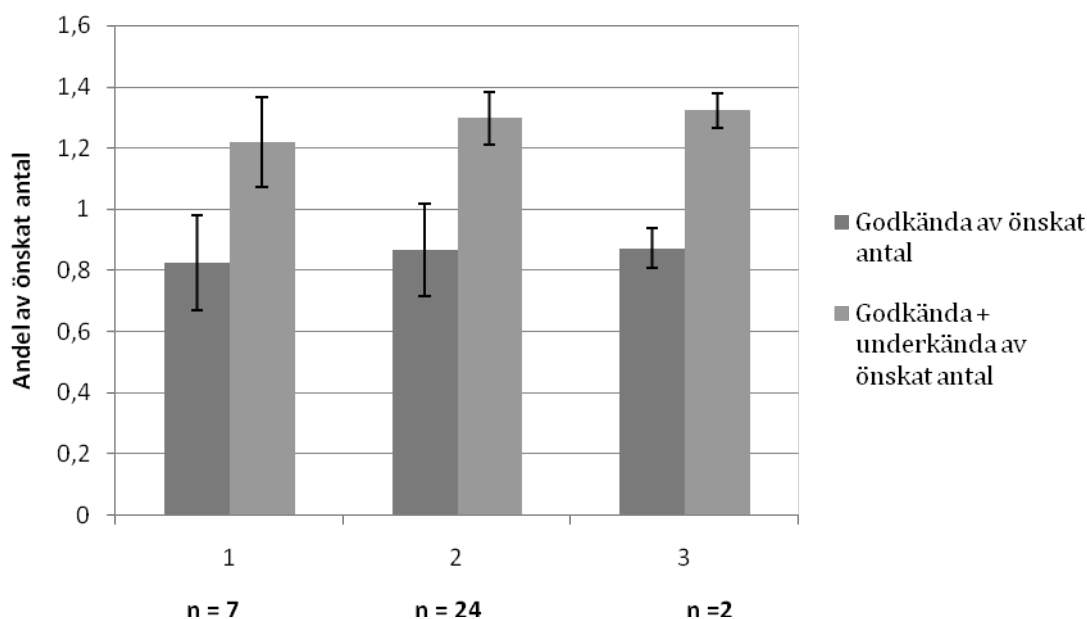
För båda metoderna var antalet optimala planteringspunkter signifikant högre på frisk än på fuktig mark.

Tabell 10. Antal markberedningsrader per 100m, godkända planteringspunkter samt optimala av godkända planteringspunkter per meter för olika markberedningsmetoder. Jämförelse på normal svårighetsgrad och frisk fuktklass. Metod med olika bokstav är signifikant åtskilda.

Parameter	Metod	Medel	St avvikelse	Max/min
Rader/100m	Högl.	51,31a (100)	4,81	59,80/42,10
	Harv	42,25b (82)	3,49	49,90/34,00
Godkända punkter/m	Högl.	0,33b (100)	0,06	0,48/0,21
	Harv	0,46a (139)	0,09	0,61/0,27
Opt.punkt/m	Högl.	0,25a (100)	0,08	0,40/0,06
	Harv	0,28a (117)	0,10	0,48/0,13

Även om harvning medfört högre antal planteringspunkter per meter var andelen optimala punkter högre för högläggning (73 % jämfört med 61 %).

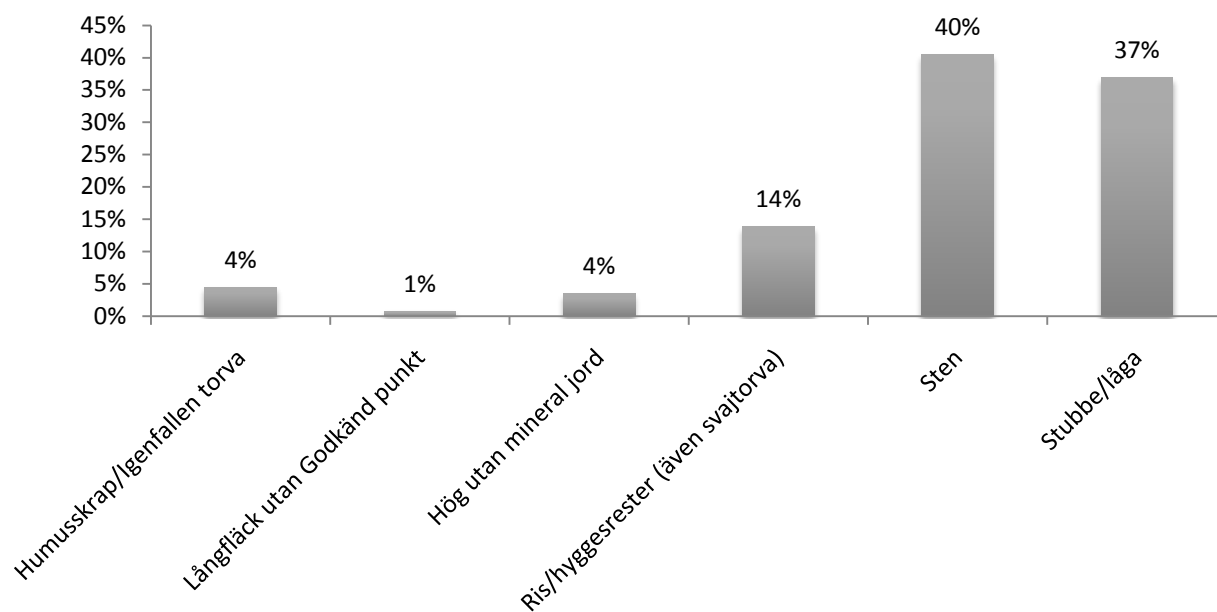
Antal planteringspunktsförsök i relation till antal godkända/optimala planteringspunkter och önskat antal planteringspunkter vid högläggning



Figur 4. Godkända och godkända +underkända punkter mot planerarens önskan av antal planteringspunkter vid olika svårighetsgrad, från 1 "lätt" till 3 "svår" och antal objekt i varje klass (n). Spridningsmått är standardavvikelse.

Det fanns inga tydliga skillnader mellan svårighetsgraderna trots att produktionsmålen skiljer sig kraftigt. Andel underkända punkter varierade mellan 48 - 52 % mellan svårighetsgraderna.

Hinder för högläggning



Figur 5. Orsak till underkänd planteringspunkt (procent av totalt antal underkända) vid högläggning, samtliga svårighetsgrader ingår.

Största orsaken till misslyckade planteringspunkter var förekomst av större fysiska hinder som stenar och stubbar/lågor (figur 6). För närmare 80 % av alla misslyckade planteringspunkter bedömdes att stenar och stubbar/lågor ha gjort det omöjligt att få till en godkänd planteringspunkt. Andra fysiska hinder som ris och hyggesrester bedömdes också ha betydelse. Orsaker som ev. kan kopplas till störningar i markberedningsaggregatets mekanism (humusskrap, långfläck och hög utan mineraljord) stod för mindre än 10% av misslyckandena.

Stubbar och lågor var ett signifikant större problem på fuktiga (38 %) än på friska marker. Långfläck utan godkänd punkt återfanns mest på svåra marker, men endast antydning till signifikans ($p = 0,088$).

Tabell 11. Inverkan av fuktklass och svårighetsgrad på misslyckande vid framställning av planteringspunkt. Avser orsakskategori "långläck utan godkänd punkt" och "stubbe/låga". Relativa tal inom parenteser, fuktklass/svårighetsgrad med olika bokstav är signifikant åtskilda.

Avgångsorsak	Fuktklass	Svårighetsgrad	Medel %	St avvikelse	Max/min %
Långfläck utan godkänd punkt		Lätt	0,05a (28)	0,001	0,33/0,00
		Normal	0,17a (100)	0,004	2,01/0,00
		Svår	0,89a (528)	0,018	3,57/0,00
Stubbe/låga	Frisk		11,44b (100)	0,054	25,71/2,54
	Fuktig		15,79a (138)	0,056	24,35/7,27

Inverkan av markberedningsmetod och svårighetsgrad på plantetablering

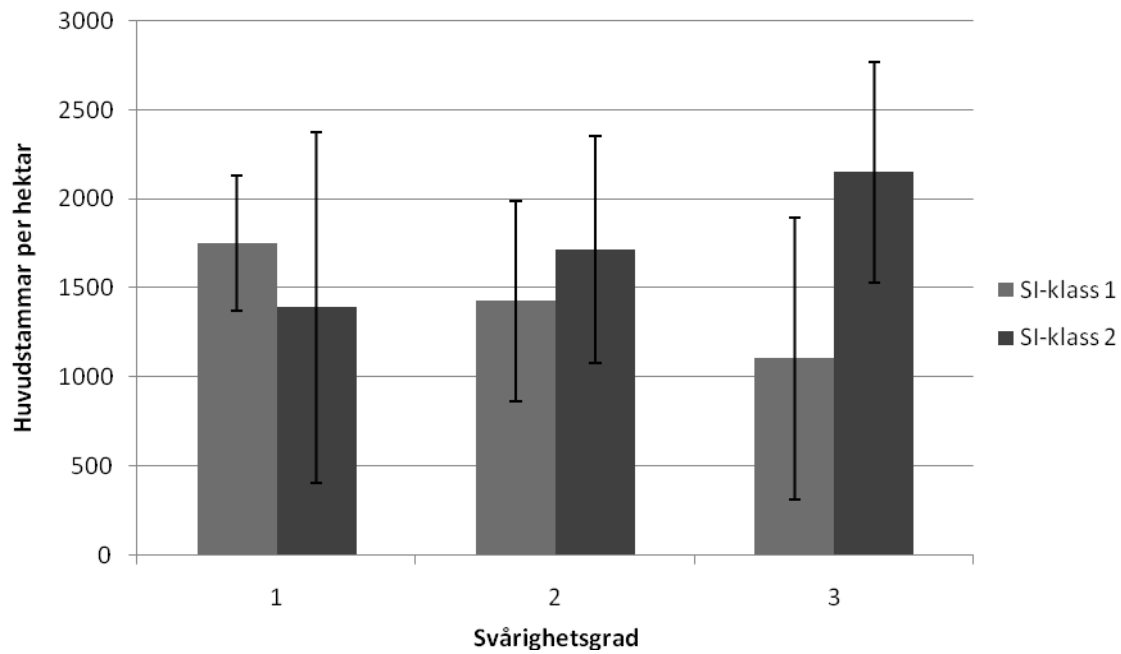
Ingen signifikant skillnad fanns mellan markberedningsmetoder eller mellan svårighetsgrader beträffande antal etablerade huvudplantor. Skillnader hittades därmed mellan SI-klasser, bonitetsklassen 2 (SI 19 och 20) och 3 (SI >20) hade signifikant fler huvudplantor per ha än den lägre boniteten 1 (SI <19) (tabell 12). SI-klass 1 hade 13 % lägre medelhuvudstamsantal än klass 2.

I materialet fanns för svårighetsgrad 1 "lätt" 2 objekt som var harvade och 12 som var höglagda. Harvade bestånd hade 25 % högre antal huvudstammar än höglagda men skillnaden var inte signifikant. Inom svårighetsgrad 2 var det signifikant 21 % lägre antal huvudstammar i bonitetsklass 1 än i klass 2 och 3. Även inom svårighetsgrad 3 var antalet stammar lägre (46 %) i bonitetsklass 1 än i SI-klass 2 (tabell 12).

Tabell 12. Antal huvudstammar per ha i olika SI-klasser, olika svårighetsgrader och för olika markberedningsmetoder. Skillnader i relativa tal i parantes, SI-klass/metod med olika bokstav är signifikant åtskilda.

Parameter	SI-klasser	Metod	Medel	St avvikelse	Max/min
Totalt antal huvudstammar	1, Låg		1559,2b (87)	608,1	3124/0
	2, Medel		1795,6a (100)	615,5	3625/0
	3, Hög		1753ab (98)	619	2562/0
<i>Svårighetsgrad 1</i>					
Totalt antal huvudstammar		Högl.	1720,3a (100)	365,7	2186/685
		Harv	2150a (125)	147	2254/2046
<i>Svårighetsgrad 2</i>					
Totalt antal huvudstammar	1, Låg		1498,2b (79)	467,5	2437/370
	2, Medel		1887,9a (100)	341,7	2398/880
	3, Hög		1842ab (98)	340	2153/1479
<i>Svårighetsgrad 3</i>					
Totalt antal huvudstammar	1, Låg		1160b (54)	770	2440/5,0
	2, Medel		2150a (100)	620	3316/1285
	3, Hög		0 (0)	0	0

Även samspelseffekter mellan markberedningsmetod, svårighetsgrad och SI-klass analyserades. Svårighetsgrad och SI-klasserna visade på ett tydligt signifikant samspel. SI-klass 1 "låg" hade lägre antal huvudstammar per ha med ökad svårighetsgrad medan det omvända var fallet för SI-klass 2 (figur 7).



Figur 6. Antal huvudstammar per ha för olika SI-klasser och svårighetsgrader. Spridningsmått är standardavvikelse.

Diskussion

Studiens resultat i relation till tidigare undersökningar

Kontrollinventeringen av svårighetsgrad visade på bättre överensstämmelse mot planerarnas bedömning om tillägg/avdrag ingick än om det inte var med. Det tyder på att planerarna inte följer instruktionen och baserar svårighetsgradsbestämningen på andra faktorer. Tabell 8 visar att svåraste markerna har högst antal godkända planteringspunkter och lätta marker lägst. Detta antyder också att svårighetsgradsbedömningen inte fungerat eller att instruktionen inte är relevant. Planerarna har även en tendens till att anpassa önskat antal planteringspunkter efter markberedningsmetod (tabell 9). Det betyder att planerarna i viss mån är medvetna om att högläggning presterar lägre antal godkända punkter per hektar än harvning.

Med högläggning försöks varje punkt göras optimal genom att vända upp mineraljord på en omvänd torva. Figur 4 visar att andelen optimala av totalt godkända punkter var bättre än för harvning. Detta motiverar varför högläggning bör användas som markberedningsmetod på ståndorter där den gör hög andel godkända planteringspunkter. Om högläggning ståndortsanpassas till fullo och godkända punkter/ha ökar, kommer andelen optimala planteringspunkter vara högre än vid harvning.

Resultatet från denna studie stämmer överens med en studie av Sjödin (2009) som gjorde kvalitetsuppföljning på Mellanskogs markberedningar. Hans resultat visade att med harv blev 93 % av markberedningarna godkända med hänsyn till antal planteringspunkter per hektar medan för högläggning var 82 % godkända (Sjödin, 2009).

I en studie av Savin (2010) gjordes intervjuer om markberedningens anpassning till ståndorten utifrån skogsvårdsledare och entreprenörer på Stora Ensos markinnehav. Vid frågan om entreprenörerna alltid uppfyller kraven på beställda planteringspunkter svarade 5 intervjuade skogsvårdsledare med ett medelvärde på 3,25 på en skala 1-5. Betyg 5 betyder att entreprenörerna alltid levererar enligt kraven på planteringspunkter och 1 betyder att kraven aldrig uppnås. Sju entreprenörer fick samma fråga och svarade med ett medelvärde på 4,14. Entreprenörerna ansågs sig alltså vara betydligt bättre på att nå upp till målen än vad skogsvårdsledarna ansåg. Anledningen till detta beskrivs av författaren vara att Stora Ensos uppföljning är noggrannare än entreprenörernas (Savin, 2010).

Materialets begränsningar

I materialet med etablerade bestånds huvudstammar var inte svårighetsgraden registrerad för alla objekt, 108 objekt hade inte klassats. Dessutom var inte påverkande faktorer som planterat antal, plantkvalitet, plantvitalitet och avgångsorsaker registrerade. Inverkan av dessa faktorer har studien alltså inte kunna kvantifiera men resultaten borde ändå kunna sägas representera det geografiska området (norra Sverige, främst Västerbotten) och aktuella markbehandlingsmetoder eftersom antalet objekt var stort. Det bör också noteras att fokus har varit på markberedningsmetoderna högläggning och harvning.

Konsekvenser för Sveaskog

Eftersom endast 51 % av planerarnas bedömning stämde överens med kontrollinventeringen kan förfaringsättet och/eller instruktionen ifrågasättas, alternativt kanske markberedningsmålen ska baseras på andra faktorer än de som ingår i dagens instruktion. En objektiv inventering av hinder som ligger grunt under markytan eller som är täckta av humusskiktet kan behövas för att kunna välja markberedningsmetod. Nya rutiner kommer att bli avgörande för att kostnadseffektivt lyckas bättre med föryngringsarbetet i fortsättningen.

Produktionskraven för markberedning vid olika svårighetsgrader varierar från 100 % produktionskrav vid mycket lätt och lätt, 85 % vid normal och 65 % vid svår och mycket svår. Vid en felbedömning med två svårighetsgrader kan produktionskravet alltså skilja 35 procentenheter. För ett objekt med produktionsmålet 2000 planteringspunkter per ha är detta $2000 \cdot 0,35 = 700$ punkter. En felbedömning med två svårighetsgrader hittades på fyra objekt av de 39 som inventerades för svårighetsgrad (med tillägg/avdrag).

Harvning visade sig överlägsen i denna studie på normala och friska marker när det gäller totalt antal godkända punkter per hektar. Högläggningens problem med stenar och stubbar är inte lika uppenbara för harvning även om marken klassats som svår. Med harven krävs dessutom färre körstråk för att få samma antal godkända planteringspunkter vilket förstås har betydelse rent ekonomiskt.

Man måste ändå beakta andra effekter som exv. minimering av markskador. I en studie av Roturier (2009) undersöktes bl. a. återväxten av lav. Efter harvning uppskattades lavåterväxten dröja fem decennier för marken att bli totalt återställd. Vid användning av HuMinMix metoden, som är skonsammare, blir marken återställd efter 8-9 år (Roturier, 2009).

Efter att ha undersökt och jobbat med markberedning under ca 1 års tid är mitt förslag till nya rutiner att utgångsläget för markberedning alltid är, pga. svårigheten att bedöma hinder som ligger under markytan, harvning. Utifrån en speciell instruktion som listar högläggningens fördelar görs därefter ett urval för vilka marker som passar för högläggning eller annan markberedningsmetod. Urvalet kan gälla exv. fuktiga marker, marker med lutning mer än 15 %, tätortsnära marker och andra marker där mer skonsam markberedning efterfrågas av estetiska skäl, miljökrav, samt renbetesmarker. Produktionsmålen bör bestämmas efter hur många plantor som ska planteras, ska det planteras 2000 plantor bör det finnas samma antal planteringspunkter plus det antal som krävs för att en specifik markberedningsmetod ska åstadkomma minst 2000 godkända punkter. Av alla planteringspunktsförsök var i studien endast 68 % godkända planteringspunkter efter högläggning på objekt som klassats till svårighetsgrad 1 "lätt". Det betyder att om planeraren önskar 2000 planteringspunkter per ha bör man med högläggaren göra $2000/0,68 = 2941$ punkter i genomsnitt för att nå önskat antal godkända. Praktiskt får detta effekten att det planteras i ett stort antal punkter som inte är lämpliga för plantan. Plantans tillväxt minskar och överlevnaden sjunker i dessa planteringspunkter. Exv. har plantor som inte har minimiavstånd på 10cm till humuskanten större risk att råka ut för snytbagge angrepp. Skadorna minskar med ökande avstånd från humuskanten (Hellqvist m.fl., 2011)

Förslag till ytterligare studier

Denna studie har behandlat högläggning som markberedningsmetod och antagit att maskinförarna har använt högläggningssaggaten för att på bästa sätt producera godkända men helst optimala punkter. I de data som är insamlat finns indikationer på det finns skillnader i resultat mellan entreprenörer. Det skulle därför vara intressant att undersöka maskinförarnas inverkan på resultatet samt hur de 8 valbara program som finns för högläggningssaggaten påverkar planteringspunktens utformning.

Högläggningens största problem har i denna studie visats vara stenar och stubbar. Studien har även visat att högläggaren är bra på att göra optimala punkter. En intressant studie skulle vara hur högläggningen gör sig på ståndorter som är speciellt utvalda för denna metod och hur man ska välja ut ståndorter för högläggning.

Markberedarens produktion har flera faktorer som spelar in på respektive metods ekonomiska utfall. I denna studie behandlas endast produktionen av planteringspunkter. Vidare studier hur harv respektive högläggningssaggat påverkar produktivitet och ekonomi för entreprenörer är intressant för metodernas användning i storskaligt skogsbruk.

Slutsatser

Planeringens instruktion och utförande

- Studien visar att endast 36 %, utan tillägg/avdrag, och 51 %, med tillägg/avdrag, av kontrollinventeringens klassning av svårighetsgrad stämmer överens med planerarnas bedömda svårighetsgrad. Innebörden av detta är att planerarna ofta gör avsteg från instruktionen för svårighetsgradsbedömning och baserar valet av svårighetsgrad på andra faktorer. Svårighetsgraden påverkar metodvalet för markberedningen.
- Svårighetsgradsinstruktionen har en relevant bas när det gäller fokuseringen på stenar/block och bonitet eftersom en majoritet av markberedningsmisslyckande beror på stenar (40 %) och stubbar/lågor (37 %). Det krävs dock bättre bedömningsunderlag för att möjliggöra en riktigare bestämning av svårighetsgraden.
- Om Sveaskog vill standardisera svårighetsklassningen bör instruktionen göras om eller uppdateras eftersom den i dagsläget är föråldrad och kvalitetsuppföljningen för markberedning som tidigare skulle ha överlappat svårighetsklassningen mellan bedömning och utförande har frångått den äldre instruktionen. I dagsläget bör inte markberedningens produktionskrav vara beroende av planerarnas svårighetsbedömning eftersom denna bedömning till stor del ser ut att vara baserad på subjektivitet.
- Planerarna verkar ha högre mål för antalet planteringspunkter per hektar för harvning än för högläggning.
- Med högläggning och harvning erhålls ca 56-57 % optimala punkter av önskat antal på normala och svåra marker. Harven gör däremot 10 procentenheter fler godkända punkter av önskat antal än vad högläggningen gör. Totalt sett får man därför högre måluppfyllelse med harv än med högläggare.
- Varken totalt godkända eller andelen optimala punkter av önskat antal skiljer sig tydligt mellan olika svårighetsgrader.
- Flest underkända objekt fanns vid svårighetsgrad 1 "lätt". I denna klass är alla objekt höglagda enligt instruktionens riktlinjer, endast ett av 12 objekt var godkänt. Orsaken

verkar främst vara felaktig ståndortsanpassning vid valet av markberedningsmetod men definitionen "lätt" stämmer heller inte med tanke på det stora antalet stenar och stubbar som fanns inom denna klass.

Markberedningens utförande

- Högläggning har sämre produktion än harvning (gäller treradiga aggregat). Högläggaren kör betydligt fler rader än vad harven gör (18 %) och har sämre produktion av totalt antal godkända planteringspunkter per m (39 %).
- Det fanns ingen signifikant skillnad mellan produktion av optimala planteringspunkter mellan metoderna, däremot är medelvärdet för andel optimala punkter/m högre (17 %) för högläggning än för harvning. Genom ståndortsanpassning kan högläggaren producera högre andel optimala punkter än harvning, och harvning kan producera fler totalt antal godkända punkter på marker med hög frekvens av hinder för markberedningen.
- Ingen tendens att anpassa antalet markberedningspunkter till svårighetsgrad och produktionskrav fanns för högläggning. Antalet planteringspunktsförsök verkar ofta vara nästan dubbelt så högt som antalet godkända. Högläggnings största orsak till misslyckande på samtliga svårighetsgrader är hinder i form av stenar (40 %) samt stubbar och lågor (37 %). Vid ståndortsanpassning av högläggning är det därför dessa två typer av hinder som bör beaktas vid inventering.
- Trots skillnader i markberedningsresultat verkar det inte bli skillnader i plantetablering mellan olika markberedningsmetoder. Däremot påverkar bonitet tydligt etableringsresultatet (i vilken mån bonitetseffekten beror på att antalet planterade plantor varit olika mellan boniteterna kan studien inte svara på). SI-klass 2 "medelbonitet" visade högst antal huvudstammar, lägst var SI-klass 1 "låg bonitet" som hade 13 % lägre medelhuvudstamsantal. Lägre boniteter har högre antal huvudstammar per ha än vid högre svårighetsgrad. Medelboniteter har lågt antal huvudstammar (1500stammar/ha) vid låg svårighetsgrad och högre antal stammar på högre svårighetsgrad.

Tillkännagivande

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.

Jag vill tacka Sveaskog för att jag fick utföra detta examensarbete hos er och vill speciellt tacka Johan Oskarsson för den inblick jag fått i verksamheten samt för god handledning.

Sist men inte minst vill jag även tacka mina kurskamrater Anders Magnusson, Magnus Hell och Kristoffer Johansson som har varit ett bollplank och motivationsstöd under arbetets gång.

Referenser

- Adelsköld, G., & Örlander, G. (1989). Val av planteringspunkt. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Kista. Rapport 1989:8.
- Anon. (2000). Klassificering av svårighetsgrad för markberedning - Norra Sverige. Västerbotten: Sveaskog AB.
- Anon. (2009). Kunskap direkt. Hämtat från <http://www.skogforsk.se/sv/KunskapDirekt/Foryngra/11632/Markberedning/Markberedningsmetoder/> 2011-02-09.
- Anon. (2010). Skogsstatistisk årsbok. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Arvidsson, J. (2002). Älgbetning i tall och contortaplanteringar i Västerbottens inland: Inverkan av markberedning och val av planteringspunkt. SLU, Umeå. Examensarbete, Jägmästare 2002:4.
- Brackeforest. (u.d.). Bracke Forest group. Hämtat från <http://www.brackeforest.se/app/projects/brackeAllNew/images/M36aSVEweb10.pdf> 2010-11-15.
- Bäcke, J., Larsson, M., Lundmark, J.-E., & Örlander, G. (1986). Ståndortsanpassad markberedning - teoretisk analys av några markberedningsprinciper. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Spånga. Rapport 1986:4
- de Jong, J., Larsson-Stern, M., & Liedholm, H. (1999). Grönare skog. 3dje upplagan. (B. Petterson, Red.) Skogsstyrelsen, Jönköping. 208 s.
- Hallsby, G. (2009). Skötselserien - Plantering av barrträd. Skogsstyrelsens, Sverige. Skötselserien nummer 3. Hämtat från <http://www.skogsstyrelsen.se/Global/PUBLIKATIONER/Skogsskotselserien/PDF/03-Plantering%20av%20barrtrad.pdf> 2011-04-17.
- Hellqvist, A., Nordlander, C., Petersson, G., & Örlander, G. (u.d.). Skogsskötselåtgärder mot snytbagge. Hämtat från http://www2.ekol.slu.se/snytbagge/attachment/snytbaggehandbok_v1_3.pdf 2011-01-18
- Hunt, J. (1987). Mechanical site preparation. SLU, Umeå. Institutionen för skogsskötsel. Arbetsrapport nr 21.
- Jansson, E., & Näslund, Å. (1993). Markberedningens inverkan på produktionen. SLU, Umeå. Institutionen för skogsskötsel. Arbetsrapporter nr 72.
- Karlsson, H., Lundmark, J.-E., Sundkvist, H., Wahlgren, B., Jacobsson, J., & Johansson, O. (1999). Handbok i återväxtplanering. AssiDomän, Sverige.
- Larsson-Stern, M., & Matsson, S. (2010). Instruktion för återväxtkontroll. Sveaskog AB, Sverige.

- Maller, F., & Fräås, A. (1996). Högläggning kontra harvning i kärva klimatlägen. SLU norra skogsinstitutet, Bispgården. Examensarbete 1996:5.
- Mattsson, S., & Larsson-Stern, M. (2010). Instruktion för maskinell markberedning och sådd. Sveaskog AB, Västerbotten.
- Mattsson, S. (2002). Effects of site preparation on stem growth and clear wood properties in boreal *Pinus sylvestris* and *Pinus contorta*. SLU, Umeå. Acta Universitatis Agriculturae Suecia. Silvestria 240.
- Oskarsson, J. (muntligt den 10 10 2010). Skogsvårdsledare, Sveaskog AB. (A. Larsson, Intervjuare) Lycksele.
- Roturier, S. (2009). Managing Reindeer Lichen during Forest Regeneration Procedures: Linking Sámi Herder's Knowledge and Forestry. SLU, Umeå. Department of Forest Ecology and Management. Acta Universitatis Agriculturae Suecia 2009:84.
- Savin, C.-J. (2010). Markberedningens betydelese och egenkontroll för markberedning. SLU, Skinnskatteberg. Examensarbete, Skogsmästarprogrammet. 2010:15.
- Sjödin, A. (2009). Kvalitetsuppföljning av markberedning Mellanskog Skogsägarna Region Syd. SLU, Skinnskatteberg. Examensarbete, Skogsmästarprogrammet. 2010:18.
- Sugg, A. (1991). Seedling establishment results from a site preparation study in southern Sweden: the first four years survival and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* (L.) and Norway spruce (*Picea Abies* (L.) Karst). SLU, Umeå. Institutionen för skogsskötsel. Rapporter nr 31.
- Örlander, G., Albrektsson, A., & Egnell, G. (1996). Long-term effects of site preparation on growth in Scots pine. *Elsvier Science, Forest Ecology and Management*, 86: 27-37.
- Örlander, G., Gemmel, P., & Wilhelmsson, C. (1991). Markberedningsmetodens, planteringsdjupet och planteringspunktens betydelse för plantors etablering i ett område med låg humiditet i södra Sverige. SLU, Umeå och Alnarp. Institutionen för skogsskötsel. Rapporter nr 33.
- Örlander, G., Hallsby, G., Gemmel, P., & Wilhelmsson, C. (1998). Inverting improves establishment of *Pinus contorta* and *Picea abies* - 10-year results from a site preparation trial in Northern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 13:1, 160-168.

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2010:21 Författare: Gustav Mellgren
Ekens inspridning och tidiga tillväxt på bränd mark. Etablering inom 1999 års brandfält i Tyresta nationalpark
- 2010:22 Författare: Paulina Enoksson
Naturliga skogsbränder i Sverige. – Spatjala mönster och samband med markens uttorkning
- 2010:23 Författare: Álvaro Valle Millán
The effect of forest cover for the dynamics of a snowpack. Linking snow water equivalents, meltwater contributions and evaporative loss
- 2010:24 Författare: Jenny Lindman
Evaluation of an ectomycorrhizal macrofungi as an indicator species of high conservation value pine-heath forests in northern Sweden
- 2010:25 Författare: Johan Lundbäck
Stamtillväxt, biomassaproduktion och koldioxidbindning I Norrbotten efter gödslning med mineralnäring och bionäring I tallskog
- 2010:26 Författare: Emil Modig
Skador på kvarvarande bestånd vid mekaniserad blädning
- 2010:27 Författare: Steffen Lackmann
Carbon storage and forest fire influences in tropical rainforests – an example from a REDD project in Guatemala
-
- 2011:1 Författare: Elin Brink
Kan naturvärdesträd med törskate vara en livsmiljö för rödlistade insekter?
- 2011:2 Författare: John Halvarsson
Varglav (*Letharia vulpina*) – en skogshistorisk analys vid Grundagssåtern i Norra Dalarna
- 2011:3 Författare: Martin Ahlström
Bielite. En utvärdering av alternativa skötselmetoder i fjällnära granskog – struktur, inväxning och volymtillväxt
- 2011:4 Författare: Anna-Karin Marklund
Variation i temperaturrespons (Q_{10}) vid nedbrytning av biopolymerer
- 2011:5 Författare: Josefin Lundberg
Var finns rehabiliteringsskogen? Hur preferens och upplevelse av skogsmiljö kan användas för att återfinna rehabiliteringsskogen på landskapsnivå
- 2011:6 Författare: Fredrik Hedlund
Dimensionsavverkningens inverkan på natur och kulturvärden i fjällnära naturskog – en jämförelse av två områden inom Harrejaur naturreservat i Norrbotten
- 2011:7 Författare: Linda Nilsson
Skogar med höga sociala värden inom Sundsvalls kommun – olika intressenters attityd till den tätortsnära skogen och dess skötsel
- 2011:8 Författare: Charlotte Naucér
Kan urskog vara kulturlandskap? – En tvärvetenskaplig studie av kulturspår och naturvärden i Eggelatsområdet