

## **Naturlig föryngring efter markberedning med harv eller Bracke Planter i Småland**

*Natural regeneration after site preparation with disc trenchers or  
Bracke Planter in Småland*



Foto: Vidar Sjögren

**Vidar Sjögren**





# Examensarbeten

2013:2

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

## Naturlig förnygring efter markberedning med harv eller Bracke Planter i Småland

*Natural regeneration after site preparation with disc trenchers or  
Bracke Planter in Småland*

**Vidar Sjögren**

### Nyckelord / *Keywords:*

Markbehandling, självförnygring, högläggning, kontinuerlig markberedning, planteringsmaskin, huvudstammar / *Scarification, self-regeneration, mounding, harrow, planting machine, main stems*

---

ISSN 1654-1898

Umeå 2013

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*

Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*

Examensarbete i skogshushållning / *Master degree thesis in Forest Management*

EX0706, 30 hp, avancerad nivå A2E/ *advanced level A2E*

Handledare / *Supervisor:* Urban Bergsten

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

Extern handledare / *External supervisor:* Back Tomas Ersson, SLU och Södra Skogsägarna

Extern handledare / *External supervisor:* Magnus Petersson, Södra Skogsägarna

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 handletts 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

Studiens syfte var att jämföra Bracke Planter (BP) med harvning med avseende på andelen markberedd areal, uppkomsten av naturligt förnygrade stammar av olika trädslag per ha och huvudplantors medelhöjd tre år efter plantering. Jämförelserna mellan de två metoderna gjordes gruppvis med lika antal inventerade trakter för respektive metod, inventeringen gjordes i Småland under augusti månad 2012. För att fastställa andelen markberedd areal mättes arean på markberedningshögar och harvspår på årsfärska markberedningar (6 trakter). Förekomsten av naturlig förnygring och höjd på huvudstammar (ca 550 mätta plantor/metod) registrerades för totalt 16 trakter. Andelen markberedd areal var signifikant högre för harv än för BP, ca 33 % jämfört med 22 %. Det var ingen signifikant skillnad i totalt antal naturligt förnygrade plantor/ha eller i huvudplantors medelhöjd mellan harv och BP. Endast ett trädslag visade tydlig signifikans vid den trädslagsvisa jämförelsen, nämligen sälg som var signifikant vanligare på BP-trakter än på harvade trakter. Slutsatsen är att en större andel markberedd areal (jfr skillnaden mellan BP och harv) inte behöver leda till fler naturligt förnygrade plantor per ha och därmed ett ökat framtida röjningsbehov. I denna studie har troligtvis andra ståndortsegenskaper än markstörningen i sig påverkat uppslaget av naturlig förnygring.

Nyckelord: markbehandling, självförnygring, högläggning, kontinuerlig markberedning, planteringsmaskin, huvudstammar.

## Summary

The aim of this study was to compare Bracke Planter (BP) with disc trenching in terms of the proportion of scarified area, the number of naturally regenerated stems of different species of trees per ha and the main stems' average height, three years after planting. The comparisons between the two methods were made collectively with equal number of inventoried stands for each method. The inventory was made in Småland (southeastern Sweden) in August 2012. To determine the percentage of scarified area, the mounds' and trenches' surface area was measured on sites prepared during 2012 (six stands). The occurrence of natural regeneration and height of the main stems (circa 550 seedlings/method) were recorded for a total of 16 stands. The proportion scarified area was significantly higher for the disc trencher than for BP, about 33% versus 22% respectively. There was no significant difference in the total number of naturally regenerated seedlings per ha or in average height of main stems between disc trenching and BP. When compared tree species-wise, only *Salix caprea* showed significance, and it was significantly more common on BP than disc trenched clearcuts. In conclusion, it seems that a higher proportion scarified area (cf. the difference between BP and disc trenching) does not necessarily lead to more naturally regenerated seedlings per hectare and thus an increased need for future pre-commercial thinning. Thus, in this study, it was probably other site characteristics than the soil disturbance itself which influenced the prevalence of natural regeneration.

Keywords: scarification, self-regeneration, mounding, harrow, planting machine, main stems.

# Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b> .....	1
<b>Summary</b> .....	1
<b>Innehållsförteckning</b> .....	2
<b>1 Introduktion</b> .....	3
1.1 Markberedning & trädens föryngring .....	3
1.2 Plantering efter markberedning .....	4
1.3 Naturlig föryngring efter markberedning .....	5
1.4 Hypotes & syfte.....	7
<b>2 Material &amp; metoder</b> .....	8
2.1 Studerade planteringskoncept .....	8
2.2 Inventerade bestånd.....	9
2.3 Inventeringsmetodik.....	11
<b>3 Resultat</b> .....	12
3.1 Markberedd areal .....	12
3.2 Antal naturligt föryngrade stammar/ha.....	13
3.3 Medelhöjd på huvudstammar .....	14
<b>4 Diskussion</b> .....	15
4.1 Bearbetning & analyser.....	15
4.2 Studiens utförande .....	17
4.3 Framtida studier .....	19
4.4 Slutsatser .....	19
<b>Tillkännagivande</b> .....	19
<b>Referenser</b> .....	20
Personlig kommunikation .....	23
Internet.....	23

# 1 Introduktion

## 1.1 Markberedning & trädens förnygring

Vid etablering av en ny generation träd används vanligtvis markberedning för att skapa ett lämpligt substrat för plantering, sådd eller naturlig förnygring. Beroende på hur markberedningen utförs skiljer man på kontinuerlig, intermittert (Hallonborg m. fl. 1997) eller riktad markberedning (Anon 2006). Harvar arbetar kontinuerligt med att blottlägga mineraljord och skapa tiltor med omvänt humustäcke medan högläggare (oftast med resultatet omvänd humustorva med mineraljordstäckning) och fläckmarkberedare (fläkning för exponering av mineraljord) arbetar intermittert/intervallvis. Med grävmaskin arbetar man riktat vilket innebär att föraren bestämmer mer exakt var markberedningspunkten ska läggas och även hur den ska utformas. Valet av markberedningssätt bestäms ofta utifrån biologiska förutsättningar beroende på aktuell mark- och växttyp (Tabell 1).

Tabell 1. Södra Skogsägarnas markberedningsstandard (Petersson & Lindén 2010a)

Marktyp	Växttyp	Metodval
Torr mark	Kråkbär/ ljungtyp	Grund harvning Fläckmarkberedning
	Övrig växttyp	Harvning Fläckmarkberedning
Frisk mark	Alla	Harvning Högläggning Fläckmarkberedning
Fuktig mark och mark med risk för erosion	Alla	Högläggning eller undvik markberedning om stora markskador riskerar att uppstå
Fuktig mark Övrig mark med tjocka humustäcken	Alla	Högläggning Harvning
Uppfrysningssmark	Alla	Högläggning Harvning

Markberedning kan ha olika funktion och inverkan på marken beroende på om målet med åtgärden är plantering, sådd eller naturlig förnygring. Etableringskraven skiljer sig dessutom mellan olika trädslag. Vid naturlig förnygring kan exv. artens specifika reproduktionsbiologi ha stor betydelse för förnygringsresultatet.

Både tall och gran förnygras naturligt genom fröspridning. Tallen har en jämnare fröproduktion som dessutom gynnas av friställning vid t ex slutavverkning. Granen kan däremot ha uppehåll i fröproduktionen flera år i rad. Fröspridningen för tall sker i april-juni medan den för gran äger rum under oktober-maj (Karlsson m. fl 2009). Björk ger riklig

fröproduktion och betraktas som mycket lämplig vid naturlig föryngring. Glasbjörken trivs bäst på fuktiga marker medan vårtbjörken trivs bättre där det är torrare. Fröfallet sker kring början av augusti. Björk har även förmågan att skjuta stubbskott. Asp föryngrar sig vanligen genom skjutning av rotskott när den äldre generationen träd blivit fälld (Hallsby 2007). Rönn blommar i slutet av maj och dess bär blir mogna i augusti. Varje bär innehåller vanligtvis tre stycken frön. Rönnens bär sprids ofta med hjälp av fåglar till helt nya platser (Vedel m. fl. 2004). Sälgen släpper sina frön i slutet av maj. Dessa är ca 7 mm stora och avlånga till formen (Mitchell 1974). Eken får ollonår vart 5-7 år (Hallsby 2007) och de mognar och faller på hösten (Quartier 1973). Ekollonen sprids till nya platser med hjälp av ekorrar och fåglar (Mossberg & Stenberg 2003). Nötskrikan som samlar ekollon till vinterförråd flyttar dessa långa sträckor och kan på så vis bidra till ekens naturliga föryngring (Lundevall 1979).

## 1.2 Plantering efter markberedning

Marktemperaturen påverkar tidpunkten för skottskjutning, längden på årsskotten samt barrenns längd på årsskotten (Söderström 1976). Genom markberedning som exponerar mineraljorden kan man öka marktemperaturen och därmed förbättra rottillväxten för planterade plantor (Örlander & Gemmel 1989). Om markberedningen medför att planteringspunkten hamnar över marknivå kan marktemperaturen öka ytterligare (Söderström 1976). Det finns även ett samband mellan ökad storlek på markberedningsfläckar och högre marktemperatur (Söderström m. fl. 1979). Marktemperaturen på 10 cm djup är betydligt högre efter högläggning (hög på omvänd torva, placerad på intakt torva) än på obehandlad mark (Örlander m. fl. 1991). Den optimala marktemperaturen för rottillväxt hos granplantor (*Picea abies*) är ca 25° C och för tall (*Pinus sylvestris*) är den närmare 30° C, men dessa temperaturer nås sällan i naturen (Söderström 1976). Vid högläggning höjs marktemperaturen samtidigt som det blir viss dränering tack vare den upphöjda planteringspunkten. Markfuktigheten är dock tillräckligt hög även under en omvänd torva förutsatt att den har direktkontakt med marken (Örlander & Gemmel 1989). Eftersom plantans vattentillgång påverkas av hur markberedningen utförs måste den anpassas till marktyp/markfuktighet (Hallsby 2009).

Söderström m. fl (1979) kom fram till att avgången av tall- och granplantor blir som störst utan markberedning, överlevnaden ökar med ökad storlek på markberedningsfläcken upp till 35 dm<sup>2</sup> för gran och 25 dm<sup>2</sup> för tall. Fläckmarkberedda trakter med anlagd jordrabatt (i fläckarna) ger högre överlevnad än både vanlig fläckmarkberedning och markberedning med anlagda jordrabatter på orörd mark och ingen markberedning (Söderström m. fl. 1978).

Höjdtillväxten hos plantor på markberedd mark är ofta betydligt bättre än om markberedning inte utförts (Örlander m. fl. 1991). Dessutom kan olika markberedningsmetoder ha olika inverkan på plantors tillväxt. Plantering efter högläggning ger plantorna en bättre tidig höjdtillväxt än harvning (Uotila m. fl. 2010, Saksa m. fl. 2005, Örlander & Gemmel. 1989). Viktiga orsaker är att marktemperaturen blir högre vid högläggning (Örlander & Gemmel 1989) och frostskadefrekvensen blir lägre på plantor med hög placering på omvänd torva än på låga planteringspunkter (Örlander m.fl. 1991). Den största risken för plantor att drabbas av



frostskador är på Småländska höglandet och i Jämtland (Örlander & Gemmel 1989). Enligt Heiskanen & Rikala (2005) leder högläggning till bättre rot- och skottillväxt samt kväveupptag för 1-2 år gamla plantor, jämfört med på icke markberedda ytor.

Det är ofta önskvärt att det finns en stor andel mineraljord kring plantan för att minimera skador från snytbagge (Adelsköld & Örlander 1989). Enligt Södras planteringsstandard ska plantan sättas minst 10 cm från humuskanten på en markberedningsfläck för att planteringspunkten ska vara godkänd med avseende på att minimera risken för snytbaggeskador (Petersson & Lindén 2010b). Harvmarkberedning och fräsning med inblandning av humus i mineraljorden reducerar mängden konkurrerande vegetation för planterade plantor (Johansson m. fl. 2005) och inväxningen av fältvegetation sker snabbast på marker som inte blivit markberedda (Karlsson m. fl. 2002). På nerlagd åkermark har djupplögning, borttagning av förna (fläckar) samt upp och nervänd torva visat sig hämma konkurrerande vegetation (Karlsson 1996). Högläggning (omvänd torva) hämmar också den konkurrerande vegetationens utveckling kring plantan då dess yta ofta är torrare än omgivande mark. Mindre gräs lägger sig på plantan då det vissnar tack vare högens upphöjda läge (Örlander & Gemmel 1989). Markberedningens konkurrensdämpande effekt avtar med tiden och ju bördigare marken är desto fortare återkommer gräset. I en tallskog med ståndortsindex T20 har markberedningen en påvisad effekt upp till sju växtsäsonger (Karlsson & Örlander 2004).

### *1.3 Naturlig föryngring efter markberedning*

Uppslaget av naturlig föryngring beror inte enbart på mängden frön som sprids utan också på hur marken fungerar som grönings- och etableringssubstrat. På tallmarker har tallens plantbildningsprocent i färsk markberedningsfläckar visat sig bli mellan 10 och 30 % jämfört med mindre än 1 % på ej markberedda ytor (Karlsson & Örlander 2004). I nordamerikanska studier har markberedning i form av fräsning och inblandning av humus i mineraljorden visat sig vara mer effektiv för rödtallens naturliga föryngring än markbehandlingar som bränning och minskning av vegetationskonkurrens med herbicider (D'Amato m. fl. 2012).

På frisk mark är blottlagd mineraljord en förutsättning för att björkfrö ska gro (Fries 1984) och ju större andel blottlagd mineraljord det finns på en yta, desto fler självsådda björkplantor blir det (Palo 1986). Karlsson (2001) fann att markberedning i allmänhet är positivt för den naturliga föryngringen av flera trädslag, men framförallt björk. I vissa fall var dock effekten den motsatta nämligen att den naturliga föryngringen missgynnades. Tänkbara orsaker som angavs var ett begränsat fröfall från träd på eller runt om trakten eller stor utspridning av frön orsakad av djur. Just fröfallet ansåg Karlsson (2001) vara svårt att förutse då det fanns en mängd faktorer som påverkade resultatet. Fröets storlek och förekomsten av vingar har avgörande betydelse för hur lätt ett frö kan spridas. Vid spridning som skett av enbart vinden fann man att björkfrö spreds lättast. Sedan följde alm, lönn, al, avenbok, bok och ek (Karlsson 2001). Fries (1984) har också påvisat att björkens fröspridningsförmåga är stor och mer än 400 frön/m<sup>2</sup> har hittats 50 meter in från hyggeskanter. Björkens fröspridning sker från augusti

till oktober, vilket innebär att fler frön kommer gro kommande år ju senare på säsongen man markbereder. Tre år efter avverkning i Quebec kan antalet självföryngrade gulbjörkar (*Betula alleghaniensis*) i gläntor bli sju gånger fler vid fläckmarkberedning än om marken är obehandlad (Prévost m. fl. 2010). Radikal markberedning ger dessutom en snabbare plantutveckling i den inledande fasen (Karlsson m. fl. 1998). På nedlagd åkermark är mekanisk markberedning en förutsättning för att uppnå en riklig och jämn grodduppkomst av björk under den första växtsäsongen (Karlsson 1994). Såbäddar med i huvudsak mineraljord på ytan medför högst groddöverlevnad och jämnast etablering (Karlsson 1996).

Enligt Lehtosalo m. fl. (2010) finns det förhållandevis få björkar på markberedningshögar tre år efter plantering men efter sex och nio år är tätheten högre jämfört med fläckmarkberedning och obehandlad mark. Enligt Uotila m. fl. (2010) är behovet att röja naturlig föryngring betydligt större om markberedningen gjorts med harv istället för med högläggare (som normalt ger mindre markpåverkan än harv), och risken är större för att björk ska bli höjddominerande över planterad gran. Även om det i litteraturen finns flera exempel på ett samband mellan graden av markstörning vid markberedning och uppslaget av naturligt föryngrade träd existerar även exempel på motsatsen. I en jämförande studie i Östergötland av hyggen maskinellt planterade med EcoPlanter (med endast ca 15 % markpåverkan vid markberedning) eller manuellt planterade efter harvning var det inga signifikanta skillnader i antalet självföryngrade barr- och lövstammar per ha efter 7-9 år (Frank 2006). Ju större avverkad yta och ju längre tiden gått sedan avverkning, desto fler naturligt föryngrade björkar etableras i luckor, även om ingen markberedning ägt rum (Hökkä m. fl. 2011). Även Karlsson & Nilsson (2005) anger att markberedning inte alltid behöver gynna den naturliga föryngringen. Faktorer som frökällor, bra eller dåliga fröår samt ståndortsegenskaper anses minst lika viktiga.

Ett större uppslag av naturlig föryngring kan alltså bli en önskad effekt av att markbereda för att skapa planteringspunkter. Framförallt uppslag av naturligt föryngrad björk är vanligt förekommande vilket ofta leder till att både en och två lövröjningar måste utföras om man vill prioritera planterade trädslag (jfr Uotila m fl. 2010). På Södras medlemsareal är plantering det vanligaste föryngringssättet och man använder förädlat plantmaterial från egna fröplantager som ger 12-15% bättre tillväxt än de lokala provenienserna (Petersson 2008). Man vill även använda en markberedningsmetod som gynnar plantans överlevnad och tillväxt (jfr ovan). För att utnyttja de satta plantornas tillväxtkapacitet samt undvika skogsvårdskostnader i form av framtida röjningar vill man dessutom att planterade ytor ska ha så lite naturlig föryngring som möjligt. Däremot lämnar man hänsyn till natur- och kulturmiljöer genom att inte plantera precis intill vattendrag, naturbeten, fornlämningar eller under gamla naturvärdesträd. Sådana områden lämnas för fri utveckling där naturlig föryngring tillåts bilda ny skog. (Petersson & Lindén 2010b)

Efter stormarna Gudrun och Per ökade hyggeskoncentrationen markant i Södra Skogs verksamhetsområde. Marken påverkades hårt då rotvältor rev upp mängder jord, samtidigt som skogsmaskiner orsakade körskador då de körde i alla väder för att få ut virket så fort som möjligt. Södra Skog antar att dessa markstörningar (liksom radikalare markberedning) påverkar det framtida behovet av ungsogsröjning, och föreningen räknar med ett krävande

arbete för medlemmarna när de inom de närmsta åren ska röja sina stormhyggen. För att i framtiden kunna reglera röjningsbehovet redan i etableringsfasen har man bland annat börjat se sig om efter alternativa markberedningsmetoder som orsakar mindre markpåverkan än t.ex. den traditionella harven. Förhoppningen är att det resulterar i ett mindre röjningsbehov på framtida planteringar, dock inte stormhyggen där skadan redan är skedd.

Södra Skog introducerade 2006 den kranspetsmonterade planteringsmaskin Bracke Planter (BP) i sitt verksamhetsområde. Den orsakar mindre markstörning än harvning vilket också, analogt med ovanstående, borde leda till mindre lövuppslag och framtida röjningsbehov (Maskinplantering, Södra 2012). För att utröna om detta verkligen blir fallet initierade Södra Skog detta examensarbete.

#### *1.4 Hypotes & syfte*

Hypotesen som ligger till grund för arbetet är:

*”Vid markberedning blir andelen bearbetad mark större för en harvmarkberedare än för BP. Antalet potentiella punkter där självföryngrade plantor kan etableras, och framtida röjningsbehov, kommer därför att vara större på hyggen som markberetts med harv än med BP”.*

Syfte med studien var följaktligen att:

1. Fastställa andelen markberedd areal (potentiellt lämpligt substrat för naturlig förnygring) efter markberedning med harv eller med BP.
2. Bestämma antalet naturligt förnygrade stammar/ha för olika trädslag på hyggen som blivit manuellt planterade efter markberedning med harv eller maskinellt planterade med BP.
3. Mäta höjden på huvudplantorna som planterats efter harvning och BP. Plantor satta med BP (högläggning) förväntades ha snabbare höjdtutveckling än de som planterats manuellt efter harvning (Saksa m.fl. 2005, Uotila m. fl. 2010) och därmed vara mindre utsatta av konkurrens från omgivande självföryngrade plantor.

För syfte 1 valdes hyggen som markberetts 2012 (att definiera markberedd areal kunde endast göras på färska hyggen eftersom inväxning från omgivande vegetation sker snabbt i det inventerade området). För syfte 2 och 3 valdes hyggen som planterats 2010.

## 2 Material & metoder

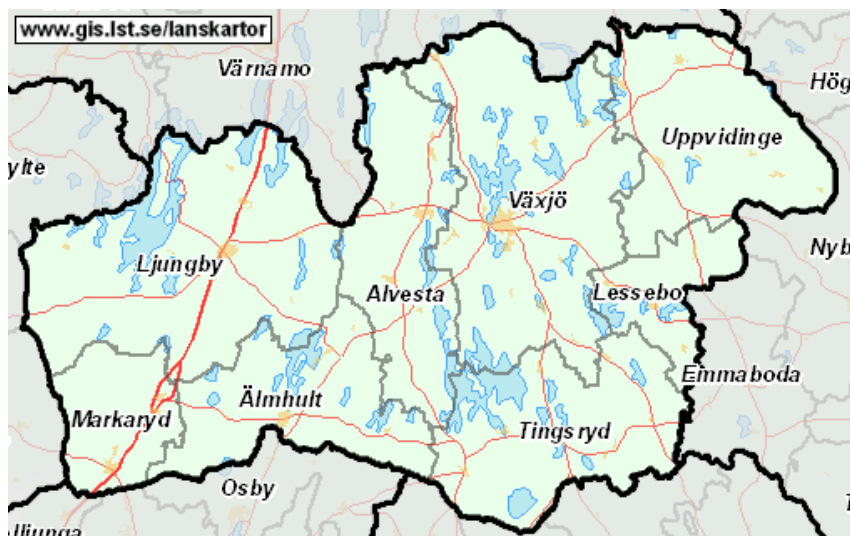
### 2.1 Studerade planteringskoncept

Mekaniserade planteringsmetoder har utvecklats sedan 1960-talet (Hallonborg m. fl. 1997) som ett komplement till manuell plantering. BP är ett planteringsaggregat som kranspetsmonteras på en grävmaskin. Den består av ett planteringsrör, ett revolverliknande plantmagasin och en hydrauldriven skopa som används för markberedning, främst i form av högläggning med mineraljord på omvänd torva. Föraren avgör var plantan ska sättas vilket gör att man kan ta hänsyn till självföryngrade plantor, fornlämningar mm. Plantorna som sätts är täckrotsplantor som kan vara av olika storlek, det finns flera olika storlekar på planteringsrör och plantmagasin. Standardröret är 60 mm i diameter och standardmagasinet har plats för 72 plantor. Den tillhörande standardskopa har en bredd på 60 cm (Bracke Forest). Magasinet på planteringsmaskinen omladdas manuellt vilket innebär att uppehåll måste göras med jämna mellanrum. Enligt Rantala m.fl (2009) är produktiviteten för en BP 178 satta plantor per  $G_0$ -timme och enligt von Hofsten (1993) 254 satta plantor per  $G_0$ -timme. Högläggningen och planteringen är de mest tidsödande momenten som upptar i medeltal 47 % av varje  $G_0$ -timme (Rantala m. fl. 2009). Högläggning och plantering med BP har visat sig ge bra etableringsresultat (Luoranen m. fl. 2011). På gamla stormhyggen med välutvecklad naturlig föryngring har plantering med BP beskrivits som det mest lämpliga föryngringssättet (Ersson & Petersson 2010). Föraren till grävmaskinen kan från sin position lätt se optimala punkter att plantera på utan att förstöra etablerad självföryngring på dessa hyggen.

En harv monteras oftast på en skotare. Harven arbetar vanligtvis kontinuerligt (men kan även arbeta intermittent) och framställer spår och tiltor som ger betydligt fler valbara planteringspunkter (Hallsby 2007) och därmed större påverkad markareal än den högläggande BP:n. Enligt Bäcke m. fl (1986) kan upp till 54% av marken bli påverkad vid markberedning med harv. Eriksson & Raunistola (1990) anger att 45-55% av marken påverkas vid harvning. En studie utförd i Kanada av Boateng m. fl (2009) visade att harven förorsakade 48% blottlagd mineraljord per hektar. Uotila m. fl (2010) berättar att Luoranen m. fl (2007) fann att andelen exponerad mineraljord efter harvning var 27%. Harvning rekommenderas av Södra Skog på allt från torra till fuktiga marktyper, utom på marker där erosionsrisken bedöms som stor (Tabell 1). Principiellt bygger tekniken på att 2-4 roterande tallrikar vänder upp en jordsträng. Tallrikarna är fästa på armar och tallrikarnas arbetsvinkel kan regleras av föraren för att anpassa tiltornas bredd till den aktuella ståndorten (Bracke Forest). Själva planteringsarbetet utförs sedan manuellt av plantörer vilket visat sig vara ca 25 % billigare än maskinell plantering med BP i södra Sverige (Ersson m. fl. 2011).

## 2.2 Inventerade bestånd

De inledande avgränsningarna för studien var att välja endast friska marker inom Södras medlemsareal som planterats med gran. Inga stormpåverkade hyggen från Gudrun eller Per eller fröträdställningar skulle ingå. En grundtanke med undersökningen var nämligen att planteringarna som valdes ut inte skulle ha någon annan markpåverkan förutom markberedningen och så få frökällor som möjligt. Stormskadad skog med uppriven jord från rotvälvor och körspår från skogsmaskiner bedömdes ha kunnat påverka antalet potentiella gröningspunkter innan markberedningen och sorterades därför bort. För att sortera bort stormhyggen tillhandahölls satellitbilder över Gudrun och Per i traktbasen Titan. Det fanns dock inga garantier för att skogsmaskiner under avverkningen, skotningen eller grothämtningen inte förorsakat någon markstörning. Inte heller att grävmaskinen vid planteringen skulle ha skonat marken helt med sina band. Resultatet av urvalet blev att trakterna koncentrerades till Uppvidinge kommun som klarat sig lindrigare från stormarna än angränsande områden (Figur 1).



Figur 1. Karta över Kronobergs län i Småland. Inventeringarna koncentrerades till Uppvidinge kommun i nordöst (karta: Länsstyrelserna GIS-tjänster).

Resultatet av traktsökningen blev åtta planteringar för vardera markberedningsmetod. Sju av harvningarna utfördes hösten 2009 och planterades manuellt våren 2010, och en harvning utfördes våren 2009 och planterades hösten samma år. Alla planteringar med BP utfördes våren 2010. Slutligen valdes tre nymarkberedda trakter (från år 2012) för de båda metoderna ut. Totalt blev det 22 trakter. Avverkningen av den tidigare skogen ägde rum 1-2 säsonger innan planteringen. Den tidigare beståndsstrukturen tros ha varit dominerad av gran då markerna var bördiga samt att de återplanterats med gran. Grot (grenar och toppar) bedöms ha tagits ut då inga rishögar återfanns på något hygge. Medelstorleken på en trakt var ca 2 ha och omgavs i de flesta fall av annan skog. Traktdirektiven angav vilken sorts plantor som satts och

Södras prislista för plantor angav att plantstorleken varierade mellan 15 och 50 cm vid planteringstillfället (Södra Skogsplantor).

För varje område skapades kartpaket som överfördes till en handdator med GPS. Efter arealbestämning slumpades ett kvadratisk förband med provytor ut. Riktlinjen var att 20 provytor (25 m<sup>2</sup>/st) skulle göras på 3-årsplanteringarna och 15 stycken (25 m<sup>2</sup>/st) på årsplanteringarna. Provytor på 25 m<sup>2</sup> användes enligt de rutiner som Södra Skog har för sina planterings- och röjningsuppföljningar. Provytecentrum markerades med en blå plaststicka för att framtida undersökningar skulle kunna genomföras på exakt samma plats.

Fältinventeringarna utfördes mellan 13 och 24 augusti år 2012. Vid inventeringstillfallets början utfördes på varje trakt en markklassificering baserad på terrängförhållanden och markvegetation. En god marktyp kännetecknades av kraftig undervegetation som hallonbuskar, brännässlor och omfattande gräsväxt. Om det däremot bara fanns måttlig gräsväxt och avsaknad av högrörter blev marken klassificerad som medelgod. En svag marktyp kännetecknades av låg grästillsväxt och förekomst av risväxter som ljung och lingon.

Markfuktigheten klassificerades genom okulär besiktning av terrängförhållandena tillsammans med vegetationsbedömningen. Bestod en trakt till största delen av lågmark med nära till grundvattnet klassades den som fuktig. Var trakten istället belägen i en sluttning där rörligt markvatten bedömdes finnas blev klassningen frisk mark. Vid förekomst av berg eller hög blockighet bedömdes marken som torr.

Trakterna klassades överlag som medelgoda till goda marktyper och mestadels friska markfuktclasser (Tabell 2). Inom varje trakt förekom terrängvariationer vilket föranledde att markklassningen ofta blev ett medelvärde av flera olika marktyper.

Tabell 2. Marktyp och markfuktighet på de inventerade trakterna där Bracke Planter (BP) eller harv använts

Trakt nr.	<u>BP</u>		Trakt nr.	<u>Harv</u>	
	Marktyp	Markfukt		Marktyp	Markfukt
1	Medel	torr/frisk/fuktig	9	medel	frisk
2	Medel	frisk	10	medel	frisk
3	Medel	frisk	11	god	frisk
4	God	fuktig	12	medel	torr/frisk
5	God	frisk	13	medel	frisk
6	God	frisk	14	medel	frisk
7	Medel	frisk	15	medel/god	frisk
8	Medel	torr/frisk	16	medel	torr/frisk

### 2.3 Inventeringsmetodik

För att fastställa andelen markberedd areal (syfte 1) mättes arean på markberedningshögar och spår. GPS-koordinater angav var provytorna skulle läggas ut och en jordsond användes som provytecentrum. Mätningen genomfördes korsvis med hjälp av måttband och tumstock, ut till 2,82 meter från provytecentrum. Mätningen av högarna/groparna efter Bracke Planter kunde genomföras på ett enkelt sätt då de var regelbundna till formen. Bredden på harvspåren var däremot ojämnare och mättes vid en punkt där medelbredden uppskattades vara, på varje spår. Bredden mättes således från den ena opåverkade sidan av harvspåret till den andra, ingen skillnad gjordes på spår och tilta.

På hyggen som planterades våren 2010 noterades de naturligt förnygrade plantorna trädslagsvis i följande ordning: björk (*Betula pendula*, *Betula pubescens*), gran (*Picea abies*), tall (*Pinus sylvestris*), asp (*Populus tremula*), sälg (*Salix caprea*) och rönn (*Sorbus aucuparia*). Utöver det fanns en grupp som kallades övriga trädslag dit ek (*Quercus robur*), hägg (*Prunus padus*), oxel (*Sorbus intermedia*), fläder (*Sambucus nigra*), en (*Juniperus communis*), lind (*Tilia cordata*), al (*Alnus glutinosa*, *Alnus incana*) och hassel (*Corylus avellana*) räknades. För att en planta skulle räknas till provytan var plantans bas tvungen att nuddas av måttbandet inom en radie på 2,82 meter från provytecentrum. Till skillnad från de planterade huvudplantorna utsågs ett grundtyevägt medelträd (trädslagsvis) för de naturligt förnygrade plantorna, som höjden mättes på. Höjdgränsen för vilka plantor som räknades gick vid ca 10 cm (under den höjden gick det inte att urskilja plantor pga. tät vegetation). En planta räknades som en egen individ ifall stammens bas började i marken, dubbeltoppar som började strax ovan mark räknades ändå bara som en stam. Antalet fröträd registrerades på varje hygge för att utvärdera om ett stort antal kunde ha ett samband med eventuellt omfattande uppslag av självförnygrade plantor.

På 2010 års planteringar mättes även höjden (cm) på huvudplantorna (de planterade plantorna) inom varje provyta med en tumstock. Dessa var uteslutande gran och 552 stycken plantor mättes för harven och 548 stycken för BP.

För syfte 2 och 3 fältinventerades 159 provytor för harv och 172 provytor för BP, fördelade på totalt 16 trakter. Variansanalys genomfördes med Minitab för jämförelse av trakter där harv resp. BP använts. Parametrar som analyserades var andelen markberedd areal, antalet naturligt förnygrade stammar trädslagsvis per ha och höjden på planterade huvudstammar. Resultaten ansågs signifikanta om p-värdet var mindre än eller lika med 0,05.

### 3 Resultat

#### 3.1 Markberedd areal

Andelen påverkad markarea per ha var signifikant högre för harv än för BP (Tabell 3). För harven var i medeltal 33,6% av arealen markberedd jämfört med 22 % för BP (Tabell 4). Omräknat blev detta i medeltal 2 200 m<sup>2</sup> och 3 360 m<sup>2</sup> markberedd areal per ha för BP respektive harv.

Tabell 3. P-värden vid variansanalys av påverkad area per ha, totalt antal naturligt föryngrade plantor samt huvudplantornas medelhöjd från trakter markberedda med BP resp. harv. Signifikant skillnad mellan metoderna vid  $p \leq 0,05$

	Påverkad markarea	Antal naturligt föryngrade stammar/ha	Medelhöjd, huvudplantor
p-värde	0,027	0,235	0,18

Tabell 4. Påverkad markarea efter markberedning med BP resp. harv

Trakt nr.	<u>BP</u>		Trakt nr.	<u>Harv</u>	
	Antal provytor	Markberedd area, m <sup>2</sup>		Antal provytor	Markberedd area, m <sup>2</sup>
17	15	73,3	20	15	119,9
18	9	44,3	21	15	109
19	13	86,1	22	15	147,1
Medel/provyta		5,5 m <sup>2</sup>			8,4 m <sup>2</sup>
Andel/provyta		22,0%			33,6%



### 3.2 Antal naturligt förnygrade stammar/ha

Totalt antal självförnygrade stammar per ha var något högre för BP än för harv (Tabell 5 och 6). Skillnaden var dock inte signifikant (Tabell 3).

Tabell 5. Antal naturligt förnygrade stammar per provyta och per ha trädslagsvis efter markberedning med BP

Trakt nr.	Antal provytor	Björk	Gran	Tall	Asp	Sälg	Rönn	Övriga trädslag
1	22	7,5	0,5	0,1	1,2	1,5	1,2	0
2	22	7,7	0,4	0	1,6	1,1	7	0,09
3	20	6,6	0,5	0,2	1,4	3,6	7,3	0,9
4	18	26,9	2,2	0,3	0,7	3,8	5,9	0,4
5	19	12,6	0,3	0,2	13,3	8,2	5,6	1,6
6	21	39,5	0,05	0,7	3	1	0,05	0,05
7	30	2,8	0,7	2	0	2,1	0,6	0,03
8	20	11,6	1	0,1	0,6	1,3	0,2	1
Medelvärde: st/provyta		14,4	0,7	0,45	2,7	2,8	3,5	0,5
Stammar/ha		5 760	280	180	1 080	1 120	1 400	200
Totalt stamantal/ha					10 020			

Tabell 6. Antal naturligt förnygrade stammar per provyta och per ha trädslagsvis efter markberedning med harv

Trakt nr.	Antal provytor	Björk	Gran	Tall	Asp	Sälg	Rönn	Övriga trädslag
9	20	9,3	0,2	0,2	0,05	0,7	1,6	0,2
10	21	6	0,1	0	0,05	0,1	1,2	0,2
11	18	19,6	0,3	1,4	2,9	1,2	3,6	1,3
12	19	16,5	1,7	3,4	0,05	0,3	2,8	0,4
13	20	18	1,9	1,4	0	0,9	0,6	0,05
14	19	4,7	0,1	0,2	0,1	0,2	4,2	1,2
15	21	10,9	1,2	0,1	0	2	1,6	0,1
16	21	7,4	7	1,2	0,1	0,6	1,8	0
Medelvärde: st/provyta		11,6	1,6	1	0,4	0,7	2,2	0,4
Stammar/ha		4 640	640	400	160	280	880	160
Totalt stamantal/ha					7 160			

Trädslaget sälg var signifikant vanligare där markberedningen utförts med BP (Tabell 7). För resten av trädslagen var det ingen signifikant skillnad mellan BP och harv.

Tabell 7. P-värden vid variansanalys av antal naturligt förnygrade stammar per ha av olika trädslag efter marberedning med BP resp. harv. Signifikant skillnad mellan metoderna vid  $p \leq 0,05$

	Gran	Tall	Björk	Asp	Rönn	Sälg	Övriga trädslag
p-värde	0,336	0,263	0,563	0,165	0,308	0,034	0,858

### 3.3 Medelhöjd på huvudstammar

Huvudstammarnas medelhöjd skiljde sig inte signifikant mellan harvade trakter och BP-trakter (Tabell 3). Medelhöjden var dock i medeltal något högre för harvade trakter än för maskinplanterade (BP), 69,5 cm jämfört med 60,7 cm (Tabell 7). Höjdmedelvärdena baserades på 552 stycken mätta plantor för harv och 548 stycken för BP.

Tabell 8. Medelhöjd (cm) för huvudstammar traktvis och totalt för BP och harv

Trakt nr.	<u>BP</u>		Trakt nr.	<u>Harv</u>	
	Antal mätta huvudstammar	Medelhöjd		Antal mätta huvudstammar	Medelhöjd
1	82	55	9	65	58,6
2	109	64	10	58	52,5
3	84	76,6	11	50	74,7
4	52	79,1	12	90	79,2
5	77	68,5	13	36	71,9
6	59	53,3	14	74	85,7
7	79	37,9	15	74	70,1
8	6	50,8	16	105	63,4
Medelvärde		60,7			69,5

## 4 Diskussion

### 4.1 Bearbetning & analyser

Den markberedda arealen blev som väntat signifikant högre för harv än för BP. Den påverkade andelen markyta var i genomsnitt ca 34 % efter harvning och ca 22 % efter BP. Skillnaden är mindre än förväntat då BP arbetar på ett riktat sätt när den skapar högar för plantering. En tänkbar orsak till resultatet är entreprenörens arbetsmetodik. Vid inventeringstillfället noterades nämligen att det bredvid varje hög fanns en grop, ofta kring en meter lång. Därifrån hade materialet till högen skrapats loss av BPs skopa. Det är högst sannolikt att längden på groparna skulle kunna minskas med en annorlunda arbetsmetodik utan att den önskvärda kvalitén på högarna påverkas. Jag har inga andra undersökningar att jämföra den påverkade markytan för BP med, därför går det inte att sätta mina resultat i ett större perspektiv. Det kan jag däremot göra med harven. Jämfört med Bäcke m. fl (1986) och Eriksson & Raunistola (1990) är den påverkade markarealen i min undersökning betydligt lägre. De fann båda att harven påverkade ca 55% av ett hygge jämfört med mina 34%. Även Boateng m. fl (2009) visade på högre värden för harven med 48% blottlagd mineraljord per hektar i sin undersökning. Förmodligen skulle andelen vara ännu högre om de i likhet med mig också räknat med uppfläkt humus. Luoranen m. fl (2007) visade däremot på endast 27% blottlagd mineraljord efter harvning, men sannolikt skulle siffran bli liknande mina 34% om även uppfläkt humus räknats med. Olika arbetsmetodiker eller instruktioner i traktdirektiven är tänkbara orsaker till att den påverkade markarealen var så olika. Många av Södras medlemmar efterfrågar skonsam markberedning med harv då de vill ha så få synbara effekter som möjligt. Det är därför möjligt att förarna till harven gjort grunda och smala spår till skillnad från andra undersökningar.

Denna studie fann inga skillnader i det totala antalet självföryngrade plantor vid användning av BP jämfört med harv (jfr hypotes). Resultaten bygger dock på den gruppvisa jämförelsen av planteringar som gjordes då parvisa jämförelser inte gick att genomföra. Resultaten tyder på att andra faktorer än markstörningen påverkade antalet självföryngrade plantor per ha. Gemensamt för alla trakter var den stora variationen i stamantal per ha för samtliga trädslag. Ett trädslag kunde förekomma i stor omfattning i ett bestånd, för att i nästa bestånd med samma markberedning knappast förekomma alls. Resultaten överensstämmer i huvudsak med Frank (2006), nämligen att antalet självföryngrade barr- och lövstammar inte påverkas av om markberedningen görs med liten (maskinell plantering med skonsam markbredning) eller större (harvning) markpåverkan. Resultaten är även i enighet med Karlsson & Nilsson (2005) som angav i sin studie att tätheten av nya björkgroddar kan vara lägre på fläckmarkberedda eller harvade ytor på hyggen än på obehandlad mark. Det visar att tillgången till frökällor på och runt om hygget kan vara minst lika viktigt som markpåverkan, för den naturliga föryngringen. På grund av den geografiska spridningen av objekt skulle även fröproduktionen för samma trädslag kunna ha varit olika på skilda platser. Precis som Karlsson (2001) angav så är det mycket svårt att förutse eller blicka tillbaka på vilka faktorer som kan ha styrt mängden fröfall. Enligt Karlssons resultat gynnade markberedning oftast naturlig föryngring men det fanns även exempel i hans undersökning som visade på motsatsen, i enighet med

mina resultat. Både Fries (1984) och Palo (1986) fann att blottlagd mineraljord var nyckeln till att björkfrö skulle gro. Under mina inventeringar upplevde jag istället att björk (och även andra träd) kunde förekomma precis vart som helt på en provyta, i påtaglig omfattning mellan spår och högar.

Inga exakta datum för markberedningarnas utförande finns angivet i trakttdirektiven, bara att de för harven är utförda under hösten och BP på våren. Beroende på hur olika träds fröfall har sammanfallit med markberedningen skulle etableringen kunna ha gått olika bra. Vid jämförelsen trädslagsvis mellan de två metoderna blev det enda signifikanta resultatet att fler sälgar fanns per ha efter markberedning med BP än efter harvning. Sälger som enligt Mitchell (1974) släpper sina frön i slutet av maj skulle kunna ha gynnats i etableringsfasen då markberedningen med BP ägde rum precis i samband med det. Enligt Hallsby (2007) sker björkens fröspridning från och med augusti och enligt Fries (1984) fram till oktober. Har harvningarna ägt rum under början av fröfallsperioden så skulle gröningsbetingelserna kunna ha gynnats. Om de istället har utförts efter fröfallsperioden skulle frön kunna ha fläkts bort av markberedaren och därmed missgynnats. Medelvärden av naturligt föryngrad björk blev högre för BP än harvade trakter, något som skulle kunna bero på tillgången på fröträd eller att dessa marker helt enkelt var bördigare än där harven använts. Då fröspridningen för gran sker under oktober-maj och för tall i april-juni (Karlsson m. fl 2009) borde harvning (utförd på hösten) gynnat deras etablering. BP (utförd under våren) skulle då å andra sidan fläkt bort fallna frön och missgynnat etableringen av gran och tall. Detta påstående styrks av mina resultat då medelvärdena av tall och gran är betydligt högre på harvade än BP-trakter. Då naturlig föryngring av asp ofta sker igenom rotskott (Hallsby 2007) skulle antalet av dessa på mina planteringar till största delen bero på ifall asp fällt i det gamla beståndet. Medelvärden av asp var betydligt högre på BP än harvade planteringar. Det beror till viss del på ett väldigt högt medelvärde på en av BP-trakterna, något som kan bero på att gamla träd skjutit rotskott just där. Då rönnbär enligt Vedel m. fl (2004) oftast sprids av fåglar får föryngringsresultatet av dessa ses som mer slumpartat än andra trädslag. I mitt fall var antalet högre där det var markberett med BP. Gruppen övriga trädslag omfattade arter som dök upp sporadiskt under inventeringarna och ek var en av dessa. Då jag inte registrerade några gamla ekar på hyggerna i form av frö- eller naturvärdesträd är gissningen att ekollonen spridits till trakterna med hjälp av fåglar och djur i enighet med Mossberg & Stenberg (2003) och Lundevall (1979).

Olika grad av markberedning kan ha tagit bort olika mycket befintliga beståndsföryngrade plantor på ett hygge. Antingen plantor som grott redan innan avverkningen eller plantor som grott mellan avverkningen och markberedningen. Resultatet skulle i så fall kunna ha styrts i en viss riktning. Något jag inte heller vet är hur pass hårt de satta plantorna samt den naturliga föryngringen blivit drabbat av snytbaggescador under deras 3 första levnadsår. Det får nämnas som en potentiell källa till att stamantalet har blivit som det är.

En notering som gjordes när trakterna inventerades var att ytan på högarna efter BP ofta var väldigt torr. Trots att tre säsonger hade passerat efter markberedning och plantering hade det i det närmaste inte etablerats vare sig gräs eller groddplantor på ytan. Det stämmer ganska väl överens med Lehtosalo m. fl (2010) som angav att det fanns förhållandevis få björkar på markberedningshögar tre år efter plantering. Den naturliga föryngringen efter BP var istället

koncentrerad runt omkring gropen samt på den orörda ytan mellan de markberedda groparna och högarna. Den orörda ytan i mellan kan dock mycket väl kan ha varit påverkad av skogsmaskiner samt grävmaskinen tre år tidigare, men ha vuxit igen med gräs och groddplantor.

Det finns många potentiella felkällor gällande huvudplanthöjderna i min studie, samt många erkända forskningsresultat som talar emot mitt resultat. Planthöjden var i medel något högre, dock ej signifikant, på harvade planteringar vilket inte överensstämmer med många tidigare studier inklusive Uotila m. fl. (2010), Saksa m. fl. (2005) eller Örländer & Gemmel (1989) som visat att högläggning ger en bättre höjdtillväxt än harvning. Även Heiskanen & Rikala (2005) kom fram till att högläggning både kunde gynna skott- och rottillväxt men även kväveupptaget jämfört med icke markberedda ytor. En av trakterna som var planterad med BP var svårt drabbad av frostsador vilket inte är förvånande då Småländska höglandet är ett av de största riskområdena för sommarfrost i landet (Örländer & Gemmel 1989). Många av plantorna som fortfarande levde hade skadade toppskott och grenar. Frostsadorna är en faktor som förmodligen påverkat huvudplantornas medelhöjd på just den trakten och även medelresultatet. Plantmaterialet och dess höjd vid planteringstillfället är också faktorer som kan ha påverkat höjdtillväxten. På de trakter där information fanns om vilka plantor som satts, anges att enbart täckrot- och pluggplantor har planterats, dvs. inga barrotsplantor. Provenienser som använts har varit Nordost & Plantage, med ursprungsstorlekar på 15-50 cm (Södra Skogsplantor). Startförutsättningarna kan alltså ha varit olika på olika trakter. Dessutom ska tilläggas att åren efter stormarna Gudrun och Per var det svårt att få tag på rätt plantmaterial vilket skulle kunna innebära att annat material levererats än det beställda. Arbetsmetodiken vid planteringen kan också ha påverkat plantutvecklingen i den inledande fasen. BP djupplanterar konsekvent, dvs trycker ner plantan så dess jordklump hamnar en bit under marknivå. Djupplantering vid manuell plantering efter harvmarkberedning är dock troligen ovanligare bland Södras uppdragsplanteringar då Södras planteringsstandard endast kräver att rotlumpen täcks av 1 cm mineraljord (Petersson & Lindén 2010b).

#### *4.2 Studiens utförande*

Alla jämförelser i rapporten är gjorda metodvis mellan harv och BP (alla harvtrakter jämfördes med alla BP-trakter, dvs. utan parvis uppdelning) vilket berodde på att marktypen och markfuktklassen inte överensstämde tillräckligt väl för att möjliggöra parvis jämförelse mellan metoderna på närliggande trakter. Grupperna utgjordes av åtta planteringar vardera per metod som var tre säsonger gamla och tre planteringar vardera per metod av de nymarkberedda trakterna. Det hade varit önskvärt att ha med fler trakter i framförallt den stora jämförelsen, men det låga antalet berodde i huvudsak på att det från början fanns få maskinplanterade trakter, varav många av dessa var drabbade av stormen Gudrun.

Studien utfördes inom ett geografiskt område som sträckte sig från Nybro till Rottne, en sträcka som fågelvägen är 65 km. Topografin, nederbörds mängden, jordarterna och frostbenägenheten, mm, har troligen skilt sig åt mellan trakterna vilket skulle kunna ha

påverkat resultatet i en viss riktning. Att framförallt markfaktorerna har varierat var synbart på bland annat markvegetationen vid inventeringstillfällena. Det var allt från finjordsrika mycket bördiga lokaler till partier med stenbunden terräng och grunt jordlager. Förmodligen har de varierande markfaktorerna påverkat etablering av naturlig föryngring och höjdtillväxt hos huvudplantorna på ett varierande sätt. De maskinplanterade trakterna upplevdes i genomsnitt som bördigare än de harvade och manuellt planterade. Eftersom bördiga marker leder till mer självföryngring av löv och därigenom mer konkurrerande vegetation kan det vara en förklaring till att det inte fanns en markpåverkansrelaterad skillnad mellan metoderna i förekomst av naturlig föryngring. Att höjdtillväxten blev bättre efter harvning skulle kunna bero på faktorer som mindre sommarfrost, mindre konkurrens från självföryngrade träd eller andra slumpmässiga faktorer. I Södras standard för maskinell plantering rekommenderas BP på fuktiga och finjordsrika marker men inte på torra eller mycket blockrika marker (Maskinplantering, Södra 2012). Där föreslås istället att andra markberedare tas i bruk, t.ex. harv. Det talar också för att BP-planteringar skulle vara bördigare än de som blivit harvade och manuellt planterade.

Urvalet av trakter gjordes av mig genom att studera traktdirektiv och flygbilder och antalet tillgängliga trakter var litet, dvs. ingen fullständig lottning av trakter bland ett större material kunde göras. Fältinventeringarna ägde rum i mitten av augusti och tidpunkten valdes av två anledningar. Dels eftersom växtsäsongen fortfarande pågick och de plantor som skulle räknas hade löven kvar, dels p.g.a. att gräs och örter börjat vissna ner vilket förbättrade sikten på marken. Markvegetationen bedöms ändå ha kunnat påverka hur många plantor som upptäckts och får ses som en potentiell felkälla i arbetet. Ytterligare en möjlig felkälla är att de självföryngrade plantorna syntes bättre på BP-högarna än i harvspåren. Därmed finns en risk att plantor kan ha missats i räkningen på de harvade hyggena.

Trots ett noggrant urval av färska hyggen finns det inga garantier för att trakterna var helt skonade från stormarna. Det är troligt att enstaka träd hade vindfällts i flertalet av de inventerade trakterna. Om så är fallet kan mineraljorden ha exponerats i viss mån med följden att antalet möjliga gröningspunkter kan ha ökat.

På de harvade trakterna har tre olika entreprenörer kört markberedaren. Gällande BP har en entreprenör stått för arbetet men olika förare har sannolikt bytt av varandra. Olika förare gör att arbetsmetodiken eventuellt kan ha skilt sig åt mellan de olika trakterna. Det som talar för att arbetet ändå utförts på ett någorlunda likartat sätt oberoende av förare är att alla Södras entreprenörer använder gemensamma markberednings- och planteringsstandarder. Arbetet följs årligen upp för att kontrollera kvalitén och kalibrera förarna med varandra.

### *4.3 Framtida studier*

Framtida studier skulle behöva utföras på ett och samma hygge där markberedningsmetoderna jämförs parvis med slumpad fördelning av metod. Ett säkrare och mer rättvist resultat skulle då erhållas. Fortsatta studier skulle även behöva göras på något äldre planteringar för att se hur antalet naturligt förryngrade plantor och höjden på huvudplantorna förändras med tiden, metoderna emellan. Det skulle gå lättare att se alla stammar om de fick växa några år till och inte bli skymda av gräsvegetation mm. Ett intressant upplägg skulle vara att matcha tidsintervallet med Lehtosalo m. fl. (2010) vars undersökning av högläggning och harvning ägde rum 3, 6 och 9 år efter plantering. Det skulle även gå att se om utvecklingen av naturligt förryngrad björk följer Hökkä m. fl. (2010), nämligen att antalet stammar ökar ju längre tiden gått sedan avverkning.

### *4.4 Slutsatser*

Andelen markberedd areal var signifikant större (drygt 10 procentenheter) på trakter som var markberedda med harv jämfört med trakter där BP använts. Resultaten kan dock inte styrka att en större andel markberedd areal skulle leda till fler naturligt förryngrade plantor per ha och därmed ett ökat framtida röjningsbehov. Det innebär att andra ståndortsegenskaper än markstörningen i sig inverkat mer på uppslaget av naturlig förryngring. Då det inte fanns någon signifikant skillnad avseende huvudstammarnas medelhöjd mellan harv- och BP-trakter bör andra faktorer än markberedningens utförande haft större inverkan även på de planterade plantornas höjdtillväxt under det tre första åren efter plantering.

## **Tillkännagivande**

Jag vill rikta ett stort tack till Urban Bergsten, handledare på SLU och till Back Tomas Ersson, biträdande handledare på SLU och kontaktperson mot Södra Skogsägarna. Er handledning har varit snabb och konstruktiv. Jag vill även tacka Sören Holm på SLU för hjälpen med statistikberäkning av inventeringsdata, samt personalen på Skogsbiblioteket som hjälpt mig att finna litteratur.

Stort tack även till värdforeningen Södra Skogsägarna och Magnus Petersson på skogsavdelningen för förtroendet att få utföra examensarbetet åt er. Tillgången till traktbasen Titan, fältutrustning, boende under inventeringsperioden, mm har underlättat arbetet enormt!

Slutligen vill jag tacka min flickvän Marika Lundin, min bror Johan Sjögren och min syster Karin Sjögren för goda råd under arbetets gång.

## Referenser

- Adelsköld, G & Örlander, G. 1989. Val av planteringspunkt. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Resultat nr 8.
- Boateng, J.O, Heineman, J.L, Bedford, L. Harper, G.J & Linnell Nemeč, A.F. 2009. Long-term effects of site preparation and postplanting vegetation control on *Picea glauca* survival, growth and predicted yield in boreal British Columbia. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2009; 24: 111\_129.
- Bäcke, J. Larsson, M. Lundmark, J-E. Örlander, G. 1986. Ståndortsanpassad markberedningsteoretisk analys av några markberedningsprinciper. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Redogörelse nr 3.
- D`Amato, A. Segari, J & Gilmore, D. 2012. Influence of site preparation on natural regeneration and understory plant communities within red pine shelterwood systems. *Northern Journal of Applied Forestry*. 29 (2): 60-63.
- Eriksson, O & Raunistola, T. 1990. Impact of soil scarification on reindeer pastures. Rangifer. *Scientific Journal of Reindeer and Reindeer Husbandry*. Special Issue No. 3, 1990: 99-106. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Ersson, B.T. Bergsten, U. & Lindroos, O. 2011. The cost-efficiency of seedling packaging specifically designed for tree planting machines. *Silva Fennica* 45(3): 379-394.
- Ersson, B.T & Petersson, M. 2010. Uppföljning av planteringskvaliteten på Gransås planteringsmaskin - tio hyggen. *Södra Skog*.
- Frank, P-R. 2006. Jämförelse mellan maskinell markberedning/plantering med EcoPlanter och manuell plantering efter konventionell harvning. Etablering och tillväxt i tall- och granbestånd 7-9 år efter plantering i Östergötland. Examensarbete, Institutionen för skogens ekologi och skötsel.
- Fries, C. 1984. Den frösådda björkens invandring på hygget. *Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift nr 1*: 35-49.
- Hallonborg, U. von Hofsten, H. Mattsson, S. & Thorsén, Å. 1997. Planteringsmaskiner i skogsbruket – en beskrivning av metoder och maskiner. *Skogforsk*. Redogörelse nr 7.
- Hallsby, G. 2007. Barrskog & Lövskog. I: Nya tiders skog. Skogsskötsel för ökad tillväxt. LRF Skogsägarna-Kraftsamling skog. ss 118-203.
- Hallsby, G. 2009. Plantering av barrträd. I: Skogsskötselserien. Skogsstyrelsen. ss 1-55.
- Heiskanen, J & Rikala, R. 2005. Root growth and nutrient uptake of Norway spruce container seedlings planted in mounded boreal forest soil. *Forest Ecology and Management* 222 (2006) 410–417.



von Hofsten, H. 1993. Hög kvalitet även på högkvaliteten med Öje-planter. SkogForsk, Resultat nr 3.

Hökkä, H. Repola, J. Moilanen, M & Saarinen, M. 2011. Seedling survival and establishment in small canopy openings in drained spruce mires in Northern Finland. *Silva Fennica* 45(4): 633-645.

Johansson, K. Söderbergh, I. Nilsson, U & Lee Allen, H. 2005. Effects of scarification and mulch on establishment and growth of six different clones of *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20 (5): 421-430.

Karlsson, A. Albrektsson, A. Forsgren, A & Svensson, L. 1998. An analysis of successful natural regeneration of downy and silver birch on abandoned farmland in Sweden. *Silva Fennica* 32 (3): 229-240.

Karlsson, A. 1994. The significance of site preparation of abandoned fields on survival and establishment of hairy birch and silver birch regenerated naturally and through direct seeding: Remunerations of experiments up to four years old. Sveriges lantbruksuniversitet. Umeå, Institutionen för skogens skötsel. Avhandling.

Karlsson, A. 1996. Initial seedling emergence of hairy birch and silver birch on abandoned fields following different site preparation regimes. *New Forests* 11 (2): 93-123.

Karlsson, C & Örlander, G. 2004. Naturlig förnygring av tall. Skogsstyrelsen, Rapport nr 4.

Karlsson, C. Sikström, U. Örlander, G. Hannerz, M & Hånell, B. 2009. Naturlig förnygring av tall och gran. I: Skogsskötselserien. Skogsstyrelsen. ss 1-135.

Karlsson, M. 2001. Natural Regeneration of Broadleaved Tree Species in Southern Sweden. Effects of silvicultural treatments and seed dispersal from surrounding stands. Swedish University of Agricultural Sciences. Alnarp. Silvestria, 1401-6230; 196. ISBN 91-576-6080-8.

Karlsson, M. & Nilsson, U. 2005. The effects of scarification and shelterwood treatments on naturally regenerated seedlings in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 205: 183-197.

Karlsson, M. Nilsson, U & Örlander. 2002. Natural regeneration in clearcuts – effects of scarification, slash removal and clearcut age. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17 (2):131-138.

Lehtosalo, M. Mäkelä, A & Valkonen S. 2010. Regeneration and tree growth dynamics of *Picea abies*, *Betula pendula* and *Betula pubescens* in regeneration areas treated with spot mounding in southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25 (3): 213-223.

Lundevall, C.F. 1979. Fågelbeskrivningar. I: Våra fåglar, Sveriges fåglar i färg. Norstedts förlag. ss 137-469.

Luoranen, J., Saksa, T., Finér, L. & Tamminen, P. 2007. Metsämaan muokkausopas. Metsäntutkimuslaitos, Suonenjoen yksikkö. Gummerus kirjapaino, Jyväskylä. 76 s.

- Luoranen, J. Rikala, R & Smolander, H. 2011. Machine Planting of Norway Spruce by Bracke and Ecoplanter: An Evaluation of Soil Preparation, Planting Method and Seedling Performance. *Silva Fennica* 45(3): 341-357.
- Mitchell, A. 1974. Artbeskrivningar I: Nordeuropas träd, en bestämningsbok. Albert Bonniers förlag. ss 46-397.
- Mossberg, B & Stenberg, L. 2003. Bokväxter. I: Den nya nordiska floran. Bonnier fakta. ss 87-88.
- Palo, I. 1986. Vårtbjörkens fröspridning, frögroning och plantetablering. Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift nr 1: 21-27.
- Petersson, M. 2008. Effektivare skogsförnyring. Södra Skog.
- Petersson, M & Lindén M. 2010a. Markberedningsstandard för plantering, Södra Skog.
- Petersson, M & Lindén M. 2010b. Planteringsstandard för Södras entreprenörer. Södra Skog.
- Prévost, M. Raymond, P & Lussier, J-M. 2010. Regeneration dynamics after patch cutting and scarification in yellow birch- conifer stands. *Canadian Journal of Forest Research* 40 (2): 357-369.
- Quartier, A. 1973. Ekväxter. I: Träd och buskar I Europa, en fälthandbok. Albert Bonniers förlag. ss 107-121.
- Rantala, J. Harstela, P. Saarinen, V-M & Tervo, L. 2009. A Techno-Economic Evaluation of Bracke and M-Planter Tree Planting Devices. *Silva Fennica* 43 (4):659- 667.
- Saksa, T. Heiskanen, J. Miina, J. Tuomola, J & Kolström, T. 2005. Multilevel modeling of height growth in young Norway spruce plantations in southern Finland. *Silva Fennica* 39 (1): 143-153.
- Söderström, V. 1976. Markvärme-en minimifaktor vid plantering. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse nr 6: 16-22.
- Söderström, V. Bäcke, J. Byfalk, R & Jonsson, C. 1978. Jämförelse mellan plantering i jordrabatter och efter andra markberedningsmetoder. Skogshögskolan Umeå, Institutionen för skogsskötsel. Rapport nr 11.
- Söderström, V. Jonsson, C & Byfalk, R. 1979. Optimal fläckstorlek vid markberedning för plantering – ett principförsök. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel. Interna rapporter 2.
- Uotila, K. Rantala, J. Saksa, T & Harstela, P. 2010. Effect of Soil Preparation Method on Economic Result of Norway Spruce Regeneration Chain. *Silva Fennica* 44 (3): 511-524.
- Vedel, H. Möller, J-D. Svedberg, U & Jansson, C-A. 2004. Rosväxter. I: Skogens träd och buskar. Bokförlaget Prisma. ss 146-181.

Örlander, G & Gemmel, P. 1989. Markberedning. Kapitel 2-4. Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift. SST 3-89.

Örlander, G. Gemmel, P & Wilhelmsson, C. 1991. Markberedningsmetodens, planteringsdjupets och planteringspunktens betydelse för plantors etablering i ett område med låg humiditet i södra Sverige. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel. Rapporter, nr 33: 23-52 .

#### *Personlig kommunikation*

Petersson, M. Skötsel- och teknikchef. Södra Skog. Skogsudden 351 89 Växjö. 2012-05-02.

Wernersson, M. Entreprenör. Wernerssons Europea AB. Norraby Toragård 1, 360 40 Rottne. 2012-05-02.

#### *Internet*

Anon 2006. Markberedning. Skogsstyrelsen. 2012-12-03.

<http://shop.skogsstyrelsen.se/shop/9098/art7/4645907-9249a2-Markberedning.pdf>

Bracke Forest. Broschyr om planteringsaggregatet P11a. 2012-09-24.

[http://brackeforest.com/app/projects/brackeAllNew/images/P11aSVEwww\\_12.pdf](http://brackeforest.com/app/projects/brackeAllNew/images/P11aSVEwww_12.pdf)

Bracke Forest. Broschyr om harvmarkberedaren T26a. 2012-09-26.

<http://brackeforest.com/parser.php?did=344:2122>

Länsstyrelserna GIS-tjänster

<http://gis.lst.se/lanskartor/lansoversikt.asp?bildnamn=G&lansnamn2=Kronobergs>

Maskinell plantering ger en bättre föryngring. Södra Skogsägarna. 2012-12-03.

<http://skog.sodra.com/Documents/Broschyror%20och%20faktablad/Maskinell%20plantering%20A4%20Infobanken.pdf>

Södra Skogsplantor. Prislista. Södra Skogsägarna. 2012. 2012-12-03.

<http://skog.sodra.com/Documents/Prislistor/Plantor/Prislista%20S%C3%B6dra%20Odlarna.pdf>

## SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2012:10 Författare: Mikael Öhman  
Utveckling av ett GIS-verktyg för selektion av bränningstrakter – en studie genomförd på SCA-skogs marker inom Medelpads skogsförvaltning
- 2012:11 Författare: Klara Joelsson Hedemyr  
Soil organic carbon and infiltrability in relation to distance from trees (*Vitellaria paradoxa*) with and without termite mounds in a parkland of central Burkina Faso
- 2012:12 Författare: Felicia Olsson  
Tame animals in the wilderness – livestock grazing around summer farms in Jämtland, boreal Sweden 1800-2011
- 2012:13 Författare: Jonas Sjödin  
Undersökning av självspridning av contortatalen i norra Sverige
- 2012:14 Författare: Nils Henriksson  
Measuring N uptake and transport in *Pinus sylvestris* to estimate mycorrhizal transfer efficiency. A tracer/fertilizer experiment in northern Sweden
- 2012:15 Författare: Mikael Sörhult  
Influence of prescribed burning and/or mechanical site preparation on stand stem density and growth of Scots pine stands above the Arctic Circle: - results 9-19 years after stand establishment
- 2012:16 Författare: Per-Olof Nordin  
NPK+ och blå målklassning – indikatorer på vattenkvalitet?
- 2012:17 Författare: Erik Söderbäck  
Utvärdering av markberedning och plantering på SCA:s mark i Norrland 1998-2001. Föryngringsresultat efter 10 år
- 2012:18 Författare: Erik Söderholm  
Lämpliga hybridaspkloner för odling i södra och mellersta Norrland
- 2012:19 Författare: Caroline Pöntynen Boström  
Röjningsplan för Sveaskog
- 2012:20 Författare: Robyn Hooper  
Climate change impacts and forest management adaptation measures in Sweden and British Columbia, Canada: A case study of Swedish forest managers
- 2012:21 Författare: Addisu Almaw Semeneh  
Effects of trees and termite nests in agroforestry parklands on preferential water flows: image analysis of soil profiles after rain simulations and dye experiments
- 2012:22 Författare: Torun Bergman  
Skogsutnyttjandet vid den medeltida masugnen i Hyttehamn
- 2012:23 Författare: Johan Bäckman  
Umebors åsikter rörande grönområden
- 2012:24 Författare: Andreas Engström  
Insekter i hårt törskateangripna ungtallbestånd i Norrbotten. Skadeinventering och artbestämning
- 2013:1 Författare: Jenny Nilsson  
Biogallring – effektivitet och lönsamhet vid gallring i ung skog

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på [www.seksko.slu.se](http://www.seksko.slu.se)