



SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

Markberedningsmetoders effekt på snytbaggeskador

Magnus Petersson

Obehandlad
Harv
Högläggning
BräckePlanter
Asa-mockan
Inversmarkberedning

Rapport nr 1 - 2011

Sveriges lantbruksuniversitet

Asa försökspark



SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET

Markberedningsmetoders effekt på snytbaggeskador

Magnus Petersson

Rapport nr 1 - 2011

E-mail: Magnus.Petersson@slu.se

Sveriges lantbruksuniversitet

Asa försökspark

360 30 Lammhult

Tfn: 0472-26 30 00

Fax: 0472-26 30 63

INNEHÅLL

INLEDNING	1
MATERIAL OCH METODER	2
FÖRSÖKSLOKAL, MARKBEREDNING OCH PLANTERING	2
PLANTMATERIAL.....	2
FÖRSÖKSLED	2
VAL AV PLANTERINGSPUNKT	2
MARKTYP VID PLANTERINGSPUNKTEN	4
INVENTERING	4
BERÄKNINGAR	4
RESULTAT	5
1. EJ INSEKTICIDBEHANDLADE PLANTOR.....	5
<i>Snytbaggskador</i>	5
<i>Övriga skador och överlevnad</i>	5
2. INSEKTICIDBEHANDLADE PLANTOR	6
<i>Snytbaggskador</i>	6
<i>Övriga skador</i>	7
MARKTYP.....	7
SNYTBAGGESKADOR – KOMBINATION AV INSEKTICIDBEHANDLING OCH MARKBEREDNING	8
EKONOMISKA BERÄKNINGAR	9
DISKUSSION	10
ERKÄNNANDE	12
REFERENSER	13

FÖRORD

Ett stort problem vid föryngring av barrträd i Sverige är skador orsakade av snytbaggen (*Hylobius abietis* L.). Snytbaggen skadar eller dödar plantor genom att de äter barken på stam och grenar. Användandet av insekticider har gjort det möjligt att minska skadorna och behandling med insekticider är idag det vanligaste sättet att skydda plantorna från skador. Markberedning ger också en tydlig reduktion av snytbaggeskador och det är framför allt mineraljord runt plantan som ger minskningen.

Studiens syfte var att ge ett underlag för att utvärdera olika markberedningsmetoders inverkan på snytbaggeskador och plantetablering. Det gjordes dels genom att bedöma planteringspunkterna och dels genom uppföljning av de planterade plantorna.

Ett stort tack till Plantskyddskommittén som genom sitt stöd till snytbaggeforskningen har gjort denna studie möjlig. Finansieringen av plantskyddskommitténs arbete sker genom skogsbrukets bidrag med 3 öre per insekticidbehandlad planta. Södra skogsägarna bidrog också på ett värdefullt sätt genom att bekosta markberedningen och upplåta försöksmark.

Asa januari 2011

Magnus Petersson

Inledning

Snytbaggescador kan reduceras med markberedning (Söderström et al. 1978), vilket är välkänt och utnyttjat som skogsskötselmetod sedan flera decennier. Markberedningseffekten har studerats mer ingående under 1990- och 2000-talet och förståelsen för de olika principerna som påverkar snytbaggescadorna har ökat. Markberedning påverkar humusskiktet och mineraljorden där plantan planteras och det minskar snytbaggens vilja att uppehålla sig i området närmast plantan. Detta leder i sin tur till mindre plantskadorna (Kindvall et al. 2000, Björklund et al. 2003).

En planteringspunkt som innehåller ren mineraljord minskar oftast snytbaggescadorna på ett väsentligt sätt och ju mer humus som finns inblandad desto mer skador får plantorna (Petersson et al. 2005). Storleken på den markberedda ytan har också betydelse. Skadorna minskar med ökat avstånd till humuskant men når nästan full effekt vid ca 10 cm avstånd mellan plantan och humuskanten (Nordlander et al. 2000). I praktiken behövs ett större avstånd mellan plantan och humuskanten eftersom avverkningsrester och vegetation lägger sig in över den markberedda ytan.

Vegetation påverkar skadorna på flera sätt. När en markberedd yta växer igen med vegetation via frösådd eller vegetativ förökning ökar snytbaggescadorna och det är inte ovanligt att en säsong räcker för att utplåna markberedningseffekten (Örlander & Nordlander 2004). Även vegetation som växer utanför den markberedda ytan påverkar skadorna genom att högvuxen vegetation luta in mot den markberedda ytan vilket leder till mer skador av snytbagge trots att mineraljorden inte är bevuxen (Petersson et al. 2006). Sannolikt beror det på att snytbaggen föredrar att vistas i en miljö där snytbaggen är mindre exponerad.

Flera praktiska studier visar att resultat av markberedning är helt beroende av vilken marktyp som skapas med avseende på mineraljordsinblandning (Petersson 2000, Petersson 2006). Studierna visade att dagen markberedningsmetoder resulterar i en allt för låg andel planteringspunkter med mineraljord och att en ökning av andelen mineraljord skulle minska snytbaggescadorna.

Teknikutvecklingen de senaste åren har resulterat i nya produkter och idéer. Sedan denna studie anlades har ett flexibelt markberedningsaggregat monterat på grävmaskin utvecklats. Förutom inversmarkberedning också kan aggregatet också utföra högläggning och fläckmarkberedning (Sundblad 2009).

MATERIAL OCH METODER

Försökslokal, markberedning och plantering

Försöket anlades på ett mycket stort hygge som bildades av stormen Gudrun i januari 2005. Arealen på den sammanhängande kalytan var svår att definiera men var minst 10 ha. Hygget är beläget i västra delarna av Kronobergs län, Ljungby kommun. Markfukten varierade mellan frisk till fuktig och bonitet var ca G32. Skogen avverkadades med helträdsmetod i augusti 2005 och därmed fanns det endast lite avverkningsrester kvar på hygget.

Markberedningen gjordes i slutet av augusti 2005. De modernaste aggregaten användes för respektive metod. Inga särskilda instruktioner lämnades till markberedningsförarna mer än att markbereda på angiven plats. Planteringen gjordes manuellt våren 2006 för samtliga metoder. Det innebär att planteringsmaskinen BräckePlanter gjorde markberedningen genom högläggning på hösten 2005 och planteringen gjordes manuellt våren 2006.

Plantmaterial

Plantmaterialet var granplantor odlade i odlingssystemet Hiko V93, proveniensens var Rezekne med den från plantskolan angivna höjden 15-35 cm. Åldern på plantorna var 1,5 år. Vid mätning av plantorna direkt efter plantering var höjden $23,0 \pm 5,1$ cm.

Försöksled

I studien ingick fem olika markbehandlingar samt obehandlad mark. Nedan beskrivs behandlingarna.

1. Kontroll; helt ostörd humus.
2. Harv; en traditionell tallriksharv som blottlägger mineraljord genom att föra humuslagret åt sidan i en tilla.
3. Högläggare; en traditionell Donaren högläggare med treuddiga hjul som lägger upp mineraljord ovanpå dubbelt humuslager.
4. BräckePlanter; utan plantering. Gjorde bara högarna eftersom markberedningen skulle göras på hösten 2005 och en manuell plantering gjordes på våren 2006 i samband med övrig plantering.
5. Asa-mockan; blöt fylljord läggs på befintligt humuslager och bildar en hög. Mängden fylljord var ca 10 liter per hög. Mineraljorden hämtades på hygget.
6. Inversmarkberedning med grävmaskin; innebär att grävskopan grävde ned till ca 5-10 cm i mineraljord och lade tillbaka materialet upp och ned i gropen med mineraljorden överst och humuslagret längst ned i gropen.

Val av planteringspunkt

Vid val av planteringspunkt efter markberedning gällde något olika regler för olika metoder eftersom vissa metoder är intermittenta och andra kontinuerliga:

Harvning: Ett måttband lades ut. Punkter valdes vid varannan meter från 1, 3, o.s.v. till och med 51 meter, vilket gav 25 plantor per rad. Bästa möjliga planteringspunkt valdes utifrån kriterierna mineraljordsinnehåll, avstånd till humuskant och ej djupa punkter (längst 5 cm under

omgivande mineraljordsyta). För att utnyttja de bästa planteringspunkterna fick planteringspunkten flyttas maximalt 1,0 meter från ursprunglig punkt. Två plantor fick heller inte vara närmare varandra än 1,0 meter. Därefter markerades planteringspunkten med en sticka.

Övriga markberedningsmetoder med intermittent framryckning (samtliga utom harvning): För varje hög som skapades av maskinen gjordes en bedömning av var på högen den lämpligaste punkten fanns utifrån mineraljordsinnehåll. Där sattes en plaststicka för att markera punkten.



1. Obehandlad



2. Harv



3. Högläggare



4. Bräckeplanter



5. Asamockan



6. Invers

Figur 1. Samtliga markberedningsmetoder fotograferade på våren 2006

Marktyp vid planteringspunkten

Efter det att en plaststicka var utplacerade för att markera samtliga planteringspunkter gjordes en inventering av marktypen inom en cirkelprovyta närmast varje plaststicka. Radien på cirkelprovytorna var 10 cm. Den dominerande marktypen, med tyngdpunkt på marktypen närmast plantan och något mindre hänsyn till marken längre ut i cirkelytan, klassades enligt följande: 0=Ostörd humus, 1= Bearbetad humus, 2= Humus/mineral mix, 3=Ren mineraljord, 4=Går ej att bedöma (t.ex. stort block eller rishög).

Inventering

Efter det att snytbaggeangreppen upphört för säsongen gjordes 2006, 2007 samt 2008 inventeringar av försöket. Plantans höjd och toppskottslängd samt typ av skott (toppskott eller sidoskott) registrerades.

Snytbaggeskadornas omfattning vad gäller gnagd barkyta registrerades. Omfattningen av gnagd barkyta angavs i tiondels cm^2 . Betydelsen av snytbaggegnagen för plantans tillstånd bedömdes sammantaget i sex olika klasser från oskadad till död. Döda plantor drogs upp och en noggrann registrering av skador gjordes.

Om plantan skadats av andra orsaker registrerades den allvarligaste av dessa. Förutom skadetyper registrerades också skadegrad enligt samma klassindelning som för snytbaggeskador.

Beräkningar

Vid resultatberäkningen slogs skadegraderna 3 och 4 ihop till en klass "svårt skadad". Frekvensen skadade och döda plantor beräknades per försöksled. Medelvärden beräknades för gnagd barkyta, uppdelat på försöksled, för plantor som levde vid föregående höstinventering.

Den statistiska beräkningen gjordes enligt en standardmodell för blockförsök. Effekter av försöksled och block samt kombinationseffekter testades med variansanalys (SAS, GLM). Vid analysen jämfördes försöksleden mot varandra och skillnaderna var signifikanta om $p < 0,05$ (Tukeys test).

RESULTAT

1. Ej insekticidbehandlade plantor

Snytbaggeskador

Plantor planterade i mark som inte var markberedd och plantor planterade i höglagd mark hade störst andel plantor som dog till följd av snytbaggeskador (tabell 1). Övriga markbehandlingar hade signifikant lägre skador än obehandlad mark. Plantor som planterades i Asa-mockan fick lägst andel skador men skillnaden var inte signifikant skilda från BräckePlanter, harv och invers. Den största andelen döda av snytbaggeskador uppstod första säsongen för samtliga behandlingar.

Den genomsnittliga gnagda barkytan var den första säsongen störst för obehandlade plantor, medan övriga skillnader inte var signifikanta (tabell 1). De två följande säsongerna fanns inga signifikanta skillnader i gnagd barkyta mellan de olika markberedningsmetoderna. Den gnagda barkytan var störst den första säsongen för att sedan minska med tiden och var lägst den tredje säsongen.

Tabell 1. Ej insekticidbehandlade plantor. Andel döda av snytbaggeskador (procent) och gnagd barkyta efter en, två respektive tre vegetationsperioder (hösten 2006, 2007 och 2008, medelvärden för tre lokaler). Statistiska beräkningar ej gjorda för åren 2006-2007. Signifikanta skillnader är markerade med olika bokstäver

Försöksled	Andel plantor (%; ackumulerat)			Gnagd barkyta (cm ²)		
	Död 2006	+ 2007	+ 2008	2006	2007	2008
Obehandlad	75	79	80 ^a	7,2 ^a	1,2 ^a	0,2 ^a
Högläggare	60	68	70 ^{ab}	4,7 ^b	1,3 ^a	0,3 ^a
BräckePlanter	41	49	52 ^{bc}	2,8 ^b	1,4 ^a	0,3 ^a
Harv	41	47	49 ^{bc}	3,9 ^b	1,3 ^a	0,2 ^a
Invers	31	43	47 ^c	2,9 ^b	1,3 ^a	0,5 ^a
Asa-mockan	29	37	41 ^c	2,9 ^b	1,7 ^a	0,4 ^a

Övriga skador och överlevnad

Syrebrist var en signifikant vanligare dödsorsak för plantor planterade efter harvning jämfört med samtliga andra behandlingar (tabell 2). Döda plantor orsakade av okända skador varierade från 0,8 – 19,2 procent. Högst andel hade plantor planterade i Asa-mockan (19,2 %) och BräckePlanter (11,7 %). Plantor som saknades vid inventeringen varierade från 0 – 6,5 % och högst andel hade plantor planterade i omarkberedd mark.

Överlevnaden varierade från 12,2 % till 44,2 % och var högst för plantor planterade i inversmarkberedning.

Tabell 2. Ej insekticidbehandlade plantor. Den ackumulerade andel döda av andra orsaker än snytbaggeskador (procent) och den totala överlevnaden efter tre vegetationsperioder. Signifikanta skillnader är markerade med olika bokstäver

Försöksled	Andel plantor %			
	Syrebrist	Okända	Saknas	Överlevnad
Obehandlad	0.8 ^a	0.8 ^b	6.5 ^a	12 ^b
Högläggare	0.0 ^a	3.6 ^b	0.0 ^b	26 ^{ab}
Harv	7.4 ^b	5.7 ^{ab}	2.5 ^b	35 ^a
BräckePlanter	0.0 ^a	11.7 ^{ab}	0.0 ^b	36 ^a
Asa-mockan	0.8 ^a	19.2 ^a	0.8 ^b	38 ^a
Invers	0.8 ^a	4.2 ^b	3.3 ^{ab}	44 ^a

2. Insekticidbehandlade plantor

Snytbaggeskador

Plantor planterade i ej markberedd mark hade störst andel plantor som dog till följd av snytbaggeskador (tabell 3). Övriga markbehandlingar var inte signifikant skilda från varandra men inversmarkberedningen hade lägst andel döda (16 %). Den största andelen plantor som dog av snytbaggeskador uppstod första säsongen för tre behandlingar, obehandlade plantor, högläggning och BräckePlanter och för övriga behandlingar var avgångarna störst den andra säsongen.

Den genomsnittliga gnagda barkytan var den första säsongen störst för obehandlade plantor, och lägst var den gnagda barkytan för plantor planterade i Asa-mockan (tabell 3). De två följande säsongerna fanns inga signifikanta skillnader i gnagd barkyta.

Tabell 3. Insekticidbehandlade plantor. Andel döda av snytbaggeskador (procent) och gnagd barkyta efter en, två respektive tre vegetationsperioder (hösten 2006, 2007 och 2008, medelvärden för tre lokaler). Statistiska beräkningar ej gjorda för åren 2006-2007. Signifikanta skillnader är markerade med olika bokstäver

Försöksled	Andel plantor, ackumulerat (%)			Gnagd barkyta (cm ²)		
	Död 2006	+2007	+2008	2006	2007	2008
Obehandlad	38	52	56 ^a	4.5 ^a	1.5 ^a	0.6 ^a
Harv	9	19	26 ^b	1.4 ^b	1.4 ^a	0.5 ^a
Högläggare	13	23	24 ^b	2.3 ^{ab}	1.4 ^a	0.5 ^a
BräckePlanter	14	22	24 ^b	1.3 ^b	1.7 ^a	0.6 ^a
Asa-mockan	7	17	19 ^b	0.8 ^b	1.1 ^a	0.3 ^a
Invers	9	14	16 ^b	1.4 ^b	1.4 ^a	0.7 ^a

Övriga skador

Viltskador inträffade endast för några enstaka plantor planterade i högar gjorda av BräckePlanter (0,9 %, tabell 4). Plantavgångar orsakade av syrebrist var vanligast för plantor planterade efter harvning eller inversmarkberedning. Okända skador som orsakade plantdöd var vanligast förekommande för plantor planterade i Asa-mockan (29,8 %) och med BräckePlanter (20,4 %). Plantor som saknades vid inventering var vanligast för plantor planterade i invers (4,2 %).

Överlevnaden var högst för plantor planterade i invers (68 %), efter harv (67 %) eller efter högläggning (65 %). Dessa behandlingar resulterade i en signifikant högre andel överlevande plantor jämfört med plantor planterade i obehandlad mark.

Tabell 4. Insekticidbehandlade plantor. Andel döda av andra orsaker än snytbaggeskador (procent) och den totala överlevnaden efter tre vegetationsperioder. Signifikanta skillnader är markerade med olika bokstäver (statistiska beräkningar ej gjorda för döda plantor 2006 och 2007)

Försöksled	Andel plantor (%)				
	Viltskador	Syrebrist	Okända	Saknas	Överlevnad
Obehandlad	0.0	0.0	2.4 ^c	0.8	41 ^b
Asa-mockan	0.0	2.5	29.8 ^a	1.7	50 ^{ab}
BräckePlanter	0.9	0.0	20.4 ^{ba}	0.0	53 ^{ab}
Högläggare	0.0	1.8	9.0 ^{bc}	0.0	65 ^a
Harv	0.0	4.1	4.1 ^{bc}	1.6	67 ^a
Invers	0.0	4.2	5.1 ^{bc}	4.2	68 ^a

Marktyp

Andelen plantor omgivna av ren mineraljord var 100 % för plantor planterade i Asa-mockan (tabell 5). Därefter följde plantor planterade i högar gjorda av BräckePlanter (66 %) och inversmarkberedningen (57 %). Lägst andel planteringspunkter med mineraljord skapades med högläggaren (25 %).

Tabell 5. Fördelningen av plantor i olika marktyper beroende på markberedningsmetod (båda insekticidbehandlade och obehandlade plantor), statistiska beräkningar endast gjorda för ren mineraljord

Marktyp	Andel plantor %					
	Obehandlad	Harv	Hög	Bräcke-Planter	Asa-mocka	Invers
Ostörd humus	94	6	12	0	0	2
Bearbetad humus	3	21	38	12	0	16
Mix humus/mineraljord	1	32	26	22	0	25
Ren mineraljord	1^e	42^{cd}	25^{de}	66^b	100^a	57^{bc}

Sambandet mellan marktypen närmast plantan (cirkelyta med radien 10 cm) och avgångar orsakade av snytbaggeskador visar att ren mineraljord resulterade i lägst avgångar och ostörd humus i högst andel döda (tabell 6). En mix av mineraljord och humus samt bearbetad humus resulterade i skadenivåer mitt emellan de beskrivna behandlingarna. Sambandet mellan marktyp och avgångar orsakade av snytbaggeskador fanns oavsett om plantorna behandlats med insekticider eller varit obehandlade.

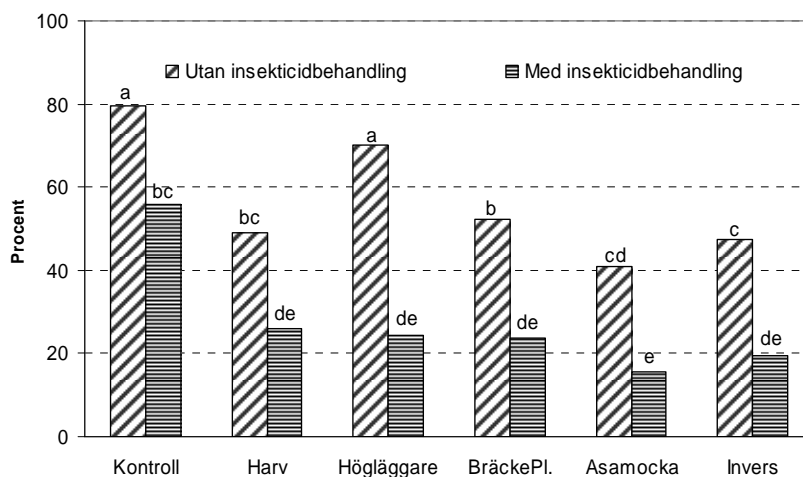
Tabell 6. Andel plantor som dog av snytbaggeskador under de tre första åren efter plantering beroende på vilken marktyp som omgav plantan (yta med radien 10 cm) samt om plantan var behandlad med insekticid eller ej

Marktyp	Död av snytbaggeskador (%)	
	Utan insekticidbehandling	Med insekticidbehandling
Ostörd humus	86 ^a	58 ^a
Bearbetad humus	74 ^a	39 ^{ab}
Mix humus/mineraljord	65 ^a	25 ^b
Ren mineraljord	35 ^b	14 ^b

Snytbaggeskador – kombination av insekticidbehandling och markberedning

Andelen plantor som dödats av snytbaggeskador berodde både på vilken typ av markberedning som använts och om plantorna behandlats med insekticider eller var obehandlade (figur 2). Den lägsta andelen döda plantor åstadkoms med en kombination av insekticidbehandling och markberedning. När plantorna insekticidbehandlades var markbehandlingar inte signifikant skilda från varandra. Det fanns dock en tendens att plantor satta i Asa-mockan hade lägre avgång (16 %) än de övriga behandlingarna.

För plantor som inte insekticidbehandlades var avgångarna lägst vid markberedning med Asa-mockan och inversmarkberedning och därefter rangordnade sig behandlingarna enligt följande; harv, BräckePlanter, högläggare och kontroll (figur 2).



Figur 2. Andel plantor som dog av snytbaggeskador under de tre första åren efter plantering beroende på vilken markberedningsmetod som använts och om plantorna behandlats med insekticider eller ej. Signifikanta skillnader är markerade med olika bokstäver.

Ekonomiska beräkningar

En central fråga för skogsbruket är i vilken mån olika markberedningsmetoder är lönsamma om vi antar att de medför högre överlevnad och högre tillväxt? För att belysa frågan kan ett scenario med högre markberedningskostnad och minskade avgångar orsakade av snytbaggeskador ställas mot metoder som ger lägre markberedningskostnad och ökade avgångar.

Följande scenario är ett försök att belysa kostnadseffektiviteten:

Två markberedningsmetoder som testats i studien valdes ut, harvning och inversmarkberedning. Kostnaden för markberedningen antogs vara 2000 kr/ha för harvning och 4000 kr/ha för inversmarkberedning (Sundblad 2009) och i exemplet planterades hygget med 2200 plantor per ha. Antal plantor efter tre år beräknades utifrån de avgångar orsakade av snytbagge som registrerades i denna studie, d.v.s. 26 respektive 16 % avgång. Övriga kostnader hämtades från SLU:s program för beräkning av snytbaggeskador (snytbaggemodellen, www2.ekol.slu.se/snytbagge/).

Kostnads kalkylen visar att kostnaden per överlevande planta tre år efter plantering blev 7,83 kr vid markberedning med harv och 8,21 kr vid markberedning med inversmetoden. Kostnaden per överlevande planta var 5 % högre när inversmarkberedning användes men vid tiden för återbeskogning var kostnadsskillnaden i utförande mellan behandlingarna 19 %.

Tabell 7. Ekonomisk beräkning av kostnader vid föryngringsåtgärdernas utförande samt kostnaderna per överlevande planta tre år efter plantering, baserade på den aktuella studien och uppgifter från Snytbaggemodellen

Förklaring	Harvning	Invers- markberedning
<u>Kostnad, kr/ha</u>		
Plantor (kr/ha)	5720	5720
Plantering (kr/ha)	3080	3080
Markberedning (kr/ha)	2000	4000
Plantskydd, insekticider (kr/ha)	550	550
Antal planterade plantor/ha	2200	2200
Totalkostnad föryngring kr/ha	12 760	15 180
Ökad kostnad för inversmarkberedning jämfört med harvning (%)	-	19 %
Antal plantor/ha och andel överlevande plantor efter avgångar av snytbaggeskador, tre år efter plantering	1628 pl/ha, 74 % överlevande	1848 pl/ha, 84 % överlevande
Kostnad per överlevande planta efter tre år (kr/planta)	7,83	8,21
Ökad kostnad för inversmarkberedning jämfört med harvning (%), beräknat som kostnad per överlevande planta	-	5 %

DISKUSSION

Denna studie är anlagd på en lokal och därmed saknas upprepning på andra hyggen med andra förutsättningar. Det betyder att allt för generella slutsatser är svåra att dra eftersom andra förutsättning som snytbaggetryck och ståndortsförhållanden troligen påverkade resultatet.

Studien visar att markberedningsmetoderna som jämfördes resulterade i stora variationer i avgångar orsakade av snytbagge. De metoder som skapade flest planteringspunkter med ren mineraljord var också de som fick lägst andel svåra snytbaggeskador. Att ren mineraljord minskar skadorna av snytbagge är väl känt sedan tidigare och sambandet bekräftades i denna studie.

Samtliga markberedningsmetoder minskade de allvarliga snytbaggeskadorna signifikant jämfört med planter i ostörd humus. Detta samband fanns både i kombination med insekticidbehandling och för planter utan skydd. Enda undantaget var högläggare av typen Donaren vid användning av obehandlade planter.

Skillnaden mellan markberedningsmetoder med avseende på avgångar orsakade av snytbagge var betydligt större då insekticider inte användes (41-70 %) medan motsvarande variation i avgångar var 16-26 % för planter behandlade med insekticider. Den största orsaken till detta visade sig vara att högläggningsmetoden skapade en betydligt lägre andel planteringspunkter med ren mineraljord jämfört med övriga metoder vilket i sin tur resulterade i höga avgångar. Resultatet antyder att en markberedning av lägre kvalitet avseende mineraljordsandelen är mer känslig för om plantorna är försedda med ett plantskydd eller inte. Troligen leder också en sämre markberedning till en större variation i överlevnad mellan olika objekt jämfört med markberedning av högre kvalitet. Denna aspekt är viktig eftersom misslyckade föryngringar med lågt stamantal minskar produktionen av virke och försämrar kvalitén på virket. Försök att åtgärda misslyckade föryngringar med hjälpplantering är ofta dyra och inte särskilt effektiva med avseende på överlevnad och tillväxt hos de hjälpplanterade plantorna (Gammel, 1988). Säkrare metoder betyder således att det blir mer sällan som behovet av hjälpplantering uppstår eller att bestånden blir luckiga och glesa. Att väga in dessa faktorer i en ekonomisk kalkyl är svårt men av stor betydelse när rekommendationer utformas.

Syrebrist för plantans rötter är ofta förknippat med att plantorna planteras i allt för låga punkter i förhållande till den omkringliggande marknivån. Studien visar att harvning har en högre avgång på grund av syrebrist jämfört med högläggning med Bräckeplanter eller med Donaren. Denna aspekt är viktig att beakta för den totala överlevnaden. Resultatet antyder också att överlevnaden för praktiska planteringar skulle förbättras om valet av markberedningsmetod i större utsträckning utgick från ståndorten. Idag är dominansen för harvar i södra Sverige mycket stor. Grova uppskattningar tyder på att ca 90 % av all markberedd mark utförs med harv.

Avgångar orsakade av okänd anledning var betydligt högre för planterade i Asamockan, men också för planterade i högar gjorda av Bräckeplanter och Donaren. Orsaken till den höga avgången är inte utredd. En möjlig förklaring kan vara att högen med mineraljord och humus hamnade på hyggesrester vilket skapar luftfickor och därmed uttorkning. Därför gjordes uppgrävning av några döda planter men resultatet av denna undersökning tyder inte på att så var fallet. Den oförklarliga plantdöden behöver utredas mer men en trolig orsak är att den långa period av torka som inträffade efter planteringen orsakade uttorkning i högen och att plantrötterna inte hade kontakt med underliggande mineraljord. En djupare plantering hade i så fall sannolikt minskat antalet döda planter.

Kunskapen om lönsamheten vid användning av dyrare men effektivare markberedningsmetoder är inte särskilt välundersökt. Därför gjordes i denna studie en enkel men därför också ofullständig undersökning av de ekonomiska konsekvenserna av en mer intensiv och en traditionell markberedning.

En högre kostnad skulle teoretiskt motiveras med en högre överlevnad av plantor. Studien visar också att de mer kostsamma markberedningsmetoderna resulterade i en högre andel planteringspunkter med ren mineraljord. I det räkneexempel som gjordes baserat på den aktuella studien ökade plantöverlevnaden med 14 % efter tre år om inversmarkberedning används i stället för harv. Kostnadsökningen blev 5 % med inversmarkberedning jämfört med harvning beräknat som kostnad per överlevande planta.

En mer fullständig kalkyl skulle naturligtvis också omfatta konsekvenser för den framtida produktionen av virke som också kommer att påverkas på grund av antalet träd per ha som bildar det nya beståndet.

Erkännande

Ett stort tack till Göran Örlander som gjorde studien möjlig genom Södra skogsägarnas hjälp med markberedningsresurser och till Urban Nilsson som deltog i upplägget av studien. Fältpersonalen på Asa försökspark har på ett utmärkt sätt gjort planteringarna och inventeringarna av försöket.

REFERENSER

- Björklund, N., Nordlander, G. & Bylund, H. 2003. Host-plant acceptance on mineral soil and humus by the pine weevil *Hylobius abietis* (L.). *Agricultural and Forest Entomology*, 5, 61-65.
- Gemmel, P. 1988. Beeting in *Picea abies* (L.) Karst. Growth and damage in a field experiment. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1988, v. 3(2), p. 201-212
- Kindvall, O., Nordlander, G., and Nordenhem, H. 2000. Movement behaviour of pine weevil *Hylobius abietis* in relation to soil type: an arena experiment. *Ent. Exp. Appl.* 95: 53-61.
- Petersson, M. 2000. Physical protection of seedlings against pine weevil feeding - a large scale study. Swedish University of Agricultural. Southern Swedish Forest Research Centre. Examensarbete 13, pp. 1-43 (In Swedish with English summary).
- Petersson, M., Örlander, G. and Nordlander, G. 2005. Soil features affecting damage to conifer seedlings by the pine weevil *Hylobius abietis*. *Forestry*, Vol. 78, No. 1: 83-92
- Petersson, M. 2006. Why vegetation increases pine weevil damage: Bridge or shelter? *Forest Ecology and Management* 225, 368-377
- Sundblad, L.G. 2009. Grävmaskinburet aggregat klarar både inversmarkberedning och högläggning. *Skogforsk, Resultat nr 11*, 2009.
- Söderström, V., Bäcke, J., Byfalk, R., and Jansson, C. 1978. Comparison between planting in mineral soil heaps and some other soil treatment methods. Department of silviculture, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, Sweden. Report 11, (In Swedish with English summary).
- Örlander, G. and Nordlander, G. 2004. Effects of field vegetation control on pine weevil (*Hylobius abietis*) damage to newly planted Norway spruce seedlings. *Annales des Sciences Forestieres* 60, 667-671.