



SKOGSMÄSTARPROGRAMMET
Examensarbete 2016:09

Utrustning för applicering av vax för skydd av skogsplantor mot snytbaggeangrepp

*Equipment for application of wax for seedling
protection against damages caused by Pine weevil*



Adam Everås

Utrustning för applicering av vax för skydd av skogsplantor mot snytbaggeangrepp

Equipment for application of wax for seedling protection against damages caused by Pine weevil

Adam Everås

Handledare: Daniel Gräns, SLU Skogsmästarskolan

Examinator: Eric Sundstedt, SLU Skogsmästarskolan

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Självständigt arbete (examensarbete) med nivå och fördjupning G2E med möjlighet att erhålla kandidat- och yrkesexamen

Kurstitel: Kandidatarbete i Skogshushållning

Kurskod: EX0624

Program/utbildning: Skogsmästarprogrammet

Utgivningsort: Skinnskatteberg

Utgivningsår: 2016

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Serienamn: Examensarbete /SLU, Skogsmästarprogrammet

Serienummer: 2016:09

Omslagsbild: Fotograf Adam Everås.

Nyckelord: snytbagge, mekaniska skydd, beläggningsskydd



Sveriges lantbruksuniversitet
Skogsvetenskapliga fakulteten
Skogsmästarskolan

FÖRORD

Det här examensarbetet ingår i kursen Skogshushållning på nivå C grund. Kursen omfattar 15 högskolepoäng, vilket motsvarar 10 veckors heltidsstudier och hålls på Skogsmästarskolan i Skinnskatteberg.

Jag vill tacka alla som har varit inblandade i mitt examensarbete, speciellt vill jag tacka min handledare Daniel Gräns samt min uppdragsgivare ÅSSI Plantskydd AB.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	<u>iii</u>
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	<u>v</u>
1. ABSTRACT	<u>1</u>
2. INLEDNING	<u>3</u>
2.1 Företagspresentation	<u>3</u>
2.2 Certifieringskraven	<u>3</u>
2.3 Snytbaggens påverkan på skogsbruket	<u>4</u>
2.4 Snytbaggen	<u>4</u>
2.4.1 Snytbaggens kännetecken	<u>4</u>
2.4.2 Snytbaggens förekomst	<u>4</u>
2.4.3 Snytbaggens biologi	<u>5</u>
2.5 Snytbaggeproblematiken	<u>6</u>
2.6 Åtgärder för att minimera snytbaggeskadorna	<u>7</u>
2.6.1 Naturlig föryngring och skärm	<u>7</u>
2.6.2 Markberedning	<u>8</u>
2.6.3 Hyggesvila	<u>9</u>
2.6.4 Plantmaterial	<u>10</u>
2.7 Plantskydden	<u>10</u>
2.7.1 Kemiska skydd	<u>11</u>
2.7.2 Mekaniska skydd	<u>11</u>
2.8 Syfte	<u>14</u>
3. MATERIAL OCH METODER	<u>15</u>
3.1 Vaxanläggningen	<u>15</u>
3.1.1 Medverkande	<u>15</u>
3.1.2 Arbetsmiljö	<u>16</u>
3.1.3 Tidsstudie	<u>16</u>
3.1.4 Kostnad för skyddet räknat per planta	<u>17</u>
3.1.5 Antalet anställda per linje för vaxanläggningen	<u>17</u>
3.2 Jämförelse mellan de olika aktörerna	<u>17</u>
3.3 Vaxanläggningens konkurrenskraft jämfört med manuella metoder ...	<u>18</u>
3.4 Definitioner	<u>18</u>

4. RESULTAT	<u>19</u>
4.1 Arbetsmiljö.....	<u>19</u>
4.1.1 Ljudnivå	<u>19</u>
4.1.2 Temperatur	<u>19</u>
4.1.3 Skyddsutrustning.....	<u>19</u>
4.2 Kapacitet	<u>20</u>
4.2.1 Kapacitet uttryckt i antal plantor	<u>20</u>
4.2.2 Kapacitet beräknad som procent.....	<u>21</u>
4.3 Kostnad för skyddet räknat per planta.....	<u>22</u>
4.4 Antalet anställda per linje för anläggningen	<u>22</u>
4.5 Vaxanläggningens konkurrenskraft jämfört med manuella metoder ...	<u>22</u>
4.6 Jämförelse mellan de olika aktörerna	<u>25</u>
5. DISKUSSION	<u>27</u>
6. SAMMANFATTNING	<u>31</u>
7. REFERENSLISTA	<u>33</u>
7.1 Publikationer.....	<u>33</u>
7.2 Internetdokument.....	<u>36</u>

1. ABSTRACT

For many years Pine weevil (*Hylobius abietis*) has been one of the most common pests for young conifer seedlings in the northern part of Europe. Chemical protection was commonly used to protect conifer seedlings. Nowadays, certification systems such as FSC and PEFC are wide spread and include rules to reduce the use of chemicals. In the near future, a ban on using insecticides in forestry will be a reality and development of other kinds of Pine weevil protection will be necessary. Mechanical protection is one possible solution to reduce the damage caused by the Pine weevil.

ÅSSI Plantskydd AB has invented a new method for application of mechanical Pine weevil protection. A study of the wax machine was performed to compare the competitiveness to other systems used for treating conifer seedlings with Pine weevil protection.

The conclusions of the study are that the working environment is relatively good at the wax machine and it is possible to increase capacity in the future. The wax machine is also more profitable than manual systems at a production capacity of 2 250 000 treated seedlings per season for the first active year after the investment is done. For the following years the wax machine is more profitable than manual methods already at a production capacity of 500 000 treated seedlings per season.

2. INLEDNING

Det primära syftet med examensarbetet är att se om det finns potential för att fortsätta utveckla den vaxanläggning som ägs av företaget ÅSSI Plantskydd AB. I detta arbete undersöks om vaxanläggningen är konkurrenskraftig gentemot konkurrenterna på marknaden. Därför har en studie genomförts på ÅSSI Plantskydds vaxanläggning för barrotsplantor som är belägen i Elmshorn, Tyskland.

De senaste åren har certifieringskraven gjort att skogsbruket tvingats till att ta mer ansvar när det gäller frågor kring uthålligt skogsbruk. Skogsägare som är certifierade enligt FSC och PEFC får extra premier på virkesleveranser kopplat till att högre krav ställs på miljöhänsynen. Ett av alla kriterier är att plantering inte får ske med kemiskt behandlade plantor enligt Svensk skogsbruksstandard från FSC (FSC, 2010).

Fakta som presenteras i inledningen är en del i den litteraturstudie som har genomförts. Denna inledning kommer att bestå av en företagspresentation av ÅSSI Plantskydd AB. Vidare presenteras certifieringskraven. Därefter redogörs för snytbaggens biologi, snytbaggeproblematiken, åtgärder för att minimera snytbaggeskadorna och de olika aktuella snytbaggesskydden.

2.1 Företagspresentation

ÅSSI Plantskydd AB är ett relativt nystartat företag som har tagit fram en helt ny metod för att vaxa barrotsplantor. Företaget har konstruerat en robot som sköter momentet med att vaxa plantorna. I dagsläget finns det en robot i praktisk drift på en plantskola i Tyskland. ÅSSI Plantskydd AB har patent på vaxsystemet och försäljning av ytterligare vaxanläggningar pågår.

2.2 Certifieringskraven

FSC (Forest Stewardship Council) är en internationell medlemsorganisation där den svenska FSC-organisationen ingår i ett nätverk och är en fristående ideell medlemsorganisation. Internationella FSC arbetar för ett ansvarsfullt skogsbruk där medlemmarna kommer överens om regler och standarder som ska gälla för den som ansluter sig till organisationen. FSC ska se till så att konsumenter som köper varor som har sitt ursprung från skogen med FSC-stämpel, gör detta som en del i ett miljömedvetet val (FSC, 2015, Länk A).

För skogsägare som ej är certifierade enligt FSC får kemiskt behandlade plantor användas för skogsodling. De preparat som i dagsläget är tillåtna för dessa skogsägare är Hylobi Forest, Forester, Imprid Skog och Merit Forest WG. De tre förstnämnda är godkända att användas till och med 2015-12-31 och Merit Forest

WG är godkänd att användas till och med 2016-10-30. För skogsägare som är FSC-certifierade är det i princip förbjudet att använda kemiskt behandlade plantor vid skogsodling. Det finns ett undantag och det gäller vissa företag som får en årlig dispens för att använda Merit Forest WG och Imprid Skog (Kemikalieinspektionen, 2015, Länk B).

PEFC (Program for the Endorsement of Forest Certification) är en annan organisation som verkar för uthålligt skogsbruk. Svenska PEFC är en ekonomisk förening som omfattar tre delar: skogsskötselstandard, social standard och miljöstandard. Konsumenter som köper varor med ursprung från skogen och där det finns en PEFC-stämpel kan vara säkra på att varorna är uthålligt producerade. Inom de svenska PEFC-reglerna finns det skrivet att användande av miljögifter inom skogsbruket ska undvikas och i största möjliga mån avvecklas (Svenska PEFC Skogsstandard, 2012, Länk C).

2.3 Snytbaggens påverkan på skogsbruket

Årligen orsakar snytbaggen skador på skogsplantor för flera hundra miljoner kronor i det svenska skogsbruket. Plantor som planteras utan att några skyddsåtgärder har vidtagits kan drabbas av en mortalitet högre än 90 %. Områdena som är värst drabbade är södra och mellersta Sverige där snytbaggen utgör det största hotet mot barrplantornas överlevnad (Johansson, 2008).

2.4 Snytbaggen

Det finns tre arter av snytbaggen som livnär sig på barrträd i Norden och dessa ingår i släktet *Hylobius*. Den snytbagge som orsakar mest problem i Sverige och som i dagligt språk kallas snytbagge är *Hylobius abietis*. De andra två arterna är mindre snytbaggen (*Hylobius pinastri*) och fläckiga snytbaggen (*Hylobius excavatus*). *Hylobius pinastri* lever och fortplantar sig främst i stubbar av gran medan *Hylobius excavatus* även lever i roten på stående träd. Dessa båda arter kan även göra näringsgnag på skogsplantor likt *Hylobius abietis* (SLU, 2015, Länk D).

2.4.1 Snytbaggens kännetecken

Snytbaggen är en skalbagge som är mellan 8-14 mm lång. Snytbaggen är mörkt brun till svart med gula fläckar på halsen, täckvingarna och på buken. Huvudet är långt och smalt och liknar ett snyte, därav namnet snytbagge (Eidmann & Klingström, 1990).

2.4.2 Snytbaggens förekomst

Snytbaggen förekommer i Europa och Asien och storleken på populationen är beroende av klimatregion och avverkningsmetoder inom skogsbruket.

Kalavverkningar som är det vanligaste sättet i Sverige att avveckla skogen på gynnar snytbaggens populationsstorlek (Eidmann & Klingström, 1990).

2.4.3 Snytbaggens biologi

Snytbaggarna lockas till färska hyggen av doften från den färska veden. Svärmningen sker under våren när dagstemperaturen är 16-20°C och snytbaggarna flyger då från äldre hyggen mot de färska hyggerna (Örlander m.fl., 1997).

I normala fall startar svärmningen i maj eller juni beroende på geografiskt läge och väderlek. Svärmningen sker under två veckor och snytbaggarna flyger helst när vädret är klart och vindstilla, vilket ofta inträffar under sen eftermiddag eller på kvällen. Snytbaggarna söker sig till färska hyggen eftersom stubbar av barrträd utgör de bästa yngelplatserna, vilket förklarar varför färska hyggen är så attraktiva. Även grova grenar och stamdelar i skogen kan fungera som yngelsubstrat till snytbaggen (Eidmann & Klingström, 1990).

Äggläggningen för honorna startar strax efter svärmningen och pågår fram till augusti. Honan placerar då äggen i marken precis intill färska barrträdsstubbar. Är marken torr lägger honorna äggen mellan basten och splintveden i stubbarnas rötter istället (Eidmann & Klingström, 1990; Nordlander m.fl., 1997). En snytbaggehona lägger i genomsnitt omkring 0,8 ägg per dag under vegetationsperioden (Bylund m.fl., 2004). Larverna som kläcks ur äggen gnager sedan gångar samtidigt som de äter och då bildas en fåra i splintveden i stubben eller stamdelen där larven befinner sig. I en enda stubbe kan det finnas åtminstone 300 larver, vilket kan medföra att det kan finnas omkring 60 000 larver per hektar. När larven är fullvuxen tillverkar den en egen puppkammare i splinten där den övervintrar. I södra och mellersta Sverige sker detta sent redan under den första vegetationsperioden. I norra Sverige sker tillverkningen av puppkammaren först ett eller flera år senare. När våren kommer i maj eller juni förpuppas larven och efter tre veckors tid i puppan kläcks snytbaggen och kryper mot marknivån för att påbörja näringsgnaget. Den nya generationen snytbaggar blir könsmogna först våren därpå (Eidmann & Klingström, 1990).

För att få näring till äggproduktionen sker födointag konstant för honorna. Mot hösten avtar fortplantningsaktiviteten och då börjar snytbaggarna istället att bygga upp energireserver i kroppen för att klara vintern. Snytbaggarna som överlevt sommaren övervintrar normalt i marken och när våren kommer är de flesta av de gamla skalbaggarna tvungna att stanna kvar på samma hygge, eftersom de inte längre har flygförmågan kvar (Eidmann & Klingström, 1990).

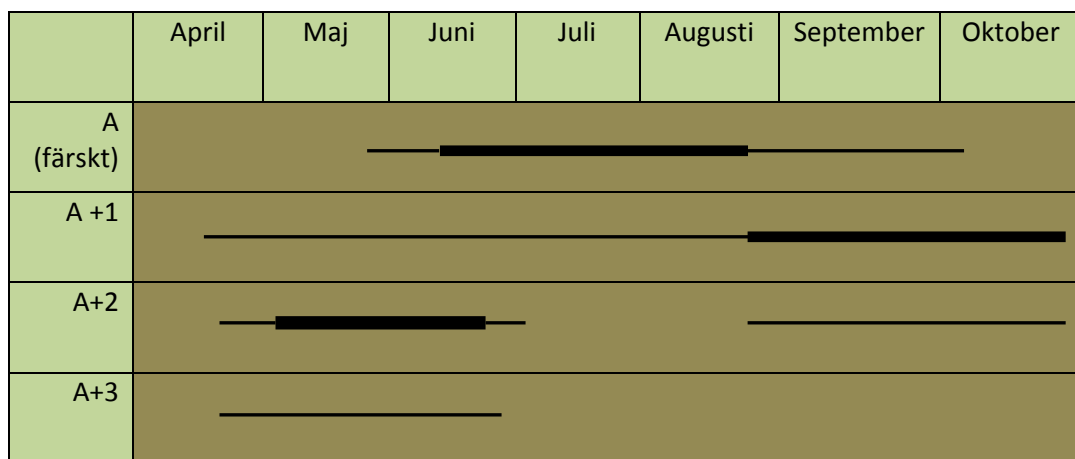
Det förekommer särskilda riskperioder (se figur 1) för snytbaggeangreppen och dessa angrepp är kopplade till snytbaggens levnadssätt och dess biologi. Snytbaggarna svärmar som nämnts ovan på våren och under perioden maj till juni kommer de inflygande till de färska hyggerna (A) (se figur 1). På det färska hygget äter snytbaggarna under hela sommaren och skadorna som uppstår sker

främst under månaderna juni och juli. Honorna lägger ägg under sommaren och snytbaggarna övervintrar sedan i marken (Nordlander, 1987).

På det 1-åriga hygget (A+1) sker ett tidigt vårgnag, orsakat av föräldradjuren som varit på hygget sedan det var färskt. De ägg som honorna producerade under föregående år då hygget var färskt har under våren på det 1-åriga hygget förpuppats och larverna kläcks någon gång under juli. Under hösten på det 1-åriga hygget kan stora skador på plantorna förväntas (se figur 1) (Nordlander, 1987; Pettersson & Samuelsson, 1995).

På det 2-åriga hygget (A+2) kommer ett tidigt vårgnag att ske orsakat av den nya generationen snytbaggar som kläcktes och orsakade det omfattande höstgnaget året dessförinnan (A+1). Ytterligare en gnagperiod kan förväntas på det 2-åriga hygget och det sker normalt på hösten i samband med att den nya generationen kläcks under juli på det 2-åriga hygget (se figur 1) (Nordlander, 1987).

På det 3-åriga hygget är skaderisken relativt låg i jämförelse med de tre tidigare åren (se figur 1). Dock är det inte förrän året efter, det fjärde året som skaderisken är så pass låg att faran för angrepp är minimal (Nordlander, 1987).



Figur 1. Riskperioderna för snytbaggeangrepp på kalavverkade ytor. Grövre linjer innebär risk för allvarigare snytbaggeskador och tunnare linjer innebär att skadorna kan förväntas bli mindre allvarliga, men att skaderisken ändå utgör ett hot mot barrträdsplantorna (efter Nordlander, 1987).

2.5 Snytbaggeproblematiken

Skogsbruket har stora problem med en hög mortalitet bland planterade barrträdsplantor där trakthyggesbruk praktiseras. Även om inte plantorna dör av skadorna, är risken stor att tillväxten och även plantans fortsatta vitalitet försämras. Anledningen till att skadenivåerna är höga där trakthyggesbruk bedrivs är att snytbaggen gynnas av trakthyggesbrukets kontinuerliga tillförsel av föda och yngelsubstrat. Dessutom är det ett varmt och gynnsamt klimat för snytbaggen på hyggena (Skogsstyrelsen, 2005).

Problemen som uppstår i samband med snytbaggens näringsgnag kan kopplas till att den gnager på de planterade barrträdsplantorna som finns på hyggena. Gnaget leder i många fall till att plantan ringbarkas och näringstransporten från rot till krona skärs av, med följden att plantorna dör (Hannerz m.fl., 2002; Jukka, 1988; Zas m.fl., 2013).

Näringsgnaget från snytbaggen sker mestadels på rötter och annan fältvegetation så som blåbärsris. Enligt Wallertz (2005) åstadkommer snytbaggarna omkring 2,9 m² gnagd yta per hektar hygge vid för södra Sverige normala populationsstorlekar. På ett hygge där 2500 täckrotsplantor per hektar planterats utgör plantorna en gnagyta på omkring 2,5 m² per hektar, vilket bevisar att snytbaggarna måste söka föda på andra platser än plantornas stam (Wallertz m.fl., 2006; Wallertz, 2005). Enligt Bylund m.fl., (2004) gnager en snytbagge i genomsnitt 23 mm² per dag, vilket stärker teorin om att snytbaggen söker den mesta födan på annat sätt än att gnaga på planterade barrträdsplantor.

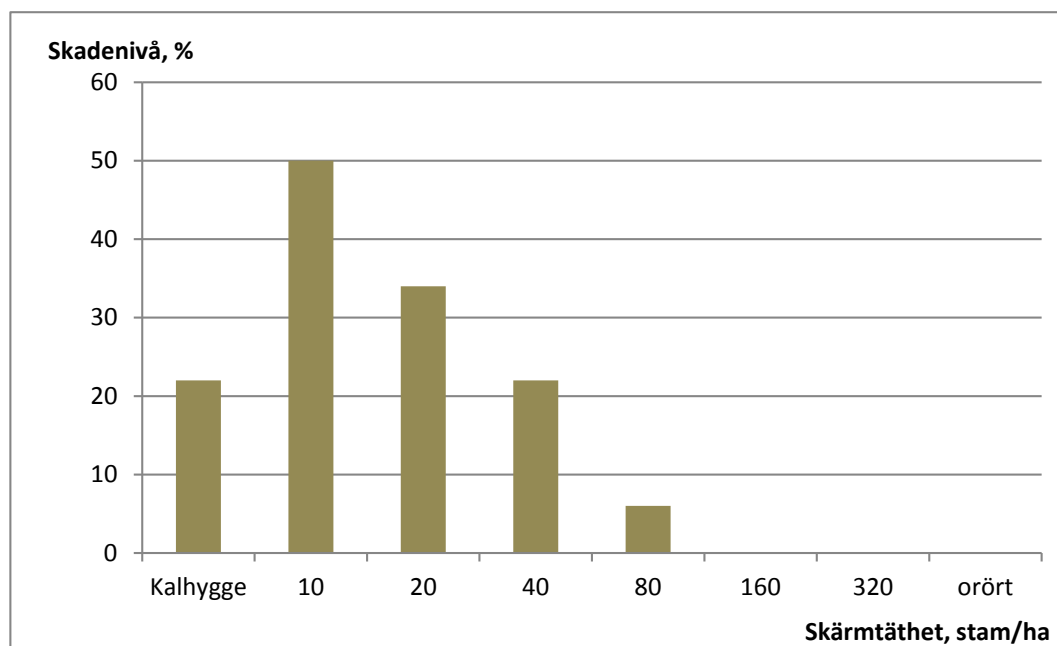
2.6 Åtgärder för att minimera snytbaggeskadorna

Det finns flera skogsskötselåtgärder för att minimera skadorna orsakade av snytbaggen. Enligt Johansson (2008) kan dödligheten hos plantorna uppgå till 90 % om inte några skyddsåtgärder vidtas. Metoder som markberedning, skärmträd, hyggesvila och mekaniskt eller kemiskt skydd av plantorna kan reducera skadorna orsakade av snytbaggen avsevärt (Johansson, 2008). Studier har visat att en kombination av skyddsåtgärder som markberedning, skärmträd och mekaniskt eller kemiskt skydd på plantorna kan hålla dödligheten på så låga nivåer som omkring 7 % (Petersson & Örlander, 2003).

2.6.1 Naturlig föryngring och skärm

Naturligt föryngrade plantor har en klenare stambasdiameter än planterade plantor under den period som snytbaggetrycket på den avverkade ytan är som störst. Detta gör att de naturligt föryngrade plantorna då inte är lika begärliga som de planterade plantorna (Danielsson m.fl., 2008).

På naturligt föryngrade hyggen där fröträden står kvar och bildar en skärm, har skadorna på föryngringen orsakade av snytbaggen visat sig bli mindre allvarliga. För att skadorna orsakade av snytbaggen ska hållas låga krävs det att skärmtätheten motsvarar minst 80 stammar per hektar, eftersom glesare skärmar tenderar att orsaka mer skador jämfört med inga skärmar alls (se figur 2). På ett hygge där fröträden står kvar finns troligtvis mer föda för snytbaggarna att tillgå, vilket gör att födopreferenserna för snytbaggen styrs mot andra alternativ än de planterade plantorna. Den kan då söka föda på grenar och rötter samt fältvegetationen istället för att gnaga på barrträdsplantorna (Von Sydow & Örlander, 1994).



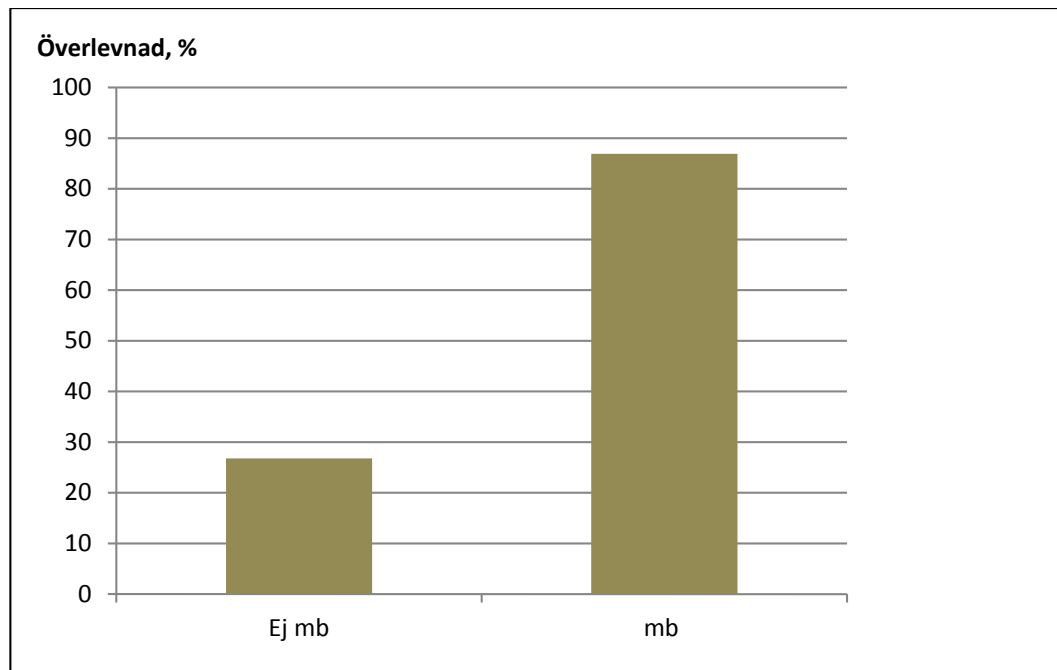
Figur 2. Skadenivåer orsakade av snytbaggen vid olika skärmtätheter (efter Von Sydow & Örländer, 1994).

Vid en naturlig föryngring lämnas i de flesta fall fröträäd och vid avvecklingen av fröträden löper barrträdsplantorna stor risk att attackeras av snytbaggen. Minsta diameter på tallplantor när fröträden avvecklas bör vara 12 mm och för granplantorna 9 mm för att snytbaggen inte ska skada mer än 20 % av föryngringen (Wallertz m.fl., 2005).

2.6.2 Markberedning

Ren mineraljord runt barrträdsplantorna är oerhört viktigt för att minska skadorna orsakade av snytbaggen (se figur 3). Vad som är orsaken till att skadorna minskar när marken är behandlad beror troligtvis på att snytbaggen då inte har skydd mot varken de predatorer eller extrema temperaturer som de annars hade haft i ren humus. Detta medför att snytbaggen inte gärna stannar upp på ytor som består av ren mineraljord. För att åstadkomma ren mineraljord runt plantorna finns det flera olika markberedningsmetoder att tillgå (Petersson m.fl., 2006; Luoranen & Viiri, 2012).

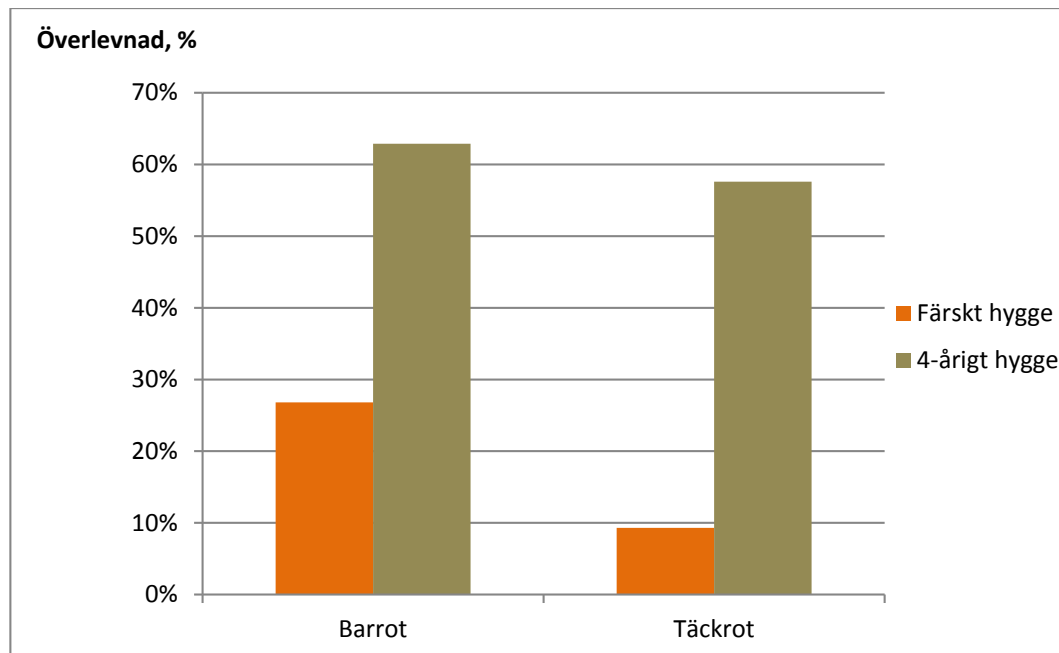
De markberedningsmetoder som finns att tillgå i dagsläget är harvning, högläggning, inversmarkberedning, fläckmarkberedning samt bränning (Skogsstyrelsen, 2015, Länk E). Bränning är dock en markberedningsmetod som ej bör användas i de områden där populationerna av snytbaggar är höga. Det beror på att bränning visat sig leda till en ökning av skadorna orsakade av snytbaggen (Pitkänen m.fl., 2008).



Figur 3. Överlevnaden hos barrrotsplantor av gran på ett färskt hygge i procent. Jämförelse mellan ej markberedd mark där humus är kvar (ej mb) och markberedd mark (mb) där mineraljorden frilagts (efter Örlander & Nilsson, 1999).

2.6.3 Hyggesvila

För att minska skadorna på planteringar orsakade av snytbaggen kan hyggesvila tillämpas (se figur 4). För att hyggesvilan ska minska antalet döda och skadade plantor bör den vara under minst 4 till 5 år (Örlander & Nilsson, 1999). Enligt Von Sydow (1997) medför en kort hyggesvila motsvarande 2 år räknat från när hygget var färskt störst risk för skador på barrträdsplantor orsakade av snytbaggen och en hyggesvila på 4 år efter att hygget var färskt ger lägst nivå på skadorna. Studiens sista kontroll av överlevande plantor skedde vid år 4 räknat från när hygget var färskt (Von Sydow, 1997). Problemet som uppstår om 4 till 5 års hyggesvila ska tillämpas är att det strider mot Skogsvårdslagen § 5 som reglerar när förnygringsåtgärder ska vara utförda på förnygringsavverkade ytor. I Skogsvårdslagen finns det en förordning som innebär följande: "Finns en skyldighet att anlägga ny skog ska sådd, plantering eller åtgärder för naturlig förnygring ha utförts senast under det tredje året räknat från det år då skyldigheten uppkom" (Skogsstyrelsen, 2015).



Figur 4. Överlevnad för täckrots- och barrotsplanter på ett färskt hygge samt ett 4-årigt hygge (efter Örlander & Nilsson, 1999).

2.6.4 Plantmaterial

Stambasdiametern på en barrträdsplanta har relativt stor inverkan på hur allvarliga skadorna orsakade av snytbaggen blir. Vad det gäller planterade i omärkbared mark, har det visat sig att risken är mindre att plantorna dödas av snytbaggen om de har en grov stambasdiameter vid planteringen (Thorsén m.fl., 2001).

Försök med att plantera ut miniplantor av både tall (*Pinus sylvestris*) och gran (*Picea abies*) har genomförts för att studera om miniplantorna blir mindre angripna och skadade av snytbaggen. Miniplantorna odlas i 10 veckor på plantskolan innan de är redo att planteras ut på hyggena (Danielsson m.fl., 2008). Enligt Danielsson m.fl., (2008) var skadorna på vanliga täckrotsplanter av gran nästan 10 gånger mer omfattande än skadorna på miniplantor för samma trädslag.

Sticklingar är skott från planter som sedan planteras i en kruka innan de ska planteras ut på hyggena. Denna typ av vegetativt förökade planter anses vara mer motståndskraftiga mot snytbaggen än vanliga fröplanter. Orsaken till detta fenomen är troligtvis att sticklingarna har mer barr på rotdelen samt en tjockare och kraftigare bark (Hannerz m.fl., 2002).

2.7 Plantskydden

Att enbart tillämpa ovanstående förebyggande åtgärder för att förhindra snytbaggeangrepp på barrträdsplanter räcker inte alltid för att skadenivån ska vara acceptabel. Därför finns det plantskydd att applicera på plantan för att snytbaggen inte ska angripa den. I dagsläget finns det både kemiska och

mekaniska plantskydd för kommersiellt bruk och resultaten angående skyddseffekten varierar mellan olika typer av skydd (Andersson, 2007).

2.7.1 Kemiska skydd

Historiskt har kemiska snytbaggesskydd använts flitigt, från 1950-talet när plantorna behandlades med DDT till 1980-talet när Permetrin blev godkänt. Insekticidanvändningen på plantor tog fart år 2003 då två nya preparat blev godkända (SLU, 2015, Länk F). Med tanke på dagens certifieringskrav samt ökad miljömedvetenhet så minskar användningen av kemiska preparat för varje år som går (FSC, 2015, Länk A; Svenska PEFC Skogsstandard, 2012, Länk C). Det finns i dagsläget fyra bekämpningsmedel som innehåller kemiska preparat som fortfarande får användas i skogsbruket. Dessa är Hylobi Forest, Forester, Imprid skog och Merit Forest WG (SLU, 2015, Länk G).

Skyddseffekten för insekticidbehandlade plantor är god, men för att erhålla ett fullgott skydd för plantan även efter första året, krävs ombehandling av plantorna med insekticiden. Det vanligaste sättet att behandla plantorna med insekticider sker genom en första behandling i plantskolan och därefter behandlas plantorna manuellt på hygget med en ryggspruta. Ombehandlingen sker normalt på våren året efter att plantorna planterats (Härlin & Eriksson, 2014; Nordlander & Petersson, 2009). Skyddseffekten för Merit Forest jämfört med ett antal mekaniska skydd på barrotsplantor och täckrotsplantor studerades av Härlin (2014) och återges i figur 5 och 6. Mortaliteten var för täckrotsplantorna något högre för Merit Forest jämfört med de mekaniska skydden som inkluderades i undersökningen. För barrotsplantor var situationen dock den omvända (se figur 6).

2.7.2 Mekaniska skydd

Insekticidbehandling av barrträdsplantor har under en längre tid varit det vanligaste sättet att behandla plantor för att minska snytbaggeskadorna. En omfattande ökning gällande användningen av mekaniska snytbaggesskydd sker dock. Detta sker främst med anledning av FSC-kraven, men även politiken och allmänhetens ökande miljömedvetenhet har en inverkan på att skogsbruket väljer att minimera andelen giftbehandlade plantor (Härlin & Eriksson, 2014).

Mekaniska plantskydd delas in i två typer och dessa är beläggningsskydd och barriärskydd. Beläggningsskydden består av vätska så som vax, gummimaterial eller lim som värms upp innan applicering för att sedan stelna när det svalnar. Beläggningsskydden kan appliceras på plantans nederdel genom att plantan doppas i skyddet eller genom att skyddet sprayas eller målas på plantan. Barriärskydden består oftast av en hylsliknande modul tillverkad av plast eller papper. Barriärskydden appliceras normalt manuellt redan på plantskolan eller via applicering som görs av plantören innan plantering. Barriärskydden kan delas in i två ytterligare grupper och dessa är skydd med kant och skydd utan kant (Skogsstyrelsen, 2005; Petersson m.fl., 2004; Nordlander m.fl., 2001).

För beläggningsskydden är det oerhört viktigt att det finns en god töjbarhetsförmåga. Detta är viktigt, eftersom plantans diametertillväxt de första åren efter planteringen ökar markant. Ett problem som uppstår då beläggningsskyddet sitter för hårt är att plantan stranguleras, vilket innebär att plantan får försämrad kvalitet och vitalitet (Johansson, 2008; Nordlander m.fl., 2001). Normalt har denna typ av skydd bra verkan under det första året, men därefter minskar skyddseffekten drastiskt då materialet spricker (Härlin & Eriksson, 2014; Petersson m.fl., 2007).

För barriärskydden är det viktigt att det finns en svag länk som gör att skyddet lossnar från plantan inom några år. Problemet med några av dagens barriärskydd är att de lossnar antingen för tidigt eller för sent och får därmed sämre skyddsförmåga. Normalt har denna typ av skydd en bra effekt under första året likt beläggningsskydden, men skyddseffekten avtar därefter (Johansson, 2008; Härlin & Eriksson, 2012). De skydd som används för kommersiellt bruk i dagsläget på barrotsplantor är Bugwax (Norsk Wax, 2015, Länk H) och Multipro (Wallertz, 2012). De skydd som används för kommersiellt bruk i dagsläget på täckrotsplantor är Cambiguard och Conniflex (Wallertz, 2012).

Cambiguard

Cambiguard är ett beläggningsskydd och består av ett vitt syntetiskt material som är elastiskt. Skyddets effekt gällande mortalitet för plantorna presenteras i figur 5. Cambiguard är framtaget av Södra Skogsägarna (Härlin & Eriksson, 2014).

Conniflex

Conniflex är ett beläggningsskydd som består av en tunn beläggning av ett vattenbaserat lim och ett lager med fin sand (ca 0,2 mm) som fäster på limmet. Skyddet är töjbart och har en relativt god skyddseffekt (se figur 5). Appliceringen av skyddet sker maskinellt i plantskolan (Härlin & Eriksson, 2014; Nordlander m.fl., 2009).

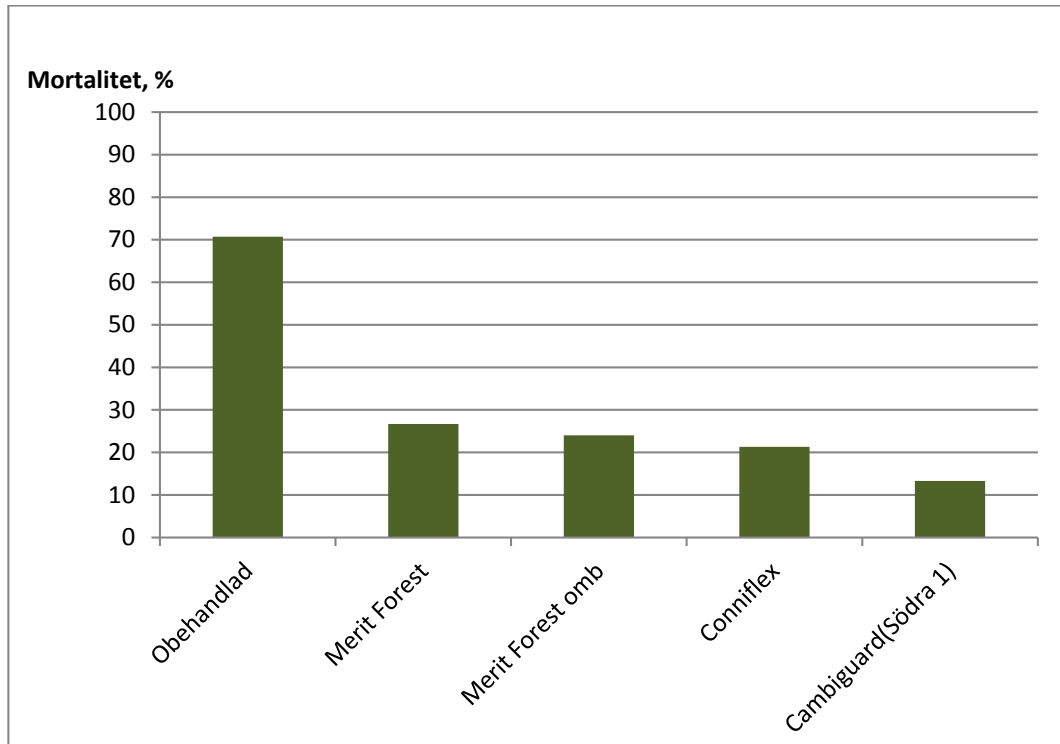
Bugstop/Bugwax

Bugstop/Bugwax är ett vax som också har benämningen Kvae och tillverkas av Norsk Wax. Vaxet består av paraffin med inblandning av ett vitt färgämne. Det finns olika varianter av Bugstop/Bugwax, bl.a. Bugstop C/Bugwax C. Skyddets effekt gällande mortalitet för plantorna presenteras i figur 6. Vaxet kan appliceras på såväl barrotsplantor som täckrotsplantor (Härlin & Eriksson, 2014; Norsk Wax, 2015, Länk H).

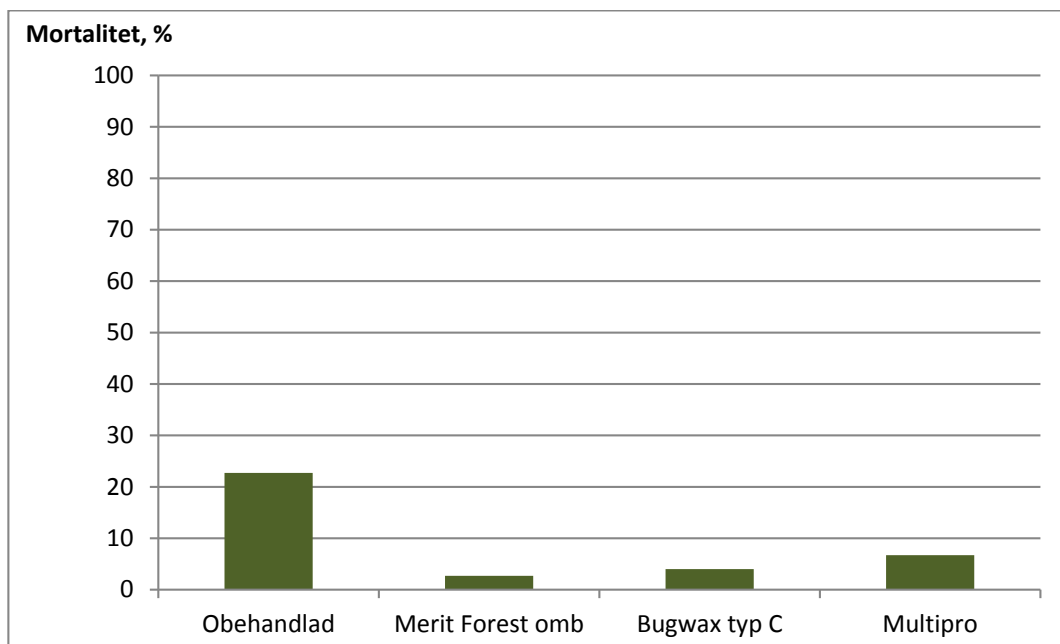
Multipro

Multipro är ett barriärskydd som är framtaget av ProForestry, men uppköpt av Svenska Skogsplantor (Sveaskog, 2015, Länk I). Skyddet består av papper som är doppat i paraffin till omkring 2/3 av höjden för att det ska vara tåligare mot väder och vind. Skyddets effektivitet gällande mortaliteten presenteras i figur 6. Skyddet går emot stammen på plantan i dess övre del för att minimera risken att snytbaggarna ska ta sig in den vägen. Skyddet appliceras manuellt på plantan i

plantskolan och är sedan direkt färdigt för plantering. Multipro är avsedd att användas till barrotsplantor samt för TePlusplantor (Härlin & Eriksson, 2014; Svenska Skogsplantor, 2013).



Figur 5. Andelen döda eller svårt skadade täckrotsplantor med olika snytbaggesskydd på ej markberedda ytor andra året efter plantering (efter Härlin, 2014).



Figur 6. Andelen döda eller svårt skadade barrotsplantor med olika snytbaggesskydd på ej markberedda ytor andra året efter plantering (efter Härlin, 2014).

2.8 Syfte

Syftet med examensarbetet är att undersöka potentialen för fortsatt utveckling av ÅSSI Plantskydd AB:s vaxanläggning för barrotsplantor. De frågeställningar som tas upp i rapporten behandlar följande områden:

- Arbetsmiljö
- Kapacitet
- Kostnad för skyddet räknat per planta
- Antal anställda per produktionslinje
- Vaxanläggningens konkurrenskraft jämfört med manuella metoder

Dessutom kommer en jämförelse mellan de olika aktörerna på marknaden att presenteras vad gäller investeringskostnad och kapacitet, uttryckt i antalet behandlade plantor per tidsenhet. Jämförelsen ska kunna ge svar på om kapaciteten är tillräckligt hög för den studerade vaxanläggningen. Dessutom undersöks det om investeringskostnaden ligger på en rimlig nivå i förhållande till kapaciteten.

Ytterligare ett syfte med examensarbetet är att vara en del i den kedja som driver på utvecklingen av nya fungerande snytbaggesskydd som är miljövänliga samtidigt som de är kostnadseffektiva.

3. MATERIAL OCH METODER

I denna del av rapporten beskrivs den studerade vaxanläggningen och de metoder som använts för att samla in och bearbeta den information som presenteras i resultatdelen.

3.1 Vaxanläggningen

För att ta reda på svaren till de olika frågeställningar som presenterades i inledningen i denna rapport, gjordes ett besök på den plantskola i Tyskland där vaxanläggningen fanns placerad. Anläggningen var uppbyggd i en större oisolerad lokal (se figur 7). Totalt ägnades fyra dagar åt att studera vaxanläggningen samt att utföra de mätningar som krävdes för att genomföra studien. Testerna utfördes från 2015-06-15 till 2015-06-18.

Vaxanläggningen var vid studiens utförande anpassad för att vaxa barrotsplantor av gran och studien har koncentrerats till produktion med denna typ av plantor.



Figur 7. Den studerade vaxanläggningen var placerad inne i en större hall (foto: Adam Everås).

3.1.1 Medverkande

Medverkande under de fyra dagar som spenderades vid vaxanläggningen var Silvio Wirth, ägare till ÅSSI Plantskydd AB. Även anställda på plantskolan i

Tyskland som arbetade med vaxningen av plantorna var delaktiga under de fyra dagar som studien pågick.

3.1.2 Arbetsmiljö

För att ta reda hur arbetsmiljön var i området i och kring vaxanläggningen mättes ljudnivån och temperaturen. Information om vilka skyddskläder som var nödvändiga registrerades också. För att mäta ljudnivån användes Arbetsmiljöverkets mobila applikation, vilket gav en indikation på hur hög bullernivån var inne i vaxanläggningen (Arbetsmiljöverket, 2015, Länk J). Genom kontakt med plantskolans personal samt ägaren av ÅSSI Plantskydd AB erhöles information om normaltemperaturen inne vid roboten. Dessutom erhöles information om vad normaltemperaturen var utanför roboten där påläggning av plantor på transportbandet in mot roboten samt paketering skedde. Information om vilka skyddskläder som användes för arbetet med vaxning av plantorna erhöles genom kontakt med ägaren av ÅSSI Plantskydd AB (personlig kommunikation: Silvio Wirth, ägare av ÅSSI Plantskydd AB, 2015-06-18).

3.1.3 Tidsstudie

Tidsstudien utfördes med hjälp av ett tidtagarur och under varje moment där roboten (se figur 8) förflyttades mättes tidsåtgången. På så vis erhöles så kallade mellantider som sedan kunde adderas för att beräkna den totala tidsåtgången för hela krancykeln från att roboten tog plantorna tills dess att den tog en ny omgång med plantor. En tidsstudie av alla moment tillsammans utfördes också för att kontrollera att den totala tidsåtgången från det att roboten tog plantor till dess att den lämnade plantorna skulle bli korrekt. I tidsstudien togs inte hundradelar och tiondelar med i beräkningarna, eftersom det inte var möjligt att mäta så noggrant med ett vanligt tidtagarur.



Figur 8. Roboten som vaxar plantorna med hjälp av ett aggregat som kan greppa 12 plantor (foto: Adam Everås).

För att kunna beräkna kapaciteten krävdes ingångsvärden som antalet sekunder per krancykel, antalet plantor som vaxades per krancykel samt utnyttjandegraden. Dessa data samlades in via tidsstudien av robotens krancykel. Kapaciteten hos vaxanläggningen beräknades därefter per linje, med endast en robot som vaxade plantorna.

I resultatdelen presenteras värden för **den nuvarande kapaciteten** i vaxanläggningen efter att modifieringar gjorts. Dessutom anges värden för **föregående kapacitet** samt **framtida kapacitet**. Dessa beräkningar är grundade på insamlad data om utnyttjandegraden för roboten, tiden för en krancykel samt antalet plantor som behandlas per krancykel (se tabell 1). Den s.k. nuvarande kapaciteten på vaxanläggningen beräknades som antal plantor som i nuläget vaxades per timma samt under ett dagsverke på 8 timmar effektiv tid. Anläggningen hade nyligen genomgått ett antal modifieringar. Den s.k. föregående kapaciteten kunde därför beräknas med hjälp av tidigare uppmätta värden angående utnyttjandegrad, tid per krancykel samt antal plantor per krancykel innan de aktuella förbättringarna hade genomförts. Den s.k. framtida kapaciteten beräknades med hjälp av i studien uppmätta värden angående utnyttjandegrad, tid per krancykel samt antalet plantor per krancykel. Utnyttjandegraden var då densamma som vid beräkningarna av den nuvarande kapaciteten, men högre än vid beräkningarna av den föregående kapaciteten. Tiden per krancykel togs fram genom att minska tiden per krancykel till 10 sekunder istället för de 13 sekunder som gällde för beräkningarna av nuvarande och föregående kapacitet (se tabell 1).

3.1.4 Kostnad för skyddet räknat per planta

För att beräkna snytbaggesskyddets materialkostnad per planta, användes erfarenhetstal för att i första skedet beräkna vaxåtgången som visade sig vara omkring 5 gram vax per planta (personlig kommunikation: Silvio Wirth, ägare av ÅSSI Plantskydd AB, 2015-06-18). Därefter beräknades kostnaden för vaxet per planta genom att priset på vaxet var känt, samtidigt som vaxåtgången var känd.

3.1.5 Antalet anställda per linje för vaxanläggningen

För att komma fram till antalet anställda som krävdes för att vaxanläggningen skulle kunna arbeta i full drift ställdes frågor angående respektive anställdes arbetsuppgifter på vaxanläggningen. Dessa frågor ställdes till ägaren av ÅSSI Plantskydd AB (personlig kommunikation: Silvio Wirth, ägare av ÅSSI Plantskydd AB, 2015-06-18).

3.2 Jämförelse mellan de olika aktörerna

En jämförelse gällande kapaciteten och investeringskostnaden för anläggningar med syfte att applicera snytbaggesskydd på barrotsplantor gjordes bland ett antal övriga aktörer på marknaden. Kapaciteten i jämförelsen uttrycktes som antalet

plantor som fick snytbaggesskydd applicerat per timme. De olika aktörerna hade olika plantkapaciteter på respektive anläggning. De företag som valde att ställa upp i jämförelsen mellan de olika snytbaggesskydden var ÅSSI Plantskydd AB och Tronrud Engineering. Siffrorna från ÅSSI Plantskydd AB erhöles från en del av studiens resultat. Siffrorna för den manuella metoden erhöles genom personlig kontakt med ägaren av ÅSSI Plantskydd AB (personlig kommunikation: Silvio Wirth, ägare av ÅSSI Plantskydd AB, 2015-06-17). Siffrorna för kapaciteten på den vaxanläggning som tagits fram av Tronrud Engineering erhöles genom kontakt med försäljningschefen på Tronrud Engineering (personlig kommunikation: Nils Elsrud, försäljningschef på Tronrud Engineering, 2015-07-06).

3.3 Vaxanläggningens konkurrenskraft jämfört med manuella metoder

ÅSSI Plantskydd AB har tidigare vaxat barrotsplantor av gran manuellt och därför fanns ett intresse av att studera vid vilken kvantitet vaxade plantor som det var mest kostnadseffektivt att använda den robotförsedda vaxanläggningen. För att ta reda på detta krävdes ingångsvärden för den manuella metoden gällande kapacitet per timme, investeringskostnader, vaxåtgång samt personalåtgång. Dessa värden erhöles av ägaren av ÅSSI Plantskydd AB och är så kallade erfarenhetstal (personlig kommunikation: Silvio Wirth, ägare av ÅSSI Plantskydd AB, 2015-06-18). Ingångsvärdena för roboten erhöles genom den aktuella studien på vaxanläggningen samt genom erfarenhetstal (personlig kommunikation: Silvio Wirth, ägare av ÅSSI Plantskydd AB, 2015-06-18).

Beräkningarna utfördes från år 1 efter genomförd investering genom att investeringskostnad, personalkostnad, vaxkostnad samt servicekostnad inkluderades i beräkningarna (se figur 11). För år 2 och år 3 efter genomförd investering gjordes liknande beräkningar, men skillnaden var att investeringskostnaden då inte inkluderades (se figur 12), eftersom den i detta förenklade fall antogs vara betald redan år 1. För figur 13 och 14 har såväl kostnader som intäkter beräknats och fördelats på tre år (se figur 13 och 14).

3.4 Definitioner

Här beskrivs de olika begrepp som används i rapporten.

Krancykkel: Är den tid det tar för roboten från det att den greppar plantorna till dess att den greppar nya plantor.

Utnyttjandegrad: Är den procentuella andel av tiden där roboten är i drift inklusive driftstopp. Utnyttjandegraden är beräknad per timme.

4. RESULTAT

I resultatdelen presenteras svaren på frågeställningarna som finns med i inledningen och som är en del i att uppnå syftet med rapporten. Information om följande parametrar kommer att ges i resultatdelen:

- Arbetsmiljö
- Kapacitet
- Kostnad för skyddet räknat per planta
- Antalet anställda per produktionslinje
- Vaxanläggningens konkurrenskraft jämfört med manuella metoder

En jämförelse mellan de olika aktörerna gällande kapacitet per tidsenhet samt investeringskostnad för de anläggningar som applicerar snytbaggskydd kommer även att redovisas i resultatdelen.

4.1 Arbetsmiljö

Överlag var arbetsmiljön god på vaxanläggningen med avseende på ljudnivå, temperatur och skadliga kemikalier. Inga giftiga ämnen förekom under vaxmomentet eller i anknytning till vaxanläggningen. Vaxet som användes kom från det norska företaget Norsk Wax och vaxet hade benämningen Kvaee eller Bugstop.

4.1.1 Ljudnivå

Under två minuters mätning när vaxanläggningen var i full drift mättes ljudnivån till i medeltal 69,6 dB. Den maximala ljudnivån som uppmättes var under en kort tid 83,2 dB.

4.1.2 Temperatur

Temperaturen i området där roboten arbetade var mellan 15-20°C beroende på lufttemperaturen utomhus. Utanför området där roboten var placerad rådde en temperatur på mellan 0 – 25°C och var även där beroende av utomhustemperaturen.

4.1.3 Skyddsutrustning

För att arbeta med att vaxa plantor på denna anläggning krävdes endast skyddshandskar.

4.2 Kapacitet

Kapaciteten hos vaxanläggningen anges för tre olika scenarior, föregående kapacitet, nuvarande kapacitet och framtida kapacitet. Varje krancykel varade i nuläget i omkring 13 sekunder och under den tiden greppade och vaxbehandlade roboten 12 plantor för att sedan lägga ned dem i en behållare och därefter göra sig redo för att greppa nästa omgång med plantor (se tabell 1).

Utnyttjandegraden var avsevärt mycket lägre vid beräkningar av den föregående kapaciteten på grund av kontinuerligt återkommande driftstopp. Tiden per krancykel var identisk för den föregående kapaciteten och den nuvarande kapaciteten. Antal plantor som behandlades per krancykel var lika i alla försöksled (se tabell 1).

Tabell 1. Tabellen visar studiens uppmätta värden för utnyttjandegrad, tid per krancykel samt antalet plantor per krancykel för de tre olika kapacitetsberäkningarna.

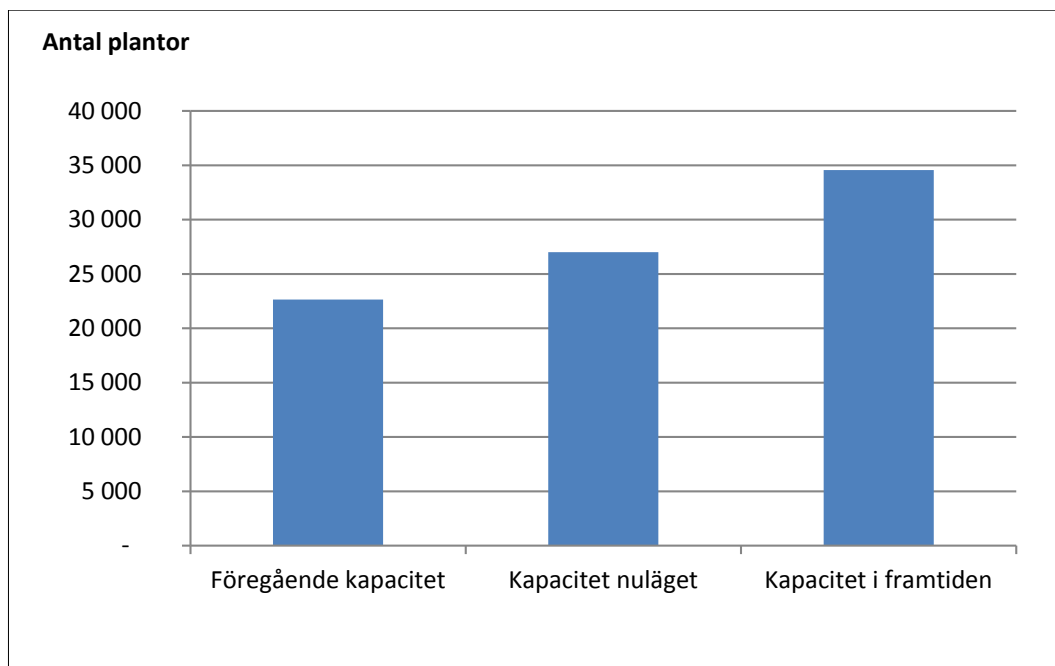
	Föregående kapacitet	Nuvarande kapacitet	Framtida kapacitet
Utnyttjandegrad, procent:	83 %	100 %	100 %
Tid per krancykel, sekunder:	13	13	10
Antalet plantor per krancykel:	12	12	12

4.2.1 Kapacitet uttryckt i antal plantor

Kapaciteten för vaxanläggningen ägd av ÅSSI Plantskydd AB var innan de senaste förbättringarna av anläggningen 2831 plantor per timma inklusive driftstopp. På ett dagsverke (8 timmar) klarade vaxanläggningen att behandla 22 648 plantor inklusive driftstopp (se figur 9).

I dagsläget hade kapaciteten höjts genom ett antal modifieringar på vaxanläggningen och främst då på roboten. Tiden för krancykeln var samma som den var före förbättringen, men skillnaden var att andelen driftstopp minskats drastiskt. Detta medförde att kapaciteten per timma var 3377 plantor, vilket resulterade i att kapaciteten på ett dagsverke (8 timmar) var omkring 27 012 plantor (se figur 9).

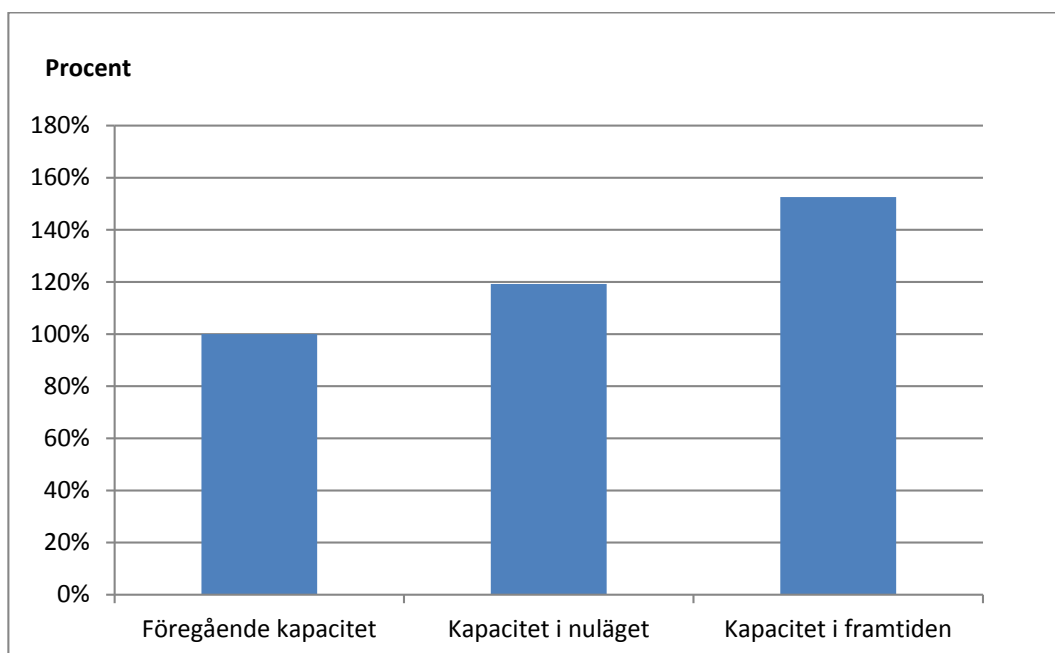
I framtiden antas att krancykeln kan förkortas samtidigt som antalet driftstopp är samma som i nuläget, vilket skulle medföra att kapaciteten blev högre på hela vaxanläggningen. Kapaciteten skulle i framtiden då kunna öka till 4320 plantor per timme. Räknat per dagsverke (8 timmar) skulle detta betyda en ökning av kapaciteten till 34 560 plantor (se figur 9).



Figur 9. Föregående kapacitet, nulägets kapacitet samt eventuell framtida kapacitet uttryckt som antalet plantor per dagsverke (8 timmar) för den studerade vaxanläggningen.

4.2.2 Kapacitet beräknad som procent

Kapaciteten har ökat med omkring 19 procent genom att roboten förbättrats så att antalet driftstopp minskat i förhållande till föregående kapacitet. Den framtida kapaciteten antas öka med omkring 53 procent i jämförelse med den föregående kapaciteten (se figur 10).



Figur 10. Föregående kapacitet, nuvarande kapacitet och eventuell framtida kapacitet uttryckt som procent i förhållande till föregående kapacitet som antas vara 100 procent.

4.3 Kostnad för skyddet räknat per planta

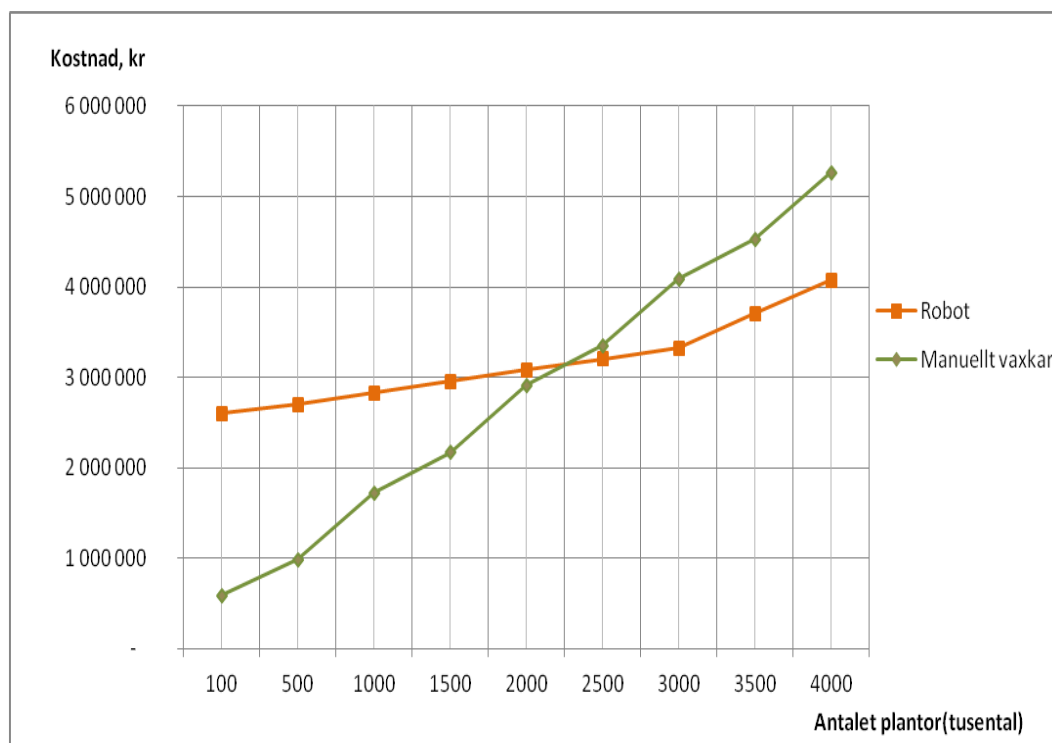
Vaxanläggningen behandlade barrotsplantor av gran med ett beläggningsskydd bestående av vax. Kostnaden för enbart vaxet per planta var för ÅSSI Plantskydd AB omkring 25 öre.

4.4 Antalet anställda per linje för anläggningen

För att vaxanläggningen skulle kunna uppnå full kapacitet krävdes det att två personer arbetade med att lägga på plantor på transportbandet in till roboten. Utöver dessa två personer, arbetade en person på plantskolan med att tömma de färdigvaxade plantorna ur de två vagnar där roboten släppte plantorna efter att de vaxbehandlats. Därefter skulle plantorna paketeras, vilket skedde i anknypning till vaxanläggningen.

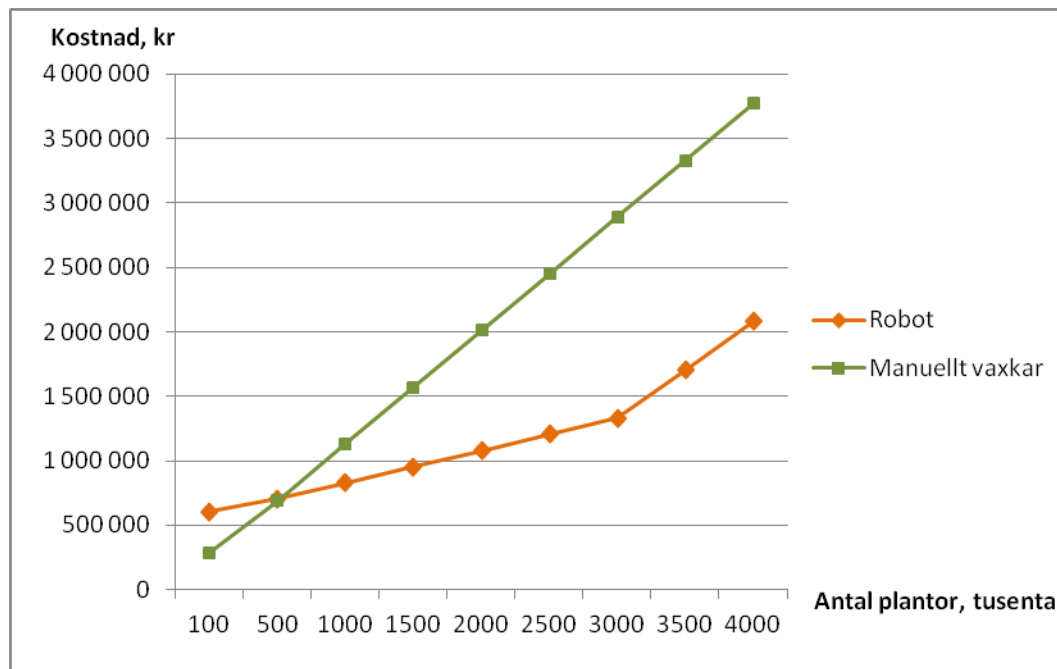
4.5 Vaxanläggningens konkurrenskraft jämfört med manuella metoder

Vaxanläggningen som ÅSSI Plantskydd AB tagit fram var lönsammare att använda för vaxning av barrotsplantor av gran jämfört med att använda manuella vaxkar vid >2 250 000 vaxbehandlade plantor per säsong (se figur 11). Detta gällde enbart för år 1 från det att investeringen i robotanläggningen gjorts. Beräkningarna baserades på att en säsong för att vaxa plantor startade i november och slutade i april, vilket resulterade i 6 månader.



Figur 11. Total investeringskostnad år 1 i förhållande till antal behandlade plantor per säsong (6 mån) för en robotanläggning respektive manuella metoder.

För år 2 och år 3 efter att investeringen gjorts visade resultatet att det var lönsammare att ha investerat i en robotanläggning istället för att använda manuella metoder redan vid en plantkvanitet på omkring 500 000 plantor per säsong (se figur 12).



Figur 12. Total kostnad år 2 och år 3 i förhållande till antal behandlade plantor per säsong (6 mån) för en robotanläggning respektive manuella metoder.

Indata för figur 13 och 14 som visar kostnader och intäkter under tre år för vaxanläggningen samt för manuella metoder presenteras i tabell 2 respektive 3 och har tagits fram som en del av denna studie samt delvis från så kallade erfarenhetstal (personlig kommunikation: Silvio Wirth, ägare av ÅSSI Plantskydd AB, 2015-06-17).

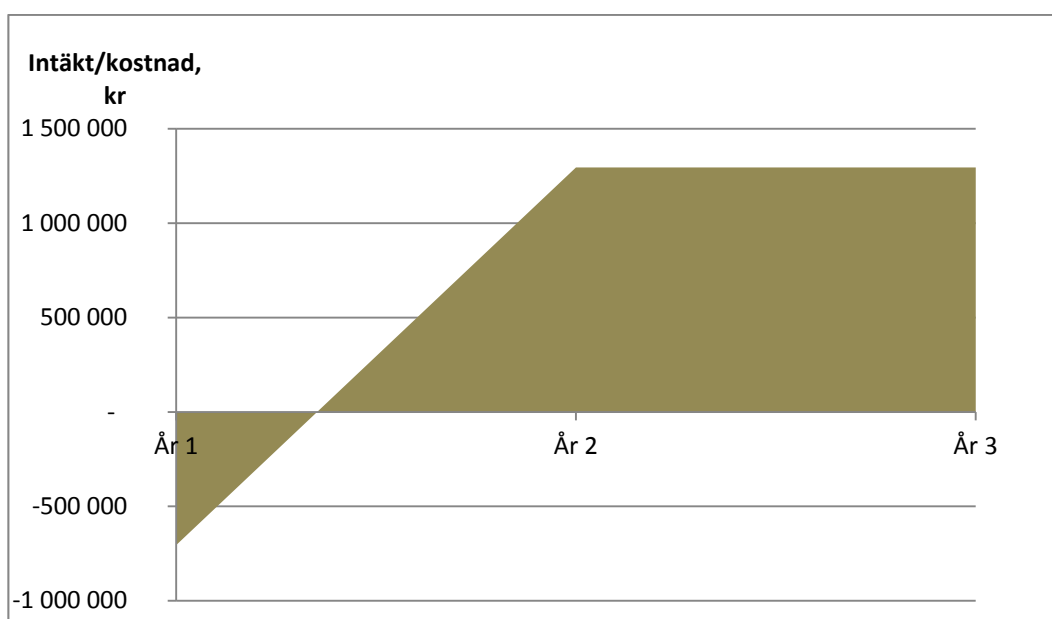
Tabell 2. Indata för att beräkna kostnader och intäkter för vaxanläggningen.

	Robot
Vaxkostnad:	0,25 öre/planta
Personalkostnad:	500 000 kr/anställd och år
Personalkostnad per säsong:	250 000 kr/anställd och säsong (6 mån)
Investeringskostnad:	2 000 000 kr/vaxanläggning
Intäkt per planta:	1 kr
Antal plantor per säsong:	2 500 000 plantor

Tabell 3. Indata för att beräkna kostnader och intäkter för manuella metoder.

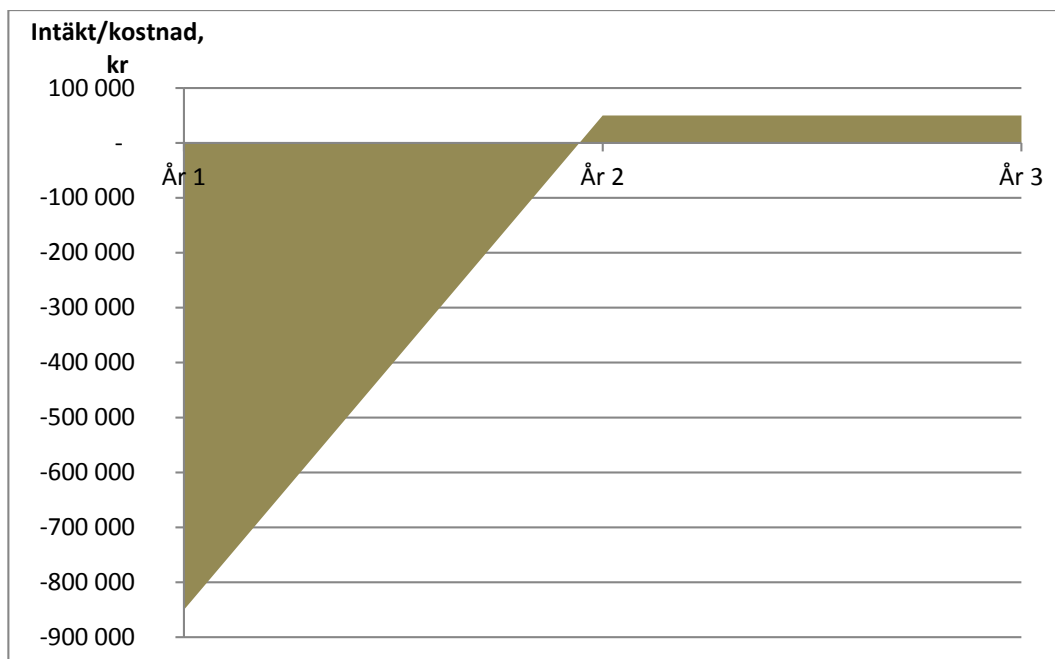
	Manuella metoder	
Vaxkostnad:	0,38	öre/planta
Personalkostnad:	500 000	kr/anställd och år
Personalkostnad per säsong:	250 000	kr/anställd och säsong (6 mån)
Investeringskostnad:	300 000	kr/vaxkar med tillhörande utrustning
Intäkt per planta:	1	kr
Antal plantor per säsong:	2 500 000	plantor

I figur 13 presenteras resultatet från studien där både intäkter och kostnader är medräknade för vaxanläggningen till skillnad från figur 11 och 12 där enbart kostnaden är inkluderad. I figur 13 framgår det tydligt att vaxanläggningen ger en intäkt redan under andra året.



Figur 13. Kostnaderna samt intäkterna för vaxanläggningen under tre år.

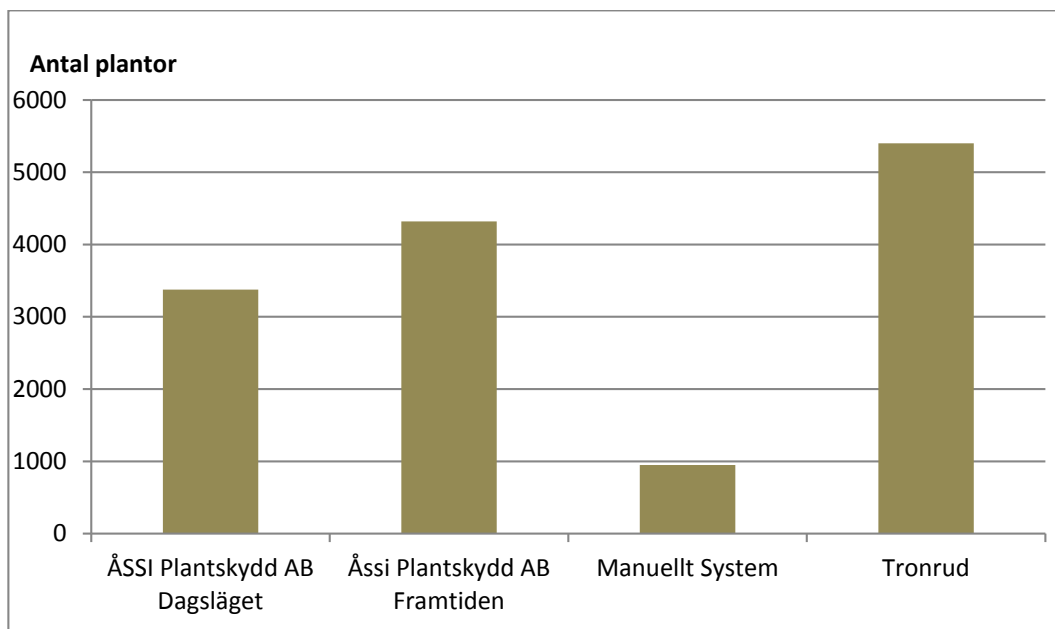
I figur 14 presenteras resultatet för manuell metod från studien där både intäkter och kostnader under tre år är inkluderade i beräkningarna. I figur 14 framgår det att en svag intäkt uppstår från år 2.



Figur 14. Kostnaderna samt intäkterna för den manuella metoden under tre år.

4.6 Jämförelse mellan de olika aktörerna

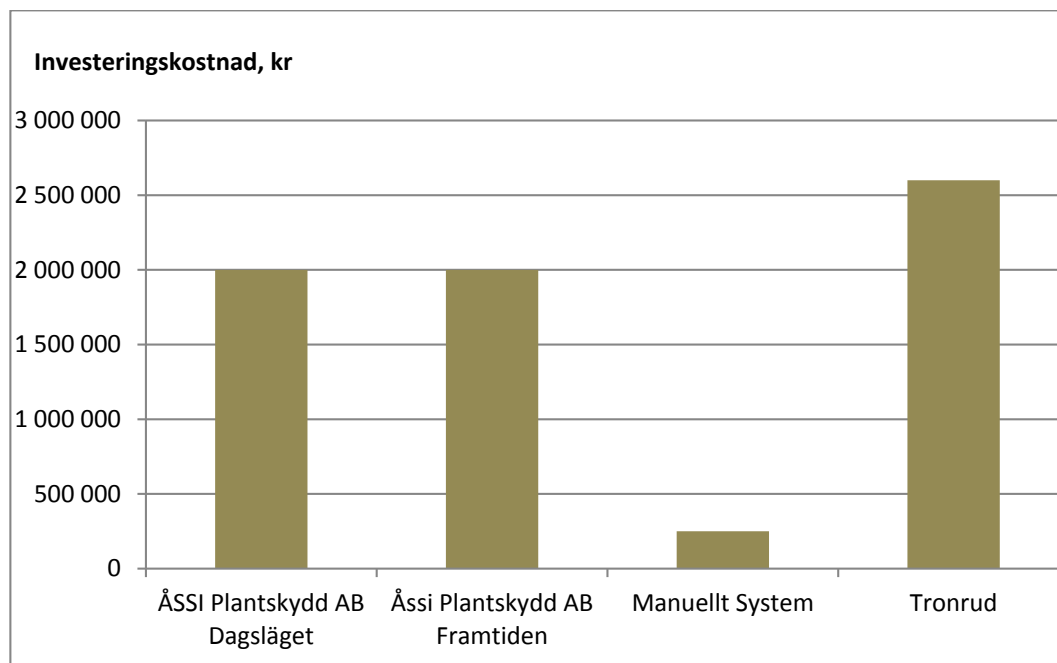
Jämförelsen mellan de olika aktörerna som behandlade barrotsplanter med snytbaggesskydd har gjorts för såväl kapacitet per timme (se figur 15) samt för investeringskostnad (se figur 16). Figurerna visar hur vaxanläggningen som ägs av ÅSSI Plantskydd AB förhåller sig till manuella system samt en konkurrerande anläggning från Tronrud Engineering (se figur 15 & figur 16).



Figur 15. Jämförelse mellan de olika anläggningarna av antalet barrotsplanter som får snytbaggesskyddet applicerat per timme.

Figur 15 och figur 16 visar att anläggningarna med högst kapacitet för att applicera snytbaggesskydd också har förhållandevis hög investeringskostnad. I

figur 16 redovisas investeringskostnaden för de olika metoderna för att applicera snytbaggesskydd. Investeringskostnaden för respektive anläggning i figur 16 redovisas med varierande plantkapacitet. Resultatet som presenteras i figur 16 visar investeringskostnaden som ej är "viktad" mot kapaciteten behandlade plantor per tidsenhet.



Figur 16. Jämförelse av investeringskostnad mellan de olika anläggningarna som applicerar snytbaggesskydd på barrotsplanter.

5. DISKUSSION

Resultaten visar att arbetsmiljön på vaxanläggningen är bra med avseende på ljudnivå, temperatur och farliga kemikalier. Ljudnivån är i medeltal låg, vilket gör att man som arbetare inte behöver använda hörselskydd för att kunna vistas i närheten av anläggningen (Arbetsmiljöverket, 2015, Länk K). Jag anser att ett miljövänligt snytbaggesskydd inte bara ska vara giftfritt. Även appliceringen av skyddet ska ske utan att det skadar personalen som utför arbetet.

Kapaciteten hos den studerade vaxanläggningen är i nuläget 3377 plantor per timme, vilket resulterar i 27 012 plantor per dagsverke (8 timmar). En ny vaxanläggning för täckrotsplantor har tagits fram under ett projekt som heter WeevilSTOP. Denna anläggning har en kapacitet mellan 3500-7000 plantor per timme beroende på planttyp, vilket kan jämföras med vaxanläggningen som studerats i denna rapport (SLU, 2015, Länk L). Anledningen till att jag tror att kapaciteten är likvärdig med ÅSSI Plantskydds vaxanläggning är att siffran som angivits i produktinformationen på WeevilSTOP:s anläggning gäller för täckrotsplantor. Dessa plantor skiljer sig avsevärt från barrotsplantor, då täckrotsplantorna är lättare att hantera. På så vis tror jag att kapaciteten på ÅSSI Plantskydds anläggning är jämförbar med Weevilstop:s anläggning. Den förbättring som nyligen gjorts på roboten medförde en ökning från 2831 plantor per timme till 3377 plantor per timme. Detta resulterar i en kapacitetsökning med 19 procent. Denna ökning har skett utan att någon extra personal har behövt tillsättas för att driva anläggningen. Dessutom har förbättringen lett till att elförbrukningen sänkts avsevärt jämfört med vad den var innan förbättringen ägde rum.

För att öka kapaciteten ytterligare på vaxanläggningen som studerats i denna rapport skulle krancykeln kunna förkortas genom att förändra placeringen av vaxkar, transportband samt behållarna där plantorna släpps sedan vaxmomentet utförts. Ytterligare förändringar i form av fler transportband för uttransport av plantorna skulle kunna medföra en högre kapacitet. Detta skulle enligt denna studie kunna resultera i att antalet vaxade plantor i framtiden skulle kunna uppgå till 4320 plantor per timme eller 34 560 plantor per dagsverke (8 timmar).

Vaxåtgången som ligger till grund för vaxkostnaden per planta är starkt beroende av planttyp. Plantor som har mycket barr och grenar på nedersta delen av stammen får större mängder vax applicerat i jämförelse med plantor som inte har stora mängder barr och grenar på nedersta delen av stammen. För ÅSSI Plantskydd AB är genomsnittet för vaxåtgången omkring 5 gram per planta, vilket kan anses vara förhållandevis lågt. Detta tror jag beror på att vaxet appliceras enbart på nedersta delen av stammen samt att andelen vaxspill är låg.

I resultatdelen beskrivs att det krävs två personer för att lägga plantor på transportbandet in mot roboten. Ytterligare en person behöver på deltid arbeta med att transportera bort plantorna och sedan paketera dessa. Fördelen med

denna vaxanläggning är att det krävs oerhört lite personal för att driva den. Med tanke på att anläggningen är placerad i en plantskola kan befintlig personal användas i stor utsträckning. Endast två till tre personer behövs utöver befintlig personal på plantskolan. Projektet WeevilSTOP har tagit fram en vaxanläggning för barrträdplantor och för att driva den anläggningen krävs det mellan 3-8 personer beroende på hur automatiserad den är (SLU, 2015, Länk L). I en jämförelse med antalet anställda för att driva ÅSSI Plantskydds vaxanläggning kan man konstatera att ÅSSIs anläggning kräver förhållandevis lite personal.

Innan vaxanläggningen installerades så paketerades plantorna när de lämnat kylrummet. Detta moment finns fortfarande kvar, men påverkar inte personalåtgången för själva vaxanläggningen. Ytterligare en fördel med att plantskolan har en vaxanläggning är att det i samband med behandlingen sker en extra kontroll av plantornas kvalitet. Detta tror jag medför att kunderna blir mer nöjda, eftersom de får en hög och jämn kvalitet på plantorna.

Studien visar att det var mer lönsamt att använda manuella vaxkar upp till en plantkvantitet om 2 250 000 plantor per säsong första året efter investeringen. Överstiger kvantiteten vaxade plantor 2 250 000 plantor per säsong är det istället lönsamt att investera i en robotanläggning. Med dagens kapacitet på robotanläggningen finns det möjlighet att under en säsong (6 mån) vaxbehandla omkring 3,2 miljoner plantor på ett enkelskift. I de beräkningar som ligger till grund för figur 11 har jag beräknat att det är möjligt att klara att vaxbehandla 4 miljoner plantor under 6 månader om skiftkörning sker. Skulle behovet finnas av att behandla mer än 4 miljoner plantor per säsong tror jag att det bästa alternativet är att investera i ytterligare en robotanläggning. Beräkningarna rörande den manuella metoden för att applicera vax på barrotsplantor (figur 11) baserades på att antalet arbetare och antalet vaxkar ökar i takt med att plantkvantiteten ökar. Detta gör att kostnadskurvan blir avsevärt mycket brantare än vad den är för roboten. Det krävs mycket personal för att kunna klara av att vaxa stora mängder plantor manuellt per säsong och det är den kostnaden som jag tror gör att den manuella metoden inte blir konkurrenskraftig vid en hög plantkvantitet. För år 2 och år 3 efter att investeringen i robotanläggningen eller den manuella anläggningen är gjord är investeringskostnaden ej medräknad, eftersom den antas i detta förenklade fall vara betald år 1. På så vis ändras diagrammet (se figur 12), vilket resulterar i att det blir lönsammare att investera i en robotanläggning redan vid en plantkvantitet på omkring 500 000 plantor. Anledningen till att det krävs en lägre plantkvantitet år 2 och år 3 är att investeringskostnaden är en viktig faktor som starkt påverkar kalkylen. Anledningen till varför kurvan i figur 11 och figur 12 gällande roboten viker av uppåt vid en plantkvantitet mellan 3 000 000-3 500 000 plantor är att antalet anställda då ökar från två personer till tre och därefter fyra personer. Detta ökar då kostnaden förhållandevis mycket och påverkar därmed kurvans utformning.

Figur 13 visar på ett tydligt sätt hur stor vinsten från vaxanläggningen kommer att vara vid de förutsättningar som exemplifierats i studien. Man kan även se i

figur 14 att det tar avsevärt mycket längre tid för den manuella metoden att ge ett överskott till skillnad från den studerande vaxanläggningen.

Vad det gäller utvecklingspotentialen för vaxanläggningen som ägs av ÅSSI Plantskydd AB tror jag att det finns goda möjligheter till att fortsätta förbättra anläggningen. I framtiden kanske krancykeln kan förkortas genom att låta roboten röra sig kortare sträckor, vilket kan öka kapaciteten. Ytterligare förbättringar skulle kunna vara att roboten greppar fler än 12 plantor per krancykel, vilket också skulle leda till att kapaciteten ökar. Även mer automatiserad hantering för att förse roboten med plantor skulle kunna utvecklas. Problemet med att utveckla en vaxanläggning är att man inte enbart kan se till hur hög kapaciteten är. Istället måste robotens kapacitet anpassas till plantskolans krav på vaxade plantor per säsong. Är till exempel kravet från plantskolan att det ska vaxas 3 miljoner plantor per säsong, vilket i nuläget tar omkring 6 månader, är det inte självklart att det blir mer lönsamt om det istället tar 4 månader. Det beror på att om anläggningen vaxar plantorna på 4 månader istället genom att kapaciteten höjs, blir följdeffekten att mer personal går åt till att förse roboten med plantor samt paketera plantorna. Ökningen i personalåtgång kan då bli dyrare än att låta anläggningen i detta exempel arbeta 2 månader extra. Varje plantskola måste se till deras förutsättningar och på så vis kunna optimera lönsamheten genom att anpassa vaxanläggningen till rådande förhållanden. Med det sagt anser jag att det är viktigt att ÅSSI Plantskydds vaxanläggning är flexibel vad det gäller kapacitet och att den är anpassningsbar så att den ska kunna passa flera olika plantskolor.

Enbart aktörer som behandlar barrotsplantor med snytbaggesskydd har tagits med i denna jämförelse. Detta eftersom barrotsplantor är svårare att hantera i jämförelse med täckrotsplantor och därmed är kapaciteten för att applicera snytbaggesskyddet lägre för barrotsplantorna. För att jämförelsen skulle bli intressant togs även investeringskostnaden med i kalkylen. Därmed kan man jämföra kapaciteten i förhållande till investeringskostnaden. Dessvärre finns det risk för att siffrorna för kapacitet från de övriga aktörerna som vaxbehandlar barrotsplantor, kan vara av sorten "teoretisk kapacitet". Tyvärr används den teoretiska kapaciteten vid marknadsföring i många fall, vilket blir aningen missvisande vid en jämförelse, som i denna rapport. ÅSSI Plantskydds kapacitet är beräknad som praktisk kapacitet, vilket gör att deras värden ligger aningen lågt i förhållande till de övriga.

Jag tror att mer forskning bör läggas på utveckling av anläggningar som kan hantera och behandla olika sorters plantor med snytbaggesskydd. Det läggs årligen ner miljoner kronor på forskning för att ta fram snytbaggesskydd, men det finns få forskningsstudier gjorda på de anläggningar som idag är i drift för att applicera snytbaggesskydd i stor skala.

Tidsstudien som genomfördes på roboten innebar flertalet mätningar och i varje mätning finns en risk att jag som tidtagare har en viss fördröjning från det att momentet som ska mätas startar till dess att det slutar. Erfarenhetstal ligger till

grund för framförallt beräkningarna av vaxkostnad per planta, vilket kan vara en potentiell felkälla. Ytterligare en felkälla kan ha uppstått vid jämförelsen av de olika aktörerna som applicerar snytbaggskydd. De värden jag har fått av de olika företagen kan vara teoretiska värden, vilket gör att man bör beakta resultatet med en viss försiktighet.

6. SAMMANFATTNING

Skogsbruket har under 150 års tid försökt att utveckla ett skydd mot snytbaggen (*Hylobius abietis*). Till en början var det stubbrytning, hyggesvila samt mekaniska skydd som användes för att bekämpa snytbaggen, allt för att få barrträdsplantorna att överleva. På 1950-talet började kemiska preparat som DDT att användas även för bekämpning av snytbaggen, men dessa förbjöds år 1975. Därefter började användningen av det kemiska medlet Permetrin, vilket fortsatte tills förbuden satte stopp för det. Efter förbudet mot Permetrin började kemiska medel som insekticider att användas samtidigt som mekaniska skydd utvecklades i snabb takt.

PEFC- och FSC- certifiering har på senare år blivit vanligt bland skogsföretag och skogsägare. I och med detta har kraven på såväl skogsägare som skogsbolag ökat när det gäller framförallt miljöhänsyn. Certifieringskraven har bland annat lett till att användningen av kemiska preparat inom skogsbruket har minskats drastiskt. Till följd av det har branschen blivit mer eller mindre tvingade till att ta fram andra skydd till barrträdsplantorna så att skadorna orsakade av snytbaggen inte ska bli för omfattande. Dessa skydd är i de allra flesta fall mekaniska och består antingen av beläggningsskydd eller barriärskydd.

ÅSSI Plantskydd AB har utvecklat en vaxanläggning där barrrotsplantor av framförallt gran får ett beläggningsskydd bestående av vax applicerat på nedersta delen av stammen. Vaxanläggningen som ÅSSI Planskydd AB har tagit fram är robotförsedd, vilket innebär att vaxmomentet sköts automatiskt.

På uppdrag av ÅSSI Plantskydd AB har en studie genomförts på vaxanläggningen med syfte att undersöka om den är konkurrenskraftig mot andra aktörer som behandlar barrträdsplantor med snytbaggesskydd. För att ta reda på det har arbetsmiljö, kapacitet, kostnad för skyddet räknat per planta, antal anställda per produktionslinje samt vaxanläggningens konkurrenskraft jämfört med manuella metoder studerats. För att ta reda på om vaxanläggningen är konkurrenskraftig jämfört med andra aktörer på marknaden har en jämförelse gjorts mellan olika anläggningar och metoder för att applicera ett beläggningsskydd.

För att svara på de frågeställningar som presenterats ovan, gjordes ett besök i Tyskland på den plantskola där den studerade vaxanläggningen är placerad. Under dagarna som spenderades på plantskolan, utfördes flertalet mätningar på vaxanläggningen och då främst på roboten. Flertalet tidsstudier utfördes på robotens krancykel för att kunna beräkna kapaciteten.

Studien visar att arbetsmiljön på vaxanläggningen är god samt att kapaciteten hos vaxanläggningen nyligen har ökat från 2831 plantor per timme till 3377 plantor per timme genom att en modifiering av roboten har skett. Den framtida kapaciteten antas kunna öka till 4320 plantor per timme. Vaxåtgången för anläggningen är omkring 5 gram per planta, vilket resulterar i en vaxkostnad på

omkring 25 öre per planta. Det visade sig även att det är lönsamt att första året efter att investeringen gjorts, investera i en robotanläggning från ÅSSI Plantskydd AB istället för att använda manuella metoder vid en plantkvantitet på >2 250 000 vaxbehandlade plantor per säsong. För år 2 och år 3 efter att investeringen gjorts är det lönsammast att investera i en robotanläggning från ÅSSI Plantskydd AB istället för att använda manuella metoder redan vid 500 000 vaxbehandlade plantor per säsong. Studien visar även hur ÅSSI Plantskydds vaxanläggning förhåller sig vad det gäller kapacitet och investeringskostnader jämfört med några övriga aktörer på marknaden.

Slutsatsen av studien är att det finns en potential i att fortsätta att utveckla vaxanläggningen som ägs av ÅSSI Plantskydd AB. Fördelarna med vaxanläggningen är att den har en god arbetsmiljö, klarar av att vaxa barrotsplantor med en relativt hög kapacitet samt att den är kostnadseffektiv.

7. REFERENSLISTA

7.1 Publikationer

Andersson, R. (2007). Snytbaggen – Bekämpningsmetoder. Skogsstyrelsen: Jönköping.

Bylund, H., Nordlander, G. & Nordenhem, H. (2004). Feeding and Oviposition rates in the Pine weevil *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae). *Bulletin of Entomological Research* 94, 307–317.

Danielsson, M., Kännaste, A., Lindström, A., Hellqvist, C., Stattin, E., Långström, B. & Borg-Karlsson, A.-K. (2008). Mini-seedling of *Picea abies* are less attacked by *Hylobius abietis* than conventional ones: Is plant chemistry the explanation? *Scandinavian Journal of Forest Research* 23, 299-306.

Eidmann, H. & Klingström, A. (1990). Skadegörare i Skogen: LTs Förlag, Stockholm.

FSC (2010). Svensk Skogsbruksstandard enligt FSC med SLIMF-indikatorer. FSC-STD-SWE-02-02-2010 SW.

Hannerz, M., Thorsén, Å., Mattsson, S. & Weslien, J. (2002). Pine Weevil (*Hylobius abietis*) Damage to cuttings and seedlings of Norway Spruce. *Forest Ecology and Management* 160, 11-17.

Härlin, K. & Eriksson, S. (2012). Preliminära resultat av storskaliga försök med mekaniska plantskydd mot snytbagge efter två år 2011 – anlagt våren 2010. Sveriges lantbruksuniversitet: Asa Försökspark.

Härlin, C. & Eriksson, S. (2014). Test av Mekaniska Plantskydd och Insekticider mot snytbaggar i omärkeredd och märkeredd mark, anlagt våren 2011. Sveriges lantbruksuniversitet: Rapport 10.

Härlin, C. (2014). Preliminär rapport - Test av mekaniska plantskydd år 2, hösten 2014 i omärkeredd och märkeredd. Sveriges lantbruksuniversitet: Asa Försökspark.

Johansson, K (2008). Snytbaggen – Kunskapsläget 2008: Arbetsrapport. Uppsala: Skogforsk. (Arbetsrapport/Skogforsk).

Jukka, L.(red) (1988). En bok om skogens hälsa: Skogsskador och bekämpning av dem. Samerka Ab, Helsingfors.

- Luoranen, J. & Viiri, H. (2012). Soil preparation reduces Pine weevil (*Hylobius abietis*) (L). Damage on Both Peatland and Mineral Soil Sites One Year After Planting. *Silva Fennica* 46(1), 151-161.
- Nordlander, G. (1987). Doftfällor för snytbaggar – en möjlig metod för att förutsäga skaderisker? *Skogsfakta*, Ser. Biologi Skogsskötsel 39: 1-6.
- Nordlander, G., Nordenhem, H. & Bylund, H. (1997). Oviposition patterns of the Pine weevil *Hylobius abietis*: *Entomologia Experimentalis et Applicata* 85, 1-9.
- Nordlander, G., Petersson, M., Von Hofsten, H. & Lindström, A. (2001). Seedling protection against pine weevil: concepts and reality. *Plantskydd mot snytbagge – principerna och verkligheten*. Resultat SkogForsk, nr 12, 4.
- Nordlander, G. & Petersson, M. (2009) Skador på Skog. I: Johansson, L (red). Skogsstyrelsen: Jönköping. Skogsskötselserien. Nr:12.
- Nordlander, G., Nordenhem, H. & Hellqvist, C. (2009). A flexible sand coating (Conniflex) for the protection of conifer seedlings against damage by the Pine weevil (*Hylobius abietis*). *Agricultural and Forest Entomology*, 11, 91-100.
- Petersson, B & Samuelsson, H. (red). (1995). Skador på barrträd. 1. Uppl. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Petersson, M. & Örlander, G. (2003). Effectiveness of combinations of shelterwood, scarification, and feeding barriers to reduce Pine weevil damage. *Can. J. For. Res.* 33, 64–73.
- Petersson, M., Örlander, G. & Nilsson, U. (2004). Feeding Barriers To Reduce Damage By Pine weevil (*Hylobius abietis*). *Scandinavian Journal of Forest Research*. Res. 19, 48-59.
- Petersson, M., Nordlander, G. & Örlander, G. (2006). Why vegetation increases Pine weevil damage: Bridge or shelter? *Forest Ecology and Management* 225 368–377.
- Petersson, M., Örlander, G. & Nilsson, U. (2007). Feeding Barriers to reduce damage by Pine weevil (*Hylobius abietis*). *Scandinavian Journal of Forest Research*: 19(1), 48-59.
- Pitkänen, A., Kouki, J., Viiri, H. & Martikainen, P. (2008). Effect of controlled forest burning and intensity of timber harvesting on the occurrence of Pine weevils, *Hylobius* spp., in regeneration areas. *Forest Ecology and Management* 255, 522-529.
- Skogsstyrelsen (2005). Snytbaggen. Jönköping: Skogsstyrelsen.

Skogsstyrelsen (2015). Skogsvårdslagstiftningen: gällande regler 18 juni 2015. Jönköping: Skogsstyrelsen.

Svenska Skogsplantor. (2013). Multipro: Produktinformation.

Thorsén, Å., Mattsson, S. & Weslien, J. (2001). Influence of Stem Diameter on the Survival and Growth of Containerized Norway Spruce Seedlings attacked by Pine Weevil (*Hylobius spp.*). Scandinavian Journal of Forest Research 16(1), 54-66.

Von Sydow, F. & Örlander, G. (1994). The influence of shelterwood density on *Hylobius abietis* (L) occurrence and feeding on planted conifers. Scandinavian Journal of Forest Research: Res 9, 367-375.

Von Sydow, F. (1997). Abundance of pine weevils (*Hylobius abietis*) and damage to conifer seedlings in relation to silvicultural practices. Scandinavian Journal of Forest Research 12(2), 157-167.

Wallertz, K. (2005). Skärma av snytbaggen. I: Sjöberg, G. (red.) Fakta Skog. nr 13 (2005) Sveriges lantbruksuniversitet.

Wallertz, K. Örlander, G. & Luoranen, J. (2005). Damage by Pine weevil *Hylobius abietis* to conifer seedlings after shelterwood removal. Scandinavian Journal of Forest Research 20, 412-420.

Wallertz, K., Nordlander, G. & Örlander, G. (2006). Feeding on roots in the humus layer by adult Pine weevil, *Hylobius abietis*. Agricultural and Forest Entomology 8, 273-270.

Wallertz, K. (2012). På god väg mot giftfria plantor. Plantaktuellt Nr 2.

Zas, R., Björklund, N., Nordlander, G., Cendan, C., Hellqvist, C. & Sampedro, L. (2013). Exploiting Jasmonate-induced responses for field protection of conifer seedlings against a major forest pest (*Hylobius abietis*). Forest Ecology and Management 313, 212-223.

Örlander, G., Nilsson, U. & Nordlander, G (1997). Pine weevil abundance on clear-cuttings of different ages: A 6-year study using pitfall traps, Scandinavian Journal of Forest Research 12(3), 225-240.

Örlander, G. & Nilsson, U. (1999). Effect of Reforestation Methods of Pine weevil (*Hylobius abietis*) Damage and Seedling Survival. Scandinavian Journal of Forest Research. 14, 341–354.

7.2 Internetdokument

Länk A:

FSC (2015). Svenska FSC. [Online] Tillgänglig:
<https://se.fsc.org/om-fsc.177.htm> [2015-06-09].

Länk B:

Kemikalieinspektionen (2015). Kemikalieinspektionen. [Online] Tillgänglig:
<http://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Anvaendningsomraade#cdebf7de-6e0a-4487-71fc-f63981d964fb> [2015-06-09].

Länk C:

PEFC (2012). Svenska PEFC Skogsstandard. [Online] Tillgänglig:
<http://pefc.se/wp-content/uploads/2010/11/n-pefc%20swe%20002%20-%20svensk%20pefc%20skogsstandard%20120801.pdf> [2015-06-09].

Länk D:

SLU (2015). Snytbaggens olika arter. [Online] Tillgänglig:
<http://www2.ekol.slu.se/snytbagge/species.php> [2015-06-10].

Länk E:

Skogsstyrelsen (2015). Markberedningsmetoder. [Online] Tillgänglig:
<https://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Mina-sidor1/Systemsidor/Hjalpsidor/Mina-sidor/Markberedning/Markberedningsmetoder/> [2015-06-24].

Länk F:

SLU (2015). Snytbaggebekämpningens historik. [Online] Tillgänglig:
http://www2.ekol.slu.se/snytbagge/bekampning_historik.php [2015-06-26].

Länk G:

SLU (2015). Dagens insekticidanvändning. [Online] Tillgänglig:
<http://www2.ekol.slu.se/snytbagge/kemisk.ph> [2015-06-26].

Länk H:

Norsk Wax (2015). Tillverkare av vax som används som snytbaggesskydd. [Online] Tillgänglig:
<http://kvaee.no/how/> [2015-07-01].

Länk I:

Sveaskog (2015). Nytt mekaniskt snytbaggesskydd möjliggör giftfri förnygring. [Online] Tillgänglig:
<http://www.sveaskog.se/press-och-nyheter/nyheter-och-pressmeddelanden/2011/nytt-mekaniskt-snytbaggesskydd-mojliggor-giftfri-foryngring/> [2015-07-02].

Länk J:

Arbetsmiljöverket (2015). Arbetsmiljöverkets mobila applikation. [Online]
Tillgänglig:
<http://www.av.se/teman/buller/fordjupning/mobilapp/> [2015-08-14]

Länk K:

Arbetsmiljöverket (2005). Arbetsmiljöverket Författningssamling. [Online]
Tillgänglig:
http://www.av.se/dokument/afs/AFS2005_16.pdf [2015-06-23].

Länk L:

SLU (2015). WeevilSTOP wax machine. [Online] Tillgänglig:
<http://www2.ekol.slu.se/snytbagge/attachment/ZetaEcotech-Scheda-WeevilStop-Machine.pdf> [2015-06-23].