



# Examensarbeten

2016:4

Fakulteten för skogsvetenskap  
Institutionen för skogens ekologi och skötsel

## **Betydelsen av krukstorlek, odlingstäthet och planteringspunkt vid etablering och tillväxt hos täckrotsplantor – Analys av Jackpot & Powerpot**

*The importance of pot size, growing density and planting position for establishment and plant growth using container seedlings*

*– Analysis of Jackpot & Powerpot*

**Marcus Larsson**





# Examensarbeten

Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2016:4

## **Betydelsen av krukstorlek, odlingstäthet och planteringspunkt vid etablering och tillväxt hos täckrotsplantor – Analys av Jackpot & Powerpot**

*The importance of pot size, growing density and planting position for establishment and plant growth using container seedlings*

*– Analysis of Jackpot & Powerpot*

**Marcus Larsson**

### **Nyckelord / Keywords:**

*Etablering, näringsstatus, planteringspunkt, plantstorlek, skogsplantor / Establishment, forest seedlings, nutritional status, planting position, seedling size*

---

ISSN 1654-1898

Umeå 2016

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*

Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*

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

EX0770, 30 hp, avancerad nivå A2E/ *advanced level A2E*

Handledare / *Supervisor*: Göran Hallsby

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

Extern handledare / *External supervisor*: Niklas Borgh, SCA, Norrplant

Examinator / *Examiner*: Hans Sjögren

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

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handletts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

*This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.*

# FÖRORD

Detta examensarbete omfattar 30 högskolepoäng på avancerad nivå och utfördes under höstterminen 2015 och vårterminen 2016 vid Sveriges Lantbruksuniversitet på institutionen för Skogens ekologi och skötsel. Uppdragsgivare var SCA.

Jag vill tacka min handledare Göran Hallsby vid institutionen för Skogens ekologi och skötsel för bra insikter om arbetet och tydlig feedback under arbetsprocessen. Jag vill också tacka Anders Muzta vid institutionen för skoglig resurshushållning för hjälpen med olika statistiska koncept och analyser. Ett tack riktas också till min handledare vid SCA, Niklas Borgh, biolog på Bogrundets plantskola för hjälpen med utformandet av studien och förtroendet under genomförandet.

Ett stort tack riktas också till övriga personer som varit närvarande under arbetets gång och under inventeringen i fält.

Umeå, april 2016

Marcus Larsson

## SAMMANFATTNING

Ca 70 % av skogsföryngringarna i Sverige utförs genom markberedning och plantering där täckrotsplantor dominerar marknaden, speciellt i landets norra delar. Föryngringsarbetet kräver varje år stora arbetsinsatser inom odling, lagring, transport och plantering och kostnaderna för dessa moment sjunker med minskad krukstorlek och ökad odlingstäthet. Detta gör mindre plantor till ett ekonomiskt attraktivt val.

Huvudsyftet med denna studie var därför att utvärdera hur väl mindre plantor presterar efter ett antal år i fält relativt större plantor. Studien utfördes genom att analysera tre olika lokaler i mellersta delarna av Norrland, alla med varierande ståndortsindex men med liknade marktyp, grundförhållande, ytstruktur och lutning (GYL). På dessa lokaler undersöktes en rad samband för att analysera hur krukstorlek, odlingstäthet och använd planteringspunkt påverkar en plantas etableringsförmåga, tillväxt och näringsupptag. De plantor som analyserades var SCAs Jackpot och deras nyare, mindre planta Powerpot, studien omfattade enbart tallplantor.

Resultatet visade att överlevnaden för jackpot och den mindre plantan Powerpot var lika hög då de planterats i väl utförda planteringspunkter med hög andel mineraljord med minst 10 cm till den omvända mineraljordskanten. I mindre väl utförda planteringspunkter har dock Jackpot en signifikant lägre plantavgång. Tillväxtnässigt så spelar valet av planta mindre roll, båda odlingssystemen växer lika bra på alla planteringspunkter, detsamma gäller för plantornas näringsstatus. Denna skiljer sig inte varken beroende på vilken planta eller planteringspunkt som har används.

Med resultatet som bakgrund är en ökad användning av Powerpot väl motiverad så länge plantan används på de hyggen där en väl utförd markberedning är gjord, i dessa fall kan stora besparingar göras. Den ekonomiska förlust som uppstår då planttypen används i de sämre utförda planteringspunkter som trots allt kommer finnas på dessa hyggen, bör tack vare besparingarna förmodligen kunna räknas tillbaka i andra delar av produktionskedjan.

Framtida studier bör fokusera på större planturval och samtidigt undersöka om det är möjligt att öka vitaliteten hos Powerpot, t.ex. genom att förändra odlingstiden innan leverans.

Nyckelord: Etablering, näringsstatus, planteringspunkt, plantstorlek, skogsplantor

## SUMMARY

Approximately 70% of forest regeneration in Sweden are carried out through soil scarification and planting of forest seedlings. Container-grown seedlings dominates this market, especially in the northern parts of the country. The yearly regeneration work require major efforts in cultivation, storage, transportation and planting and the costs of these operations decreases with increased crop density and use of smaller pot sizes. This makes smaller seedlings an attractive option economically.

The main purpose of this study was to evaluate how well smaller plants are performing after a number of years in the field relatively larger plants. The study was conducted by analyzing three different areas in the central parts of northern Sweden, all with varying site index but with similar soil type and GYL. On these areas several relationships was examined to clarify what role the pot size, growing density and used planting positions play for seedling survival, seedling growth and nutrient uptake. The plants used in the study was SCA's jackpot and their newer, smaller seedling Powerpot, only pine seedlings were analyzed.

The results showed that the survival of the jackpot and the smaller Powerpot was equal when they were planted in well-executed planting spots with a high proportion of mineral soil and a minimum of 10 cm to the mineral soil edge. In less well-executed planting spots, however Jackpot had a significantly lower level of plant mortality. Growth-wise the choice of plant size plays a much smaller role, both cultivation systems grow equally well on all planting spots, the same thing applies to the seedlings nutritional status it does not change significantly in regards to what cultivation system or planting spot that are used.

With the results as background an increased use of Powerpot is well motivated as long as the seedling are used on areas where a well performed soil scarification is made, in these cases, big economic gains can be made. The economic loss that will occur when the seedling type is used in the poorly preformed planting spots that unfortunately still will occur on these regeneration areas should, thanks to the savings probably be possible to counted back earlier in the production chain. Future studies should focus on using a greater number of samples while exploring whether it is possible to increase the vitality of Powerpot, maybe by changing the cultivation time before delivery.

Keywords: Establishment, forest seedlings, nutritional status, planting position, seedling size

# Innehållsförteckning

Förord.....	2
Sammanfattning.....	3
Summary .....	4
Inledning.....	6
Bakgrund .....	6
Planteringspunkt.....	6
Plantstorlek.....	7
Näring.....	8
Ekonomi .....	8
Studie.....	8
Syfte & frågeställningar .....	9
Material och metoder.....	10
Planttyp och odling.....	10
SCA, Fasta provtytor/ Inventeringsmetodik.....	11
Studieområde.....	12
Försöksdesign.....	12
Näringsstatus .....	14
Dataanalyser .....	14
Plantavgång .....	15
Resultat.....	16
Plantavgång .....	16
Höjdtillväxt.....	16
Toppskottslängd .....	18
Rothalsdiameter.....	19
Näringsstatus .....	21
Diskussion .....	24
Resultat.....	24
Plantavgång .....	24
Tillväxt/morfologi .....	24
Näringsanalys .....	24
Studiens styrkor och svagheter.....	25
Framtida studier.....	26
Resultatets allmängiltighet .....	26
Referenser.....	27



# INLEDNING

## Bakgrund

I Sverige har vi sedan 1903 haft en skogsvårdslag där föryngringsplikten har varit en bärande del (Enander 2007). Lagen innebär krav på aktiva föryngringsåtgärder med tillfredställande resultat efter avverkning (SFS 1993:553). Detsamma gäller i den senaste versionen av lagen som togs i bruk 1993. Lagen motiveras i denna av att: ”Skogen är en nationell tillgång och en förnybar resurs som skall skötas så att den uthålligt ger god avkastning samtidigt som den biologiska mångfalden bibehålls” (SFS 1993:553). Krav på aktiva föryngringsåtgärder kräver naturligtvis att stora mängder material till föryngringar finns tillgängligt. I Sverige har man löst detta genom att till stor del jobba med artificiell föryngring i plantskolor, där man i norra delen av landet mest använder så kallade täckrotsplantor (Skogsstyrelsen 2016).

År 2014 kostade föryngringsarbetet det svenska skogsbruket ca 1,6 miljarder kronor (Skogsstyrelsen 2014). Då plantering utgör ca 70 % av alla föryngringsåtgärder var en stor del av denna kostnad relaterad till de använda plantorna (Skogsstyrelsen 2014). Många av dessa plantor klarar inte sina första år på hygget och på grund av detta anses ca 20 % av alla föryngringar årligen vara misslyckade enligt de bestämmelser som angetts i SVL (Bergquist 2011). Metoder som skulle minska kostnaden för plantproduktion och plantering kan därför förbättra lönsamheten i skogsbruket.

## Planteringspunkt

Vid etablering av ett nytt skogsbestånd är både plantornas egenskaper och de markförutsättningar som råder viktiga för plantornas överlevnad. Plantskolan ansvarar för plantornas egenskaper medan man med en markberedning försöker förbättra de aktuella markförutsättningarna. Markberedningen förändrar lokalt markens egenskaper en tid vilket ger upphov till planteringspunkter som senare används under planteringsfasen. En bra planteringspunkt kan innebära till exempel mer gynnsam jordtextur eller bättre vattenupptag (Nilsson & Örlander 1995).

Just vattenupptaget är essentiellt för plantetablering. Kan plantorna inte ta upp nog med vatten för att täcka upp den mängd som transpireras till atmosfären finns det risk att plantorna drabbas av torkstress, vilket är en av de vanligaste avgångsorsakerna i nyetableringar (Burdett 1990). Centralt för vattenupptaget är rottillväxten som kan stimuleras genom ökad marktemperatur (Tryon & Chapin 1983; Balisky & Burton 1997; Grossnickle & Heikurinen 1989). Marktemperaturen ökar när man genom markberedningen river bort markens översta organiska skikt, en handling som också förskjuter jordens temperatursvängningar under tillväxtsåsongen mot ett högre värmestillstånd (Geiger 1980). Fördelarna med ökad rottillväxt blir än mer uppenbara då studier har visat att skillnaden i rotsystemets utbredning mellan en planterad planta och en naturligt föryngrad planta kan vara flera meter (Burdett 1990).

Problem med vattenupptag kan också uppstå i konkurrensen med den omgivande vegetationen varför den avlägsnas. Denna kan i annat fall fånga in en stor del av det tillgängliga vattnet och eventuell näring, vilket i sin tur skapa en för plantan ytterligare grad av torkstress (Newton & Comeau 1990).

Även temperaturen ovan mark kan påverkas med hjälp av en bra planteringspunkt. Det intakta humustäcket fungerar likt en isolator som hindrar värmelagring på djupet. Avlägsnas detta kan mer värme lagras i marken och detta ökar utstrålningen av värme nattetid, vilket minskar risken för att plantan skall drabbas av frostsador (Kubin & Kemppainen 1994). En välplacerad och väl utförd planteringspunkt kan även minska risken för att en planta drabbas av uppfrysning (Goulet 2000).

Mängden snytbaggeangrepp kan också reduceras med en väl utförd markberedning (Örlander m fl. 1991). Det är inte helt kartlagt varför men det verkar vara så att snytbaggar gärna söker skydd på mark där det finns vegetation och därför undviker öppna ytor (Nordlander et al. 2008).

## **Plantstorlek**

När markberedningen är klar kan planteringen börja. Beroende på förutsättningar kan man välja olika typer av planter med olika egenskaper. Dessa egenskaper bestäms i plantskolan, till viss del redan innan sådd. När det gäller täckrotsplanter är det förutom frömaterialet främst odlingsystemet man kan variera för att uppnå olika resultat. Krukstorlek, odlingsstäthet och odlingsstid är alla faktorer som på ett eller annat sätt bidrar till förändrad plantstorlek och vitalitet (Hultén 1992).

Odling i större krukor ger i regel plantorna ett större antal grenar, skott samt större rotstorlekar relativt planter odlade i mindre krukor (Lamhamedi, et.al 1996; Paterson 1996). Den större initiala rotmassan ger också en större rottillväxtpotential (Johnsen et al. 1988; Williams et. al 1988) då plantan kan allokera mer resurser till rottillväxt, någonting som är mycket viktigt för etableringssäkerheten första året (Ritchie and Dunlap 1980). En stor planta har också bättre möjligheter att klara av konkurrensen från den omgivande vegetationen om det inkommande solljuset (Jobidon et al. 2003). Den större mängden skott och grenar kan ge en större fotosyntetisk förmåga vilket kan öka tillväxten (Grossnickle 2000). Större planter överlever även angrepp av snytbagge bättre jämfört med mindre planter (Nyström 1999).

Mindre planter har istället fördelen med ett lägre pris och en eventuellt snabbare etablering. Troligen sker etableringen snabbare på grund av att plantorna har ett mer förgrenat rotsystem med färre antal förvedade finrotsändar (Johansson et.al 2006) samtidigt som de har ett effektivare gas och – vattenutbyte relativt större planter (Lamhamedi, et.al 1996). Anledningen till det effektivare utbytet är att plantans gröndel är mindre varför en mindre mängd vatten transpireras till atmosfären (Burdett 1990). Mindre planter är också därför generellt mindre utsatta för torkstress än större planter (Rose et al. 1993). Små planter har dock högre krav på en väl utförd markberedning. Plantorna behöver nämligen en bättre etableringsmiljö med mindre andel konkurrerande vegetation och färre angrepp från snytbaggar för att överleva (Johansson et.al 2006).

De olika plantstorlekarna är alltså bra båda två fast ur olika aspekter. Det viktiga är att odlingsstiden inte blir för lång då balansen mellan roten och plantans gröndel försvinner och vitaliteten då kan bli betydligt sämre (Hultén 1992).

## Näring

Oavsett storlek behöver en planta tillgång till näringsämnen. En naturligt föryngrad planta har som sagt ett mer utbrett rotsystem jämfört en planterad planta och har därför bättre möjligheter att ta upp näring. (Munson & Bernier 1993). Täckrotsplantor måste i stället förlita sig på inlagrade ämnen då det tar tid för deras egna rotsystem att utvecklas och de av den anledningen inte kan ta upp näring ur marken direkt efter plantering. (van den Driessche 1991). Ett sätt att kompensera för denna brist är att maximera plantornas näringsförråd redan innan utplantering (Timmer 1996). En planta som själv löser detta problem på kort tid är dock fortfarande att föredra då brist på något näringsämne kan innebära ökad stress under etableringsfasen (Timmer 1996).

## Ekonomi

Förutom markberedning och plantstorlek tillkommer även många andra moment som krävs för att föryngringsarbetet i Sverige skall fungera. Priserna för många av dessa moment sjunker när mindre plantor används. En mindre planta använder mängden odlingssubstrat, växthusyta, frilandsyta och lagringsyta effektivare samtidigt som transporterna per planta blir billigare. Planteringen blir också effektivare då fler plantor får plats i plantdepån på hygget och i plantörens bärsele.

Möjligheterna till besparingar gör mindre plantor attraktiva för många företag och ett av dessa företag är SCA. Organisationen är i stort behov av skogsplantor till föryngringar. Bara under 2013 levererades 41 miljoner plantor till företaget. (SCA 2015). För att säkra plantåtgången äger SCA en av Sveriges största plantskolor, Bogrundets plantskola, vilken årligen levererar runt 100 miljoner plant (SCA 2015). Försäljningen har under ca 20 år dominerats av en planta kallad Jackpot. Sedan några år tillbaka har dock plantskolan successivt lanserat en ny och mindre planta kallad Powerpot som odlas i mindre krukor och med en högre odlingsstäthet. På samma yta som man vanligtvis kan odla 67 stycken Jackpot-plantor kan man nu istället odla 128 stycken plantor av typen Powerpot. Detta gör att kostnaderna för produktionen per planta, grovt uppskattat, sjunker med ca 20 % (Borgh 2016).

Om plantskolan som de tidigare gjort enbart arbetar med Jackpot är 20 % en besparing som, vid ett hypotetiskt produktionspris för Jackpot på 1 SEK, skulle innebära 10 miljoner kronor i besparingar per år. Beräkningen är gjord under förutsättningen att bolaget byter ut halva antalet levererade plantor per år från Jackpot till Powerpot. Powerpot är också 13 % snabbare, och därför billigare, att plantera då plantören kan bära med sig fler plantor fält (Borgh 2016).

## Studie

Kan Powerpot konkurrera med Jackpot vad gäller överlevnad och tillväxt är bytet från ena planttypen till den andra väl motiverat. Planttypen ingår därför numera i SCAs program för planteringsuppföljning kallat "Fasta provytor" (Borgh 2016). Det är ett program där man genom slumpmässigt urval följer upp ett antal av företagets nyetableringar varje år. Man mäter på dessa plantor överlevnad, höjdtillväxt samt vilken representation av planteringspunkter som förekommer på de olika lokalerna. Den här studien är en del i detta arbete, som analyserar mer detaljerade samband mellan de båda planttyperna och de använda planteringspunkterna än företaget normalt gör, t.ex. mäts ett större antal tillväxtfaktorer.

## **SYFTE & FRÅGESTÄLLNINGAR**

Syftet med denna studie är att jämföra de två planttyperna Jackpot och Powerpots överlevnad, tillväxt och näringsstatus sex år efter utplantering och undersöka om resultatet förändras beroende på vilken planteringspunkt som använts. Resultatet skall sedan användas för att ge ett bättre beslutsunderlag vid frågor kring vilken plantstorlek som är optimal för olika planteringslokaler och planteringspunkter.

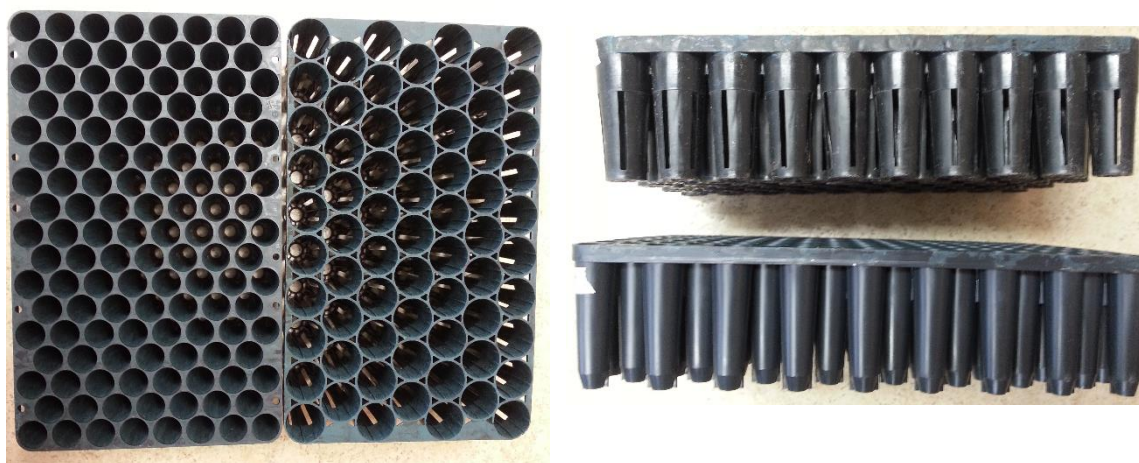
Studien avser svara på följande frågeställningar:

- Finns det en skillnad i överlevnad mellan de olika planttyperna och beror denna på vilken planteringspunkt som har använts?
- Finns det en skillnad i höjdtillväxt, rothalsdiameter eller toppskottslängd beroende på vilken planttyp eller planteringspunkt som har använts?
- Finns det en skillnad i näringsstatus mellan de olika planttyperna och beror denna på vilken planteringspunkt som har använts?

# MATERIAL OCH METODER

## Planttyp och odling

Plantorna i studien var tallplantor odlade på Bogrundets plantskola utanför Sundsvall. Båda odlingssystemen, Jackpot och Powerpot, har utformats för täckrotsplantor. Jackpot har funnits i ca 20 år medan Powerpot blivit successivt introducerad under de senaste 5-6 åren. Den största skillnaden mellan odlingssystemen var krukstorleken och odlingstätheten. För utförligare beskrivningar av respektive system se bild 1 samt tabell 1.



**Bild 1.** Foton av de använda kassetterna, Jackpot till höger när fotad uppifrån och ovan när fotad från sidan

**Tabell 1.** Information, respektive plantkassett

Planttyp	Antal/ kassett	Behållar- volym, (ml)	Behållar- diameter, (mm)	Behållardjup, (mm)	Kassett- storlek, (b x h, mm)	Odlingstäthet, plantor/m <sup>2</sup>
Jackpot	67	50	33	85	216*352	880
Powerpot	128	25	23	85	216*352	1680

Krukorna i båda kassetterna var invändigt målade med kopparfärg för att förhindra rotdeformation och bortsett från skillnaderna i tabell 1 var de använda odlingssystemen i stort sett likadana. Plantskolan började sådden i januari och fortsatte med denna i fyra omgångar fram till början av juli, fröna placerades då i en torvblandning packade i kassetternas krukor. Frömaterial som användes var av nordliga provenienser från andra generationens fröplantager och kom till största delen från företagets egna källor.

De första plantorna flyttades till växthusen i april och fick stanna där i snitt 3-6 veckor. I slutet av maj flyttades sedan de första plantorna ut på friland. De sista flyttades sedan ut i november/december. Under samma tid täcktes plantorna på frilanden med konstsnö för att skydda rötterna mot frysskador. Många av plantorna låg sedan ett år på friland. De i studien använda plantorna kom från såddens andra omgång och spenderade vintern i plantskolan för att sedan gå till leverans under våren.

## SCA, Fasta provytor/ Inventeringsmetodik

I studien användes sex år gamla planteringar, vilket innebär att företaget redan gjort ett antal inventeringar på materialet enligt systemet med fasta provytor. Det är ett arbete som i grunden innebär att företaget varje år, proportionerligt mot mängden upptagna hyggen lottar ut ca 20-30 trakter som skall ingå i det normala förnygringsarbetet. Dessa förnygringar följs sedan upp och inventeras 2 veckor efter plantering, sedan följer ytterligare inventeringar 1, 2, 3, 5 och 10 år efter plantering. Materialet som samlas in sparas i en databas.

På lokalerna utför SCA en så kallad provyteinventering. Denna innebär att de lägger ut ca 15 stycken provytor (100 m<sup>2</sup>) per lokal. Ett provytecentrum markeras sedan på varje provyta med ett järnrör/centrumpinne nedslaget i marken. Varje planta inom provytan tilldelats också ett eget ID-nummer och avstånd samt gradantal från centrumpinnen noteras.

Vid den första inventeringen, två veckor efter plantering, sparades ett antal faktorer för varje provyta och planta/planteringspunkt, tabell 2. Beroende på vilka faktorer som då angavs skedde via databasen en sortering av plantorna som resulterade i 13 olika kategorier.

**Tabell 2.** Faktorer som anges vid den första inventeringen för varje provyta resp. varje planta inom provytan

<b>Provyta</b>	<b>Planta</b>
Ytstruktur	Typ av planteringspunkt
Lutning	Avstånd till humus
Vegetationstyp	Avstånd till opåverkad mark
Jordart	Mineraljordstyp
Markfuktighet	Mineraljordstjocklek
Humustjocklek	Planteringsdjup
Rörligt markvatten	Övermyllning Ja/Nej
Höjdläge	Lutning
Vindexponering	Dubbelplanta Ja/Nej
Frostrisk	Finns bättre planteringspunkt inom 1m?
Exposition	Vitalitet
Självförnygring	Skador
Gräsförekomst	Höjd

## Studieområde

Studien fokuserade på tre stycken trakter hämtade ur databasen från fasta provytor. De var utvalda för att representera det spektrum av marker som normalt återfinns i mellersta och delar av norra Norrland, där också merparten av SCAs markinnehav återfinns. Enligt ståndortsindex speglade trakterna en blandning av medelbra till något sämre marker, se tabell 3. Harvning hade använts som markberedningsmetod på Hästflovägen och Tretjärnsvägen medan högläggning användes på NV Sönnerbodarna. Alla tre hyggen var planterade under juni månad.

**Tabell 3.** Lista över använda objekt

<i>Lokal</i>	<i>Areal (ha)</i>	<i>SI</i>	<i>Vegetation</i>	<i>Fuktighet</i>	<i>Jordart</i>	<i>GYL</i>	<i>Höh (m)</i>
Tretjärnsvägen	13,1	T17	Blåbärstyp	Frisk	Sandig morän	232	330
Hästflovägen	10,8	T21	Blåbärstyp	Frisk	Sandig moig morän	322	243
NV Sönnerbodarna	8,6	T20	Blåbärstyp	Frisk	Sandig moig morän	321	310

## Försöksdesign

Vår studie inleddes med en analys av det insamlade materialet från år ett för de tre hyggena. Databasens indelning av plantor i 13 stycken olika kategorier bedömdes som något opraktisk för studien då många av kategorierna uppvisade mycket små skillnader. Beslutet togs därför att göra en något grövre indelning. Denna resulterade i sex stycken olika kategorier med mer tydligt definierade skillnader som i teorin representerar allt osäkrare planteringspunkter för etablering, se tabell 4. De sex kategorierna baserades på de huvudvillkor som SCA använder för att bedöma ifall en planta är godkänt planterad eller inte, samt de faktorer som anges för plantorna under inventeringen. De tre huvudvillkoren för en godkänd planteringspunkt var:

- (1) Plantan skall vara djupplanterad, dvs. torvproppen är >3 cm ner och övermyllad.
- (2) Plantan skall vara minst 10 cm in från ytterkant av markberedningen.
- (3) Avståndet mellan varje planta är  $\geq 1$  m.

Dessa tre villkor gällde för alla planteringspunkter, oberoende av markberedningsmetod.

**Tabell 4.** Beskrivningar av använda planteringspunkter

Planteringspunkt	Klassning	Beskrivning
Typ 1	Godkänd	Planta i omvänd torva med mineraljord, >10- $\geq$ 5 cm till humuskant och $\geq$ 3 cm mineraljord ovanpå torvan.
Typ 2	Godkänd	Planta i omvänd torva med eller utan mineraljord och $\geq$ 2-5 cm till humuskant.
Typ 3	Godkänd	Planta i fläck dominerad av humus/mineraljord och med förhöjd planteringspunkt minst 10 cm från gångjärnet.
Typ 4	Godkänd	Godkänd planta som inte faller inom någon av ovanstående kategorier.
Typ 5	Underkänd	Planta som inte uppfyller huvudvillkor 1,2 eller 3.
Typ 6	Underkänd	Ej markberett, planta exempelvis i söderläge högt placerad vid en sten eller stubbe eller högt i ett traktorspår där fältskiktet är borta.

När materialet från de i analysen använda hyggerna hade sorterats in i de nya kategorierna utfördes en lottning för att bestämma vilka plantor som skulle räknas in i materialet. Målsättningen var att studera >30 plantor ur varje kategori från respektive odlingsystemen. För utlottningen användes materialet från den första inventeringen som utfördes 2 veckor efter plantutsättning.

Utlottningen resulterade i ett analysmaterial som innehöll 192 plantor av typen Jackpot och 249 plantor av typen Powerpot. På varje lokal mättes i genomsnitt alltså 10 Jackpot och 13 Powerpot från var och en av de sex kategorierna med planteringspunkter. I verkligheten såg dock fördelningen annorlunda ut. Anledningen till skillnaden i antal mellan planttyperna var att fler plantor av typen Powerpot fanns planterade på objekten från första början.

När analysmaterialet var färdigt utfördes inventeringen i fält under slutet av oktober där plantavgång noterades och morfologiska mätningarna utfördes. För varje planta angavs höjden i centimeter, från rothalsen till toppen av årsskottet (eller plantans högsta punkt ifall årsskottet inte återfanns) rothalsdiameter i millimeter samt toppskottslängden i centimeter. De mätverktyg som användes var en tumstock samt ett skjutmått.



## Näringsstatus

Förutom de morfologiska mätningarna utfördes även analyser av plantornas näringsstatus. De näringsämnen som uppmättes var N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn och Cu. Testet utfördes genom att i fält samla in 50 barr från varje planta, främst från årsskottet. Räckte inte dessa barr för att samla in 50 stycken togs barr från de färskaste sidoskotten. Alla barr vägdes sedan och torkades inför analysen som utfördes enligt plantskolans standardrutiner. Resultatet av näringsanalysen angavs per näringselement i procentsatser av uppmätt torrsvikt för 50 barr. Inför resultatredovisningen räknades dessa procentsatser om och visades även i faktisk mängd näring (mg).

## Dataanalyser

Dataanalyser utfördes med hjälp av statistikverktyget Minitab 17. Planttypen och planteringspunktens inverkan på tillväxt och näringsstatus analyserades med hjälp av en ANOVA (Analysis of Variance) av typen ”general line model” (GLM), där de två plantnttypernas medelvärden för kontinuerliga data beräknades var för sig per lokal och kategori av planteringspunkt.

Då svårigheter att tolka resultatet kan uppkomma när för många faktorer används i samma statistiska analys så analyserades faktorerna höjd, toppskottslängd och rothalsdiameter var för sig. Planteringslokalen användes även som en faktor då denna kan spela roll för resultatet. I modellen valdes de morfologiska attributen för respektive analys till respons-variabel och som modellvariabler användes planteringspunkt, planttyp, planteringspunkt\*planttyp samt lokal. För de morfologiska egenskaperna gjordes även inför resultatet en visuell analys för ökad tydlighet.

Den modell som användes för analysen var följande:

$$Y = \mu + \alpha_{\text{Lokal}} + \beta_{\text{Punkt}} + \gamma_{\text{Kruka}} + (\alpha\beta)_{\text{Lokal,Punkt}} + (\alpha\gamma)_{\text{Lokal,Kruka}} + (\beta\gamma)_{\text{Punkt,Kruka}} + \varepsilon$$

Där responsvariabeln (Y) betecknar rothalsdiameter, toppskottslängd, höjd, näring och  $\varepsilon$  betecknar individuella avvikelser (brus) från det förväntade Y-värdet.

Efter genomförd analys avlästes p-värden och förklaringsgrad. Som gräns för signifikanta samband användes p-värde  $< 0,05$ . Variansanalysens tillförlitlighet bygger på att datamaterialet skall uppvisa konstant varians, oberoende residualer samt vara normalfördelat. Dessa villkor uppfylldes inte helt då datat inte var normalfördelat. Dock anses ett GLM vara relativt robust även då normalfördelningskravet inte uppfylls varför detta ignorerades.

## **Plantavgång**

Andelen döda och/eller saknade plantor redovisades separat för varje planteringspunkt och planttyp. För att jämföra planttyperna utfördes ett Chi-två test av goodness of fit-typ. Beräkningen gjordes under förutsättningen/nollhypotesen att Powerpot inte skulle uppvisa några skillnader relativt Jackpot i använda kategorier av planteringspunkter. Som gräns för uppvisat signifikant samband användes även här  $p\text{-värde} < 0,05$ . Testet utfördes först på hela datasetet och sedan på olika delar av materialet för att undersöka om något av odlingssystemen var konsekvent bättre än det andra eller om signifikans endast kunde uppvisas för några av studiens olika planteringspunkter.

# RESULTAT

## Plantavgång

Plantavgången var störst för odlingssystemet Powerpot med 36 % bortfall på sex år. Jackpot hade istället ett bortfall på 27 %. Denna skillnad ansågs efter en analys med chi två-test vara signifikant (p-värde 0,000). Skillnaderna blev särskilt märkbara i planteringspunkt 4-6 medan skillnaderna mellan punkt 1-3 varierade i mindre utsträckning, se tabell 5.

**Tabell 5:** Observationer och plantavgång per odlingssystem, angivet i absoluta tal och procent

Planteringspunkt	1	2	3	4	5	6
Jackpot (observationer)	35	47	59	17	13	21
Antal döda	5	16	13	5	2	10
Avgång (%)	14 %	34 %	22 %	29 %	15 %	48 %
Powerpot (observationer)	38	49	55	38	40	29
Antal döda	7	12	16	18	16	20
Avgång (%)	18 %	24 %	29 %	47 %	40 %	69 %

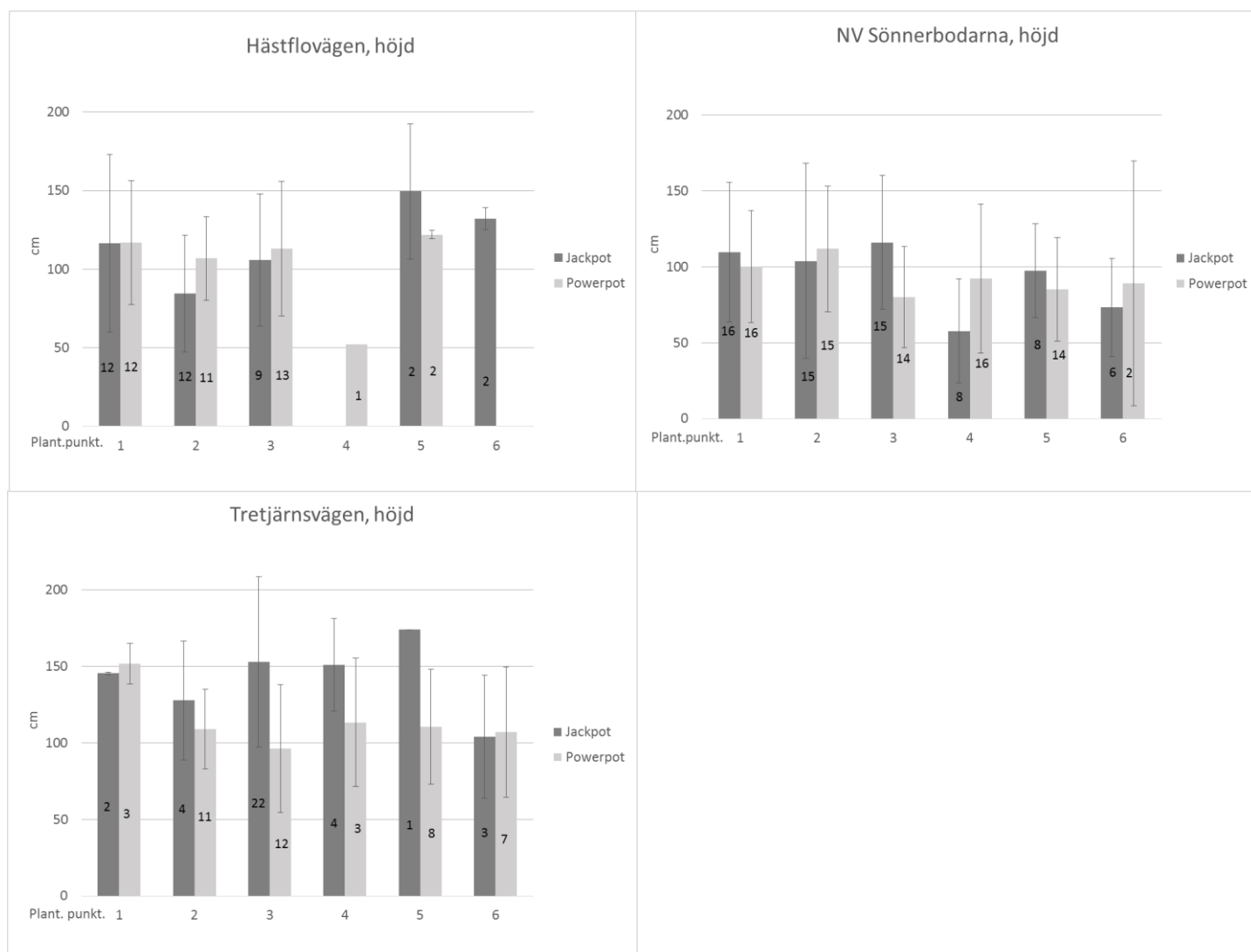
Vid analys av enbart punkterna med mindre variation med hjälp av chi två-testet kunde ingen signifikant skillnad upptäckas (p-värde 0,302). Detsamma gällde för planteringspunkt 1-2 dock med ett annat p-värde, se tabell 6. Att ingen signifikant skillnad upptäcktes innebär att det på planteringspunkterna 1-3 inte spelar någon roll vilken planta som planterades. Den större Jackpot har inte en annorlunda plantavgång jämfört med den mindre Powerpot om en väl utförd markberedning har skett.

**Tabell 6.** Förändring i p-värde beroende på vilka planteringspunkter som inkluderades i analysen

Inkluderade planteringspunkter	1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6
P-värde	n/a	0,182	0,302	0,000	0,000	0,000

## Höjdtillväxt

Efter sex år i fält var medelhöjden på alla inventerade plantor av typen Jackpot 112,8 cm och 102,3 cm för Powerpot. Den största höjdtillväxten i medeltal var för båda odlingssystemen störst på Tretjärnsvägen. För de andra lokalerna är tillväxten relativt likartad förutom i planteringspunkt 5 och 6 för Hästflovägen. Dessa punkter innehåller dock väldigt få observationer och uppvisar därför höga standardavvikelser. Lokalen var den faktor som uppvisade störst signifikans i höjdanalysen med ett p-värde på 0,000. Analysen uppvisade även en signifikant skillnad (p-värde 0,010) när lokalen och odlingssystemet undersöktes tillsammans, vilket innebär att de olika planttyperna vuxit olika bra beroende på lokal. Detta är speciellt tydligt för Tretjärnsvägen men det förekommer även vissa skillnader för de andra lokalerna, se figur 1. Signifikans uppkom också när samspelseffekten mellan odlingssystemet och planteringspunkten undersöktes (p-värde 0,037). Detta resultat är dock svårare att tolka.



**Figur 1:** Höjdspridning uppdelat på lokal, odlingssystem och planteringspunkt. Siffran i stapeln anges antalet observationer som ligger till grund för analysen. Felstaplarna anger standardavvikelse

Undersöktes i stället enbart odlingssystemet eller planteringspunkten var för sig kunde ingen signifikant skillnad upptäckas, se tabell 7. Det verkar därför inte spela någon roll för plantornas höjdtillväxt på dessa lokaler vilken typ av planteringspunkt eller planta som används. Detta går även att avläsa i den visuella analysen där inget entydigt mönster uppträder.

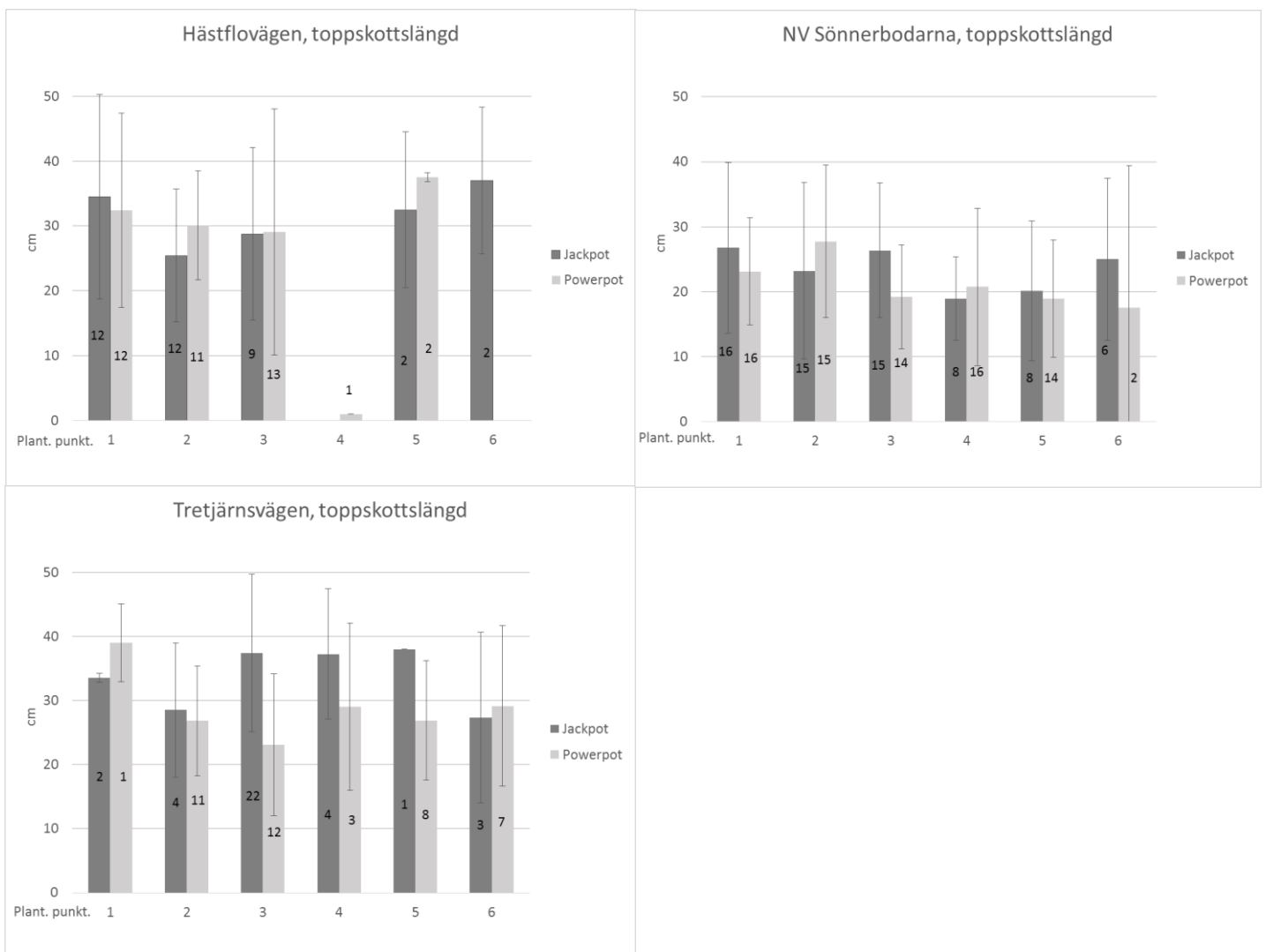
**Tabell 7.** P-värden för jämförda parametrar i höjdanalys

Parameter	P- värde
Lokal	0,000
Odlingssystem	0,577
Planteringspunkt	0,136
Lokal & Odlingssystem	0,010
Lokal & Planteringspunkt	0,144
Odlingssystem & Planteringspunkt	0,037

Den använda modellen ger en så kallad förklaringsgrad (R-sq(adj)-värde) på 13,42 % vilket innebär att enbart 13,42 % av variationen i höjd kan förklaras genom de i studien uppmätta variablerna. Resterande faktorer som påverkar variationen ligger utanför studiens ”träffbild”.

## Toppskottslängd

Medellängden för plantornas toppskott var 28,5 cm för planttypen Jackpot och 25,3 cm för Powerpot. NV Sönerbodarna hade i medeltal den minsta toppskottslängden, se figur 2, och det verkar som om Jackpot överlag för alla lokaler har ett något längre toppskott relativt Powerpot. I övrigt är det dock svårt att utläsa några konkreta mönster från den visuella analysen. Den enda signifikanta faktorn för toppskottslängden i den här studien var lokalen (p-värde 0,000). Precis som i analysen för höjd innehåller några planteringspunkter ett litet antal observationer och höga standardavvikelser.



**Figur 2.** Toppskottslängdens spridning uppdelat på lokal, odlingssystem och planteringspunkt. Siffran i stapeln visar antalet observationer. Felstaplarna anger standardavvikelse

Då den enda signifikanta skillnaden som uppkom i den statistiska analysen var lokalen så verkar det inte spela någon roll vilken planttyp eller planteringspunkt man använder om målet är ett långt toppskott. I den visuella analysen såg det dock ut som om Jackpot överlag hade något längre toppskott men detta går inte att styrka med den statistiska analysen (p-värde 0,343), se tabell 8.

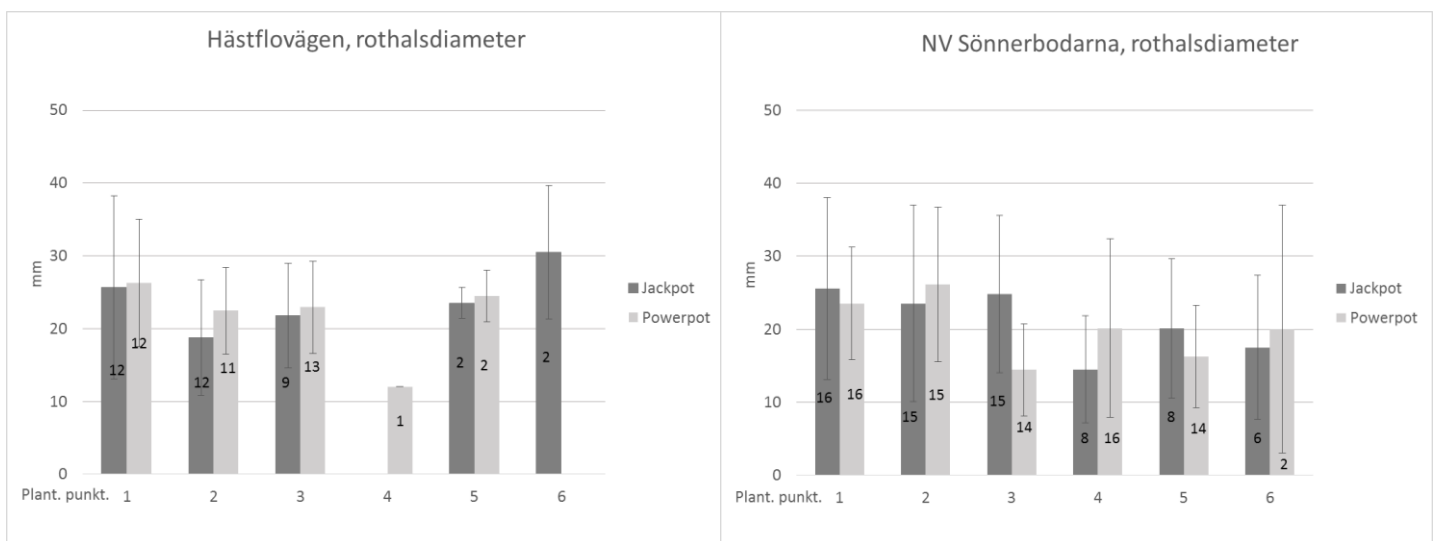
**Tabell 8.** P-värden för jämförda parametrar i analysen för toppskottslängd

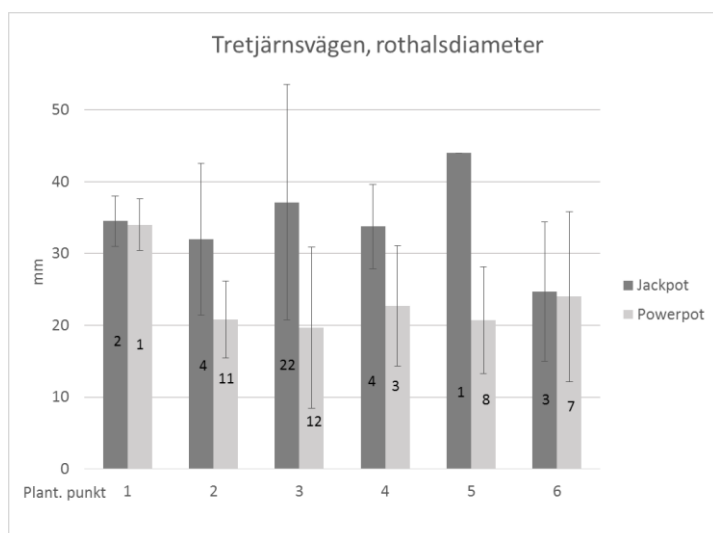
<i>Parameter</i>	<i>P- värde</i>
Lokal	0,000
Odlingssystem	0,343
Planteringspunkt	0,064
Lokal & Odlingssystem	0,143
Lokal & Planteringspunkt	0,200
Odlingssystem & Planteringspunkt	0,205

Den använda modellen ger även för toppskottslängden en relativt låg förklaringsgrad (R-sq(adj)-värde) på 12,52 % vilket innebär att enbart 12,52 % av variationen i toppskottslängd kan förklaras genom de i studien uppmätta variablerna. Resterande faktorer som påverkar variationen ligger utanför studiens ”träffbild”.

## Rothalsdiameter

Rothalsdiameteren angavs i millimeter och i medeltal hade planttypen Jackpot en diameter på 25,6 mm och Powerpot en diameter på 21,5 mm. Precis som för höjdmätningarna är det Tretjärnsvägen som uppvisar de högst uppmätta värdena men i detta fall enbart för Jackpot, se figur 3. De övriga lokalerna uppvisar mindre skillnader med undantag för punkterna 5 och 6 för Hästflövägen. Dessa punkter innehåller dock som sagt ett litet antal observationer. Lokalen var även för denna mätning den faktor som uppvisade högst signifikans (p-värde 0,000). Analysen visade också här på en signifikant skillnad när lokalen och odlingssystemet undersöktes tillsammans (p-värde 0,000). Detta innebär att de olika planttyperna vuxit olika bra beroende på vilken lokal de planterats på, något som tydligt kan avläsas i diagrammen speciellt för Tretjärnsvägen.





**Figur 3.** Rothalsdiameterens spridning uppdelat på lokal, odlingssystem och planteringspunkt, siffran i stapeln visar antalet observationer. Felstaplarna anger standardavvikelse

Även för rothalsdiameteren verkar det inte spela någon roll för vilket odlingssystem eller planteringspunkt man använder då den statistiska analysen inte gav upphov till några signifikanta skillnader, se tabell 9. Förutom för lokalen och samspelseffekten mellan lokal och odlingssystem så uppkommer även en signifikant samspelseffekt mellan odlingssystemet och planteringspunkten ( $p$ -värde 0,035). Detta borde betyda att någon av planteringspunkterna kombinerat med rätt odlingssystem ger en högre tillväxt men ett sådant mönster är svårt att urskilja.

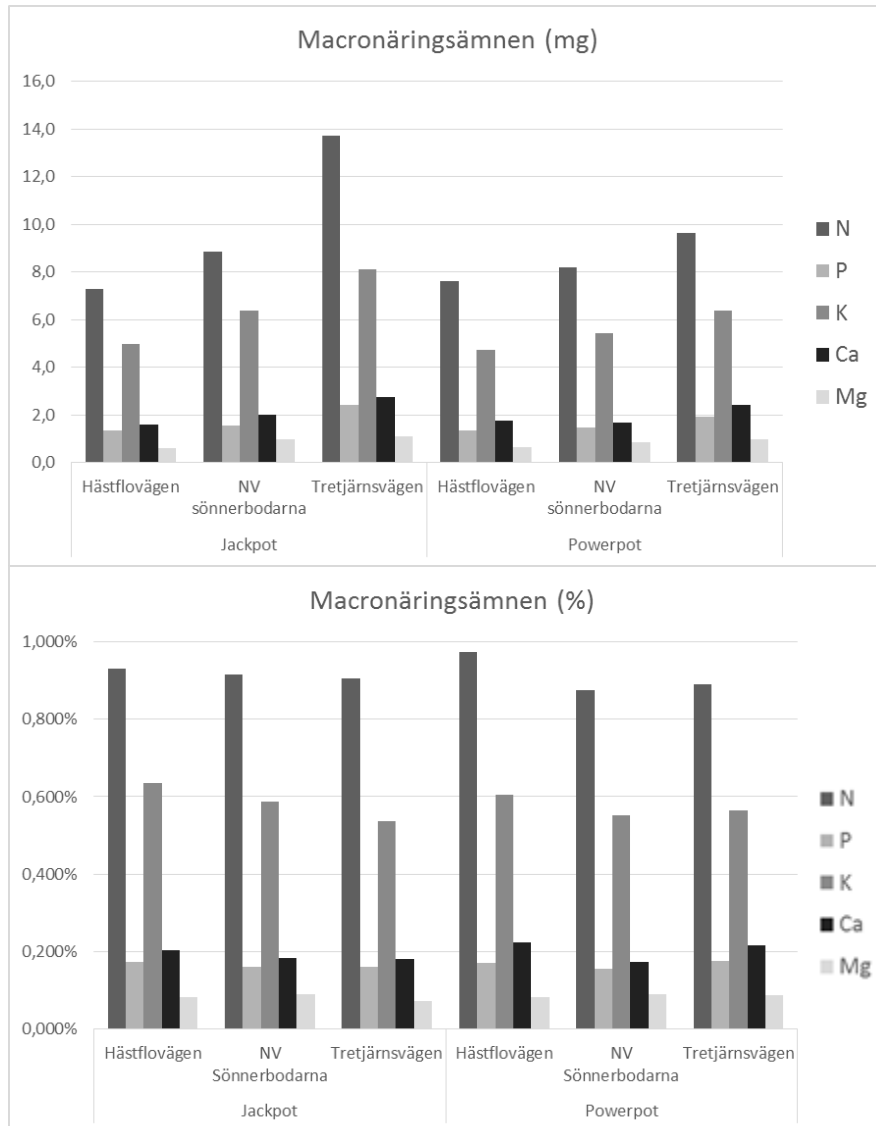
**Tabell 9.**  $P$ -värden för jämförda parametrar i analysen för rothalsdiameter

<i>Parameter</i>	<i>P- värde</i>
Lokal	0,000
Odlingssystem	0,135
Planteringspunkt	0,085
Lokal & Odlingssystem	0,000
Lokal & Planteringspunkt	0,220
Odlingssystem & Planteringspunkt	0,035

Den använda modellen ger också för denna analys en låg förklaringsgrad ( $R$ -sq(adj)-värde) på 17,99 % vilket innebär att enbart 17,99 % av variationen i diameter kan förklaras genom de i studien uppmätta variablerna. Resterande faktorer som påverkar variationen ligger utanför studiens "träffbild".

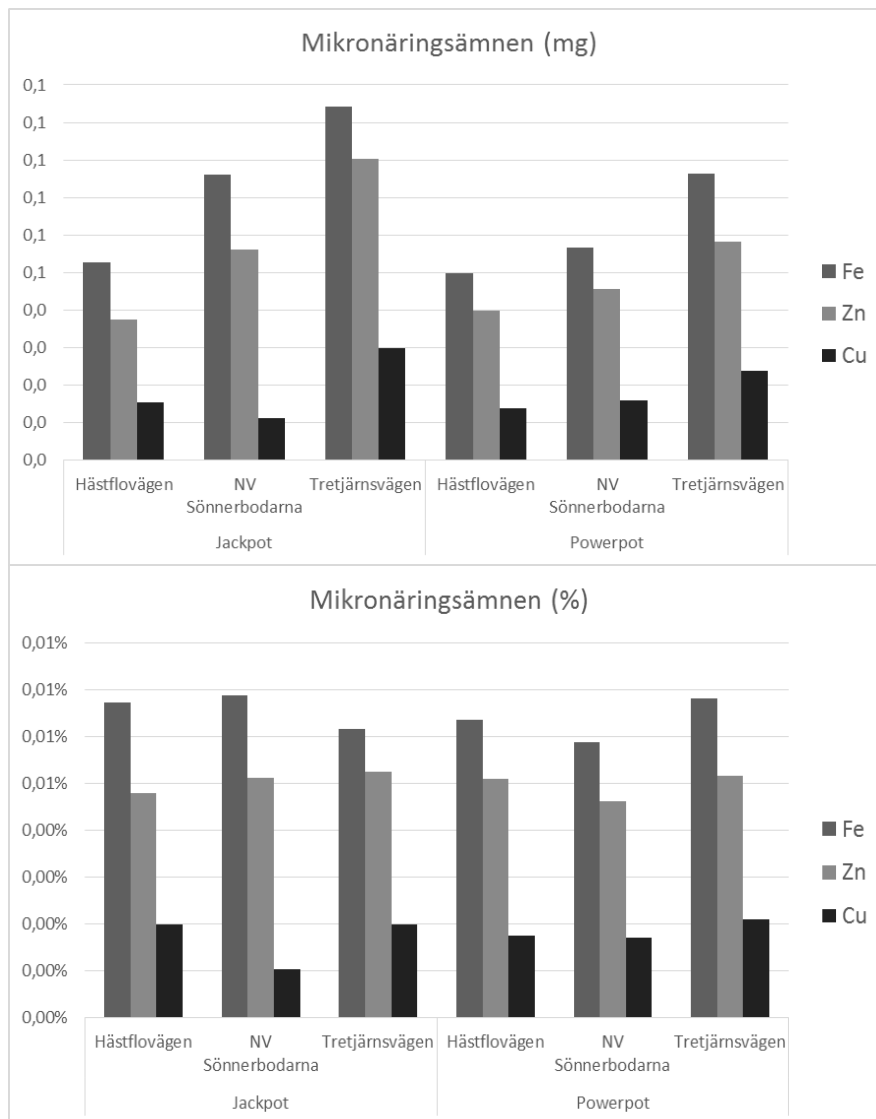
## Näringsstatus

Plantornas näringsstatus har undersökts visuellt i diagramform samt med hjälp av en statistisk analys. Tretjärnsvägen är den lokal som i medelvärde har konsekvent högst uppmätta värden för alla näringsämnen utom ett. Det viktigaste ämnet kväve uppgår på denna lokal till 13,7 mg av uppmätt torrsubstans medan lokalen med näst största medelvärdet, NV Sönnerbodarna uppvisar ett värde på 8,8 mg. Hästflovägen är den lokal som i medeltal uppvisar den lägst uppmätta kvävemängden på 7,2 mg. Näringshalterna i procent följer inte samma mönster, koncentrationen av kväve var t.ex. lägst på Tretjärnsvägen. Detta samband måste anses rimligt då tillväxten både i höjd och diameter överlag var högst på Tretjärnsvägen och plantorna således spridit ut näringen på en större volym, figur 4 och 5.



Figur 4. Medelvärden av uppmätta makronäringsämnen samt procenthalter för de i studien använda plantorna





**Figur 5.** Medelvärden av uppmätta mikronäringsämnen samt procenthalter för de i studien använda plantorna

Den statistiska analysen bekräftade det samband som uppstod i den visuella analysen där det finns en signifikant skillnad mellan lokalerna för alla uppmätta näringsämnen, se tabell 10. Analysen visar även en samspelseffekt för lokal och odlingsystem när ämnena N, P, Zn och Cu undersöktes. Detta indikerar att en planttyp har ett effektivare näringsupptag relativt den andra planttypen då de används på samma lokal. Detta är något som kan avläsas i diagrammen, särskilt tydlig blir skillnaden på Tretjärnsvägen. På denna lokal innehåller Jackpotplantorna i medeltal 13,7 mg kväve (N) och 2,4 mg fosfor (P) medan motsvarande värden för Powerpot är 9,6 mg kväve (N) och 1,9 mg fosfor (P).

**Tabell 10.** P-värden för jämförda parametrar i analysen av respektive näringsvärde.

<i>Parameter</i>	<i>P-värde för respektive näringsämne.</i>							
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu
Lokal	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Odlingssystem	0,193	0,479	0,057	0,931	0,925	0,359	0,271	0,584
Planteringspunkt	0,258	0,191	0,225	0,615	0,716	0,761	0,928	0,709
Lokal & odlingssystem	0,002	0,043	0,103	0,051	0,189	0,189	0,003	0,000
Lokal & planteringspunkt	0,730	0,813	0,566	0,650	0,826	0,859	0,918	0,930
Odlingssystem & planteringspunkt	0,222	0,119	0,280	0,466	0,385	0,309	0,210	0,236
R-sq(adj)-värde (%)	18,09	19,52	19,56	13,31	8,17	11,20	16,85	35,93

Precis som i de statistiska analyserna för tillväxt är ”förklaringsgraden” (R-sq(adj)-värdet) för analysen lågt, det ligger inte i något av fallen, utom ett, över 20 procent. Detta betyder att enbart en relativt liten del av variationen i värden relaterade till näringsstatusen kan förklaras genom de i studien givna faktorerna.

# DISKUSSION

## Resultat

### Plantavgång

Det fanns en signifikant skillnad i plantavgång mellan Powerpot och Jackpot där Powerpot har en högre plantavgång i mindre välutförda planteringspunkter. Speciellt stor blev skillnaden för planteringspunkterna 5 och 6, ej godkända punkter, och för kategori 4, en punkt med mindre mängd frilagd mineraljord. Undersöktes i stället enbart de godkända planteringspunkterna 1, 2 och 3 så kunde ingen signifikant skillnad mellan odlingsystemen upptäckas. Här kan man i stället argumentera för att Powerpot är ett bättre val då plantavgången är lika stor men planttypen är ett bättre val ekonomiskt.

Olika stora plantor är enligt studiens resultat bra på olika saker och dessa slutsatser ligger i linje med tidigare forskning exempelvis Hultén (1992), i vilken man jämför plantor med olika odlingsstäthet och produktionstid en tid efter plantering. Detsamma gäller i en kunskapssammanställning av Grossnickle (2005) som tar upp ett antal fältförsök där större plantor kan anses vara bättre för både etablering och potentiell tillväxt, vilket är i linje med den här studiens resultat när alla planteringspunkter undersöks tillsammans. Resultatet stöds även av Johansson et al. (2006), då de anser att mindre plantor kan etablera sig snabbare under mer fördelaktiga omständigheter, detta kan i vår studie likställas med mer välutförda planteringspunkter. Man spekulerar om att den snabbare etableringen leder till större överlevnad då plantorna är utsatta för stora risker en kortare tid.

Resultatet stämmer även delvis överens med SCAs egna observationer. De har också upptäckt en skillnad i plantavgång, dock mindre än den i studien observerade.

### Tillväxt/morfologi

Tillväxten efter 6 år i fält skiljde sig signifikant mellan de olika lokalerna för alla tre uppmätta attribut: höjd, toppskottsläng samt rothalsdiameter. Det förekom också samspelseffekter då lokalen och odlingssystemet undersöktes tillsammans. En samspelseffekt mellan planteringspunkt och odlingsystem uppkom också i ett fall när höjdtillväxten undersöktes. Dessa effekter är enligt den statistiska analysen klart signifikanta, men förklaringsgraden är låg. Resultaten beror därför förmodligen på fler faktorer än de i studien uppmätta.

Liknade resultat på uppmätt tillväxt återfinns i annan forskning, bland annat Grossnickle (2005) och Ritchie et al. (2010). De menar att större plantor, specifikt större krukstorlekar, innebär en teoretiskt större tillväxtpotential för plantor men att planteringslokalen kan spela stor roll för tillväxten. Teoretisk tillväxtpotential är dock inte liktydigt med faktisk tillväxt, något denna studie tydligt visar. Anledningen till att vi i den här studien inte har upptäckt någon större planttillväxt, trots större teoretisk potential, är svårt att säga men det kan bero på att andra försök har haft större skillnad mellan minsta och största krukstorlek.

### Näringsanalys

Analysen av plantornas näringsstatus utfördes för att undersöka om en planttyp konsekvent var bättre än någon annan på att ta upp ett eller flera specifika näringsämnen och om detta i så fall hade kopplingar till vilken planteringspunkt som användes. Ett sådant samband kunde inte

upptäckas och analysen uppfyllde därmed sitt syfte. Signifikanta skillnader upptäcktes dock istället mellan de använda lokalerna och för ett antal näringsämnen när lokalen och odlingssystemen analyserades tillsammans. Utan vidare studier är det svårt att säga exakt vad denna samspelseffekt berodde på. För koppar kan det dock finnas ett samband mellan den kopparfärg som används att måla krukorna invändigt innan sådd och de värden som uppmättes i fält. Detta är dock endast spekulation.

Det är överlag svårt att dra helt säkra slutsatser om konceptet näringsstatus då näringsinnehållet i en planta beror på flera olika faktorer och även ändras internt i plantan/trädet flera gånger per år (Linder 1995; Nambiar & Fife 1991; Munson & Bernier 1993). Det kan därför behövas ett flertal studier utspridda över året för att verkligen säkerställa att det inte finns någon koppling mellan plantornas näringsstatus, använda odlingssystem och använda planteringspunkter. En approach likande denna används bland annat av Munson & Bernier (1993) och kan med fördel också användas i framtida studier.

### **Studiens styrkor och svagheter**

Ett experimentupplägg hade varit gynnsamt för studiens resultat då detta förmodligen tagit bort en del av de osäkerheter som uppkom. Flera olika lokaler krävdes till exempel för att undersöka ett tillräckligt stort material, lokalerna är inte ointressanta, tvärtom, men ett annat upplägg hade troligtvis lett till ett mer exakt resultat. Ett tillvägagångssätt med parvisa block, ett för Jackpot och ett för Powerpot, innehållande en mer rättvis representation av de olika planteringspunkterna hade förmodligen gett ett mer tillförlitligt material. Med ett sådant upplägg hade man även kunnat undersöka djupare samband mellan odlingssystemen, lokalen och planteringspunkten.

Mängden tid man har till förfogande är också ett problem man måste ta hänsyn i de flesta studier. Då denna har varit begränsad har en del avgränsningar i både material och analys gjorts. En av dessa avgränsningar innebar att de höjdmätningar som företaget själva gjort på materialet under tidigare inventeringar inte inkluderades i studien. Beslutet togs då företaget redan gjort de analyser man behövde på materialet samtidigt som det varit tidsödande att inkludera dessa både i materialhanteringen, analysen och resultathanteringen. En inkludering hade dock gett en djupare inblick i hur utvecklingen skett på de olika lokalerna över tid, något som är mycket intressant.

Insamling, mätning samt bearbetning av data hör istället till studiens styrkor. Insamlingen har utförts av samma 3 personer under hela arbetet och både höjd och rothalsdiameter är frekvent använda attribut i många studier (Johnson & Cline 1991). Hög höjd innebär också teoretiskt bättre möjligheter för snabb tillväxt (Grossnicle 2000) varför det är ett lämpligt attribut att mäta.

En parentes som dock är värd att nämna är att Tretjärnsvägen, den lokal som är lägst klassad enligt ståndortsindex, är den lokal som till stor del uppvisar högst värden i både näring och tillväxtanalysen. Förmodligen beror detta fenomen på att lokalen är felklassad och egentligen bör ha ett annat värde på ståndortsindex. Vilken roll detta spelar för resultatet är svårt att uppskatta men hade ett annat värde på ståndortsindex angivits är det möjligt att urvalet av lokaler sett annorlunda ut.

## **Framtida studier**

Framtida studier bör utföras med en experimentuppställning och den skulle med fördel även kunna inkludera faktorerna torkstress och rottillväxt i analysen. Detta är viktiga faktorer för plantetablering som inte ingått i den här studien, delvis på grund av att förstörande av försöksytor inte varit tillåtet. Även odlingstiden för Powerpot kan undersökas då en del forskning (Hultén 1992) hävdar att plantor som odlats tätt i plantskolan dör i större utsträckning på hygget, då de har lägre vitalitet. Olika kombinationer av planttäthet och odlingstid kan dock ge samma vitalitet anser Hultén. Fler undersökningar på näringsstatus spridda över året behövs också för att säkerställa sambanden och resultaten kring detta värde.

## **Resultatets allmängiltighet**

Att Powerpot verkar överleva lika bra som Jackpot i väl utförda planteringspunkter och Jackpot istället presterar bättre på sämre utförda markpunkter där det t.ex. förekommer mer konkurrerande vegetation är båda påståenden som tillsammans kan styrkas med denna studies resultat samt annan forskning. Att skillnaderna i tillväxt är små går också i linje med annan forskning. Resultatet stämmer även ganska väl överens med SCAs egna resultat och säljpolicy där de hävdar att Powerpot med fördel kan planteras på alla ”normala och markberedda hyggen” (SCA 2015). Hyggena i denna studie kan förmodligen räknas in i denna beskrivning då inget av dem uppvisar en särskilt svår GYL eller mycket blockig terräng som försvårar en markberedning.

Powerpot kan alltså ses som ett rationellt förnygringsalternativ när den används på rätt sätt. Användningen av planttypen leder också, på grund av högre effektivitet, till stora ekonomiska besparingar varför en utökad användning av planttypen är väl motiverad.

## REFERENSER

- Balisky, A., & Burton, J. P. (1997). Planted conifer seedling growth under two soil thermal regimes in high-elevation forest openings in interior British Columbia. *New Forests, volume 14*.
- Bergquist, J., Eriksson, A., & Fries, C. (2011). *Polytax 5/7 återväxttaxering resultat från 1999-2009 (Rapport 1: 2011)*. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag.
- Burdett, A. (1990). Physiological processes in plantation establishment and the development of specifications for forest planting stock. *Canadian journal of forest research, volume 20*.
- Driessche, R. van den (1991). *Mineral Nutrition of Conifer Seedlings*. CRC Press, Boca Raton, USA
- Enander, K.-G. (2007). *Skogsbruk på samhällets villkor, skogsskötsel och skogsbruk under 150 år*. UMEÅ, Sweden: SLU, Institutionen för skogens ekologi och skötsel.
- Geiger, R. (1980). *The climate near ground. 6th edition. Massachusetts: Harvard University press*. Cambridge: Blue hill meteorological observatory.
- Goulet, F. (2000). *Frost heaving of planted tree seedlings in the boreal forest of Northern Sweden*. Umeå: Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture.
- Grossnickle, C. S., & Herkurinen, J. (1989). Site preparation : Water relations and growth of newly planted jack pine and white spruce. *New forests, volume 3*.
- Grossnickle, S. C. (2000). *Ecophysiology of Northern Spruce Species: The Performance of Planted Seedlings*. Ottawa: NRC Research Press.
- Grossnickle, S. C. (2005). Seedling size and reforestation success. How big is big enough? (Forest research information paper). *Nursery to forest solutions*.
- Hultén, H. (1992). Olika plantor för olika ståndorter. *Skog och Forskning, volym 3*.
- Jobidon, R., Vincent, R., & Guillaume, C. (2003). Net effect of competing vegetation on selected environmental conditions and performance of four spruce seedling stock sizes after eight years in Quebec. *Annals of Forest Science, volume 60*.
- Johansson, K., Nilsson, U., & Allan, L. (2006). Interactions between soil scarification and Norway spruce seedling types. *New Forests, volume 33*.
- Johnsen, K. H., Feret, P., & Seiler, J. (1988). Root growth potential and shoot activity of northern and southern provenances of 1-0 eastern white pine seedlings grown in a Virginia nursery. *Canadian journal of forest research, volume 18*.
- Johnson, J., & Cline, M. (1991). *Forest Regeneration Manual chapter 8: Seedling quality of southern pines*. Dordrecht: Springer-Science+Business Media.

- Kubin, E., & Kemppainen, L. (1994). *Effect of soil preparation of boreal spruce forest on air and soil temperature conditions in forest regeneration areas*. Helsingfors: The Finnish Society of Forest Science & The Finnish Forest Research Institute.
- Lamhamedi, M., Bernier, P., & Herbert, C. (1996). Effect of shoot size on the gas exchange and growth of containerized *Picea mariana* seedlings under different watering regimes. *New forests, volume 13*.
- Linder, S. (1995). Foliar analysis for detecting and correcting nutrient imbalances in Norway spruce. *Ecological Bulletins, volume 44*.
- Munson, A., & Bernier, P. (1993). Comparing natural and planted black spruce seedlings. II. Nutrient uptake and efficiency of use. *Canadian journal of forest research, volume 23*.
- Nambiar, S. E., & Fife, N. D. (1991). Nutrient re-translocation in temperate conifers. *Tree Physiology, volume 9*.
- Newton, M., & Comeau, P.G. (1990). Control of competing vegetation. I Lavender D.P., Parish. i D. Lavender, R. Parish, C. Johnson, G. Montgomery, E. Vyse, R. Willis, & D. Winston, *Regenerating British Columbia's Forests*. Vancouver: University of British Columbia.
- Nilsson, U., & Örlander, G. (1995). Effects of regeneration methods on drought damage to newly planted Norway spruce seedlings. *Canadian journal of forest research, volume 25*.
- Nordlander, G., Örlander, G., Petersson, M., & Hellqvist, C. (2008). *Skogsskötselåtgärder mot snytbagge, webbhandbok version 1,3*. Växjö: Växjö Universitet.  
<http://www2.ekol.slu.se/snytbagge/handbok.php> [tillgänglig 2016-04-05]
- Nyström, C. (1999). Betydelse av plantålder och plantstorlek, faktablad från plantgruppen vid högskolan i dalarna. *Plantaktuellt Nr 1*.
- Paterson, J. (1996). Growing environment and container type influence field performance of black spruce container stock. *New forests volume, 13*.
- Ritchie, A. G., Landis, D.T., Dumroese, K. R., & Haase, L. D. (2010). *The container tree nursery manual, volume 7, chapter 2, Assessing plant Quality*. Washington, DC: Department of Agriculture, Forest Service.
- Ritchie, G., & Dunlap, J. (1980). Root growth potential: its development and expression in forest tree seedling. *New Zealand Journal of Forestry Science, volume 10*.
- Rose, R., Gleason, J., & Atkinson, M. (1993). Morphological and water-stress characteristics of three Douglas-fir stocktypes in relation to seedling performance under different soil moisture conditions. *New forests, volume 7*.
- SCA. (2015). *SCA, Företagsbroschyr Plantpraktikan– från frö till planta*. Timrå: SCA Skog AB.  
[www.ctmpstarfluff.cn/Global/SCA%20Skog/PDF/Broschyrer%20och%20Presentationer/SCA Plantpraktikan\\_SV\\_webb.pdf](http://www.ctmpstarfluff.cn/Global/SCA%20Skog/PDF/Broschyrer%20och%20Presentationer/SCA%20Plantpraktikan_SV_webb.pdf) [tillgänglig 2016-04-05]
- SFS 1993:553. *Svenska skogsvårdslagen*. Stockholm: Justitiedepartementet.

- Skogsstyrelsen. (2016). *Skogsstyrelsen, Vanliga planttyper*. Jönköping: Skogsstyrelsen. [www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Skota-skog-/Foryngring-/Plantering-/Vanliga-planttyper/](http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Skota-skog-/Foryngring-/Plantering-/Vanliga-planttyper/) [tillgänglig 2016-04-05]
- Skogsstyrelsen. (2014). *Skogsstatistisk årsbok, Swedish Statistical Yearbook of Forestry*. Jönköping: Skogsstyrelsens förlag.
- Timmer, V. R. (1996). Exponential nutrient loading a new fertilization technique to improve seedling performance on competitive sites. *New forests, volume 13*.
- Tryon, P., & Chapin, F. (1983). Temperature control over root growth and root biomass in taiga forest trees. *Canadian journal of forest research, volume 23*.
- Williams, H. M., South, D., & Glover, G. (1988). Effect of bud status and seedling biomass on root growth potential of loblolly pine. *Canadian journal of forest research, volume 18*.
- Örlander, G., Gemmel, P., & Wilhelmsson, C. (1991). *Markberedningsmetodens, planteringsdjupets och planteringspunktens betydelse för plantors etablering i ett område med låg humiditet i södra Sverige*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogsskötsel.

#### **Muntliga referenser**

- Borgh, N. (2016). Biolog SCA Norrplant. Personlig kommentar.



## SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2015:5 Författare: Mikael Kullström  
Naturligt föryngrade huvudstammar i röjda bestånd etablerade efter plantering på SCAs mark
- 2015:6 Författare: Sara Waern  
Återskapande av biodiversitet i degraderad sekundär regnskog i Sabah, Malaysia – naturlig föryngring av träd efter restaureringsåtgärder
- 2015:7 Författare: Sandra Laestander  
”Den kemiska bekämpningen av skadlig lövskog har öppnat helt nya vyer för skogsbruket” – Flygbesprutning med herbicider i Arjeplog 1953-1978
- 2015:8 Författare: Simon Bylund  
Algbiomassa som gödselmedel till gran och tall
- 2015:9 Författare: Anton Wikman  
Ekarna på Tullgarn – En studie om ekförekomstens utveckling och framtid
- 2015:10 Författare: Joakim Jansson  
Rehabilitation in a tropical secondary rain forest in Malaysian Borneo – Early effects of canopy properties on light conditions at the forest floor
- 2015:11 Författare: Adam Klingberg  
Tillväxt, överlevnad och skador för provenienser av Banksianatall (*Pinus banksiana*, Lamb.) i norra Sverige
- 2015:12 Författare: Rasmus Häggqvist  
Skötselplan för Gammlia skogen
- 2015:13 Författare: Elisabet Ekblad  
Förutsättningar för naturhänsyn i bestånd med contortatall (*Pinus contorta*)
- 2015:14 Författare: Jon Wikström  
Utvärdering av förmågan hos Wet Area Mapping (WAM) att beskriva markbärigheten på skogsmark intill vattendrag
- 2015:15 Författare: Jenny Tjernlund  
Grundvattenkemin tre år efter askgödsling på djupa torvmarker i Norrland
- 2015:16 Författare: Anton Hammarström  
Utveckling av en modell för bärighetsklassificering av skogsmark
- 2016:1 Författare: Gustaf Dal  
Tree cover and tree traits affects soil carbon and soil compaction in Parklands in Central Burkina Faso
- 2016:2 Författare: Julia Mellåker  
Degradation and restoration method interact to affect the performance of planted seedlings in tropical rainforest restoration – evidence from plant functional traits
- 2016:3 Författare: Pia Sundvall  
Kväverikt spillvatten från sprängämnesproduktion – potentiell råvara i gödsel?