



# Jämförelse av planteringsresultatet mellan markberedningsmetoderna harvspår och omvänd torva för planteringsmaskinen Plantma X

---

Comparison of the planting result between the soil preparation treatments furrow and inverted humus with the Plantma X tree planting machine

Simon Dahlberg

Examensarbete 30 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Skogens biomaterial och teknologi

Jägmästarprogrammet

Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi, 2023:2

Umeå 2023



# Jämförelse av planteringsresultatet mellan markberedningsmetoderna harvspår och omvänd torva för planteringsmaskinen Plantma X

*Comparison of the planting result between the soil preparation treatments furrow and inverted humus with the Plantma X tree planting machine*

Simon Dahlberg

**Handledare:** Back Tomas Ersson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

**Handledare på värdföretag:** Sara Nilsson, Holmen skog

**Examinator:** Tomas Nordfjell, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** Avancerad nivå A2E

**Kurstitel:** Masterarbete i skogsvetenskap

**Kurskod:** EX0956

**Program/utbildning:** Jägmästarprogrammet

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

**Utgivningsort:** Umeå

**Utgivningsår:** 2023

**Omslagsbild:** Simon Dahlberg

**Upphovsrätt:** Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd

**Serietitel:** Rapport från Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

**Delnummer i serien:** 2023:2

**Nyckelord:** Maskinell plantering, terrängegenskap, planteringskvalitet, högläggning, blockkvot, stubbtäthet, humustjocklek

**Sveriges lantbruksuniversitet**  
Fakulteten för skogsvetenskap  
Institutionen för skogens biomaterial och teknologi

## Sammanfattning

Holmen har som första skogsbolag i Sverige köpt in planteringsmaskinen Plantma X med syfte att i framtiden ersätta delar av den manuella planteringen med maskinell plantering. Bra planteringskvalité samt en markberedningsmetod anpassad till traktens terrängegenskaper är viktiga faktorer för att planteringsmaskinen ska kunna implementeras i större skala framöver. Val av markberedningsmetod påverkar plantornas överlevnad och tidiga tillväxt vilket understryker betydelsen av att rätt markberedningsbehandling används på rätt plats.

Syftet med studien var att jämföra planteringsresultatet i omvänd torva och harvspår beroende på terrängegenskaperna blockkvot, stubbtäthet och humustjocklek vid plantering av täckrotsbarrplantor med Plantma X. Vid en fältinventering inventerades 11 trakter planterade av Plantma X under 2022 i Örnsköldsviks kommun, samt fyra fasta provytor som planterades av Plantma X i Hälsingland under våren 2021. Terrängegenskaper, planteringspunkternas kvalité samt plantornas egenskaper registrerades under inventeringen och analyserades därefter.

Resultaten visade att andelen godkänt planterade plantor var 88,8 % för markberedningsbehandlingen omvänd torva och 87,2 % för harvspår. Skillnaden var inte signifikant och terrängegenskaperna hade inte heller någon signifikant påverkan på planteringsresultatet. Efter två växtsäsonger var medelhöjden för granplantor signifikant högre (i medeltal 4 cm) för behandlingen omvänd torva i jämförelse med behandlingen harvspår. Plantma X uppvisade i denna studie likvärdig andel godkänt planterade plantor som manuell plantering.

Slutsatser från denna studie är att vid plantering med Plantma X verkar det inte finnas någon signifikant skillnad i andelen godkänt planterade plantor mellan behandlingarna omvänd torva och spår för terrängegenskaperna blockkvot, stubbantal och humustjocklek. För att kunna veta mer om Plantma X framtida roll i skogsbruket behöver kunskapsläget rörande långsiktiga ekonomiska konsekvenser samt maskinens produktivitet förbättras.

*Nyckelord:* Maskinell plantering, terrängegenskap, planteringskvalitet, högläggning, blockkvot, stubbtäthet, humustjocklek

## Abstract

Holmen is the first forestry company in Sweden to purchase the Plantma X tree planting machine with the aim of replacing some of the manual tree planting with mechanized tree planting in the future. Good planting quality and a soil preparation method adapted to the clearcuts terrain characteristics are important factors for wide-scale, future implementation of the planting machine. The choice of soil preparation treatment affects the survival and early growth of the seedlings, which underlines the importance of using the right soil preparation treatment at the right spot.

The objective of this study was to compare the planting results in inverted humus and furrow depending on the boulder quota, stump density and humus thickness when planting coniferous seedlings with Plantma X. Via a field inventory, 11 sites planted by Plantma X during 2022 in Örnköldsvik municipality were inventoried, as well as four fixed sample plots that were planted by Plantma X in Hälsingland during the spring of 2021. Terrain characteristics, the quality of the planting and the characteristics of the seedlings were registered during the inventory and subsequently analyzed.

The results showed that the proportion of approved planted seedlings was 88.8 % for the soil preparation treatment inverted humus and 87.2 % for furrow. The difference was not significant and the terrain characteristics had no significant influence on the planting result either. After two growing seasons, the average height of spruce seedlings was significantly higher (on average 4 cm) for the inverted humus treatment compared to the furrow treatment. Plantma X showed in this study an equivalent proportion of approved planted seedlings as manual planting.

Conclusions from this study are that when planting with Plantma X, there appears to be no significant difference in the percentage of approved planted seedlings between the treatments inverted humus and furrow based on the terrain factors boulder quota, stump density and humus thickness. In order to know more about Plantma X's future role in forestry, the knowledge regarding long-term economic consequences and the tree planting machine's productivity needs to be improved.

*Keywords:* Mechanized tree planting, terrain characteristics, planting quality, inverted humus, boulder quota, stump density, humus thickness

# Förord

Jag vill inleda med att rikta ett stort tack till min handledare Back Tomas Ersson som med stort engagemang hjälpt mig under arbetets gång. Back Tomas har bidragit med mycket värdefull feedback samt många kloka insikter.

Jag vill även tacka Holmen skog och främst Sara Nilsson för den fantastiska möjligheten att få skriva detta examensarbete. Sara har varit väldigt tillmötesgående och hjälpsam med material till arbetet.

Till sist vill jag även tacka mina kurskamrater för hjälp och stöd under arbetets gång.

Örnsköldsvik, januari 2023

Simon Dahlberg



# Innehållsförteckning

<b>1.</b>	<b>Inledning</b> .....	<b>9</b>
1.1	Plantering i Sverige .....	9
1.2	Planteringspunkter .....	9
1.3	Planteringsmaskinens historia .....	10
1.4	Plantma X.....	12
1.5	Tidigare studier .....	14
1.6	Syfte .....	15
<b>2.</b>	<b>Material och metod</b> .....	<b>16</b>
2.1	Vetenskaplig metod .....	16
2.2	Fältinventering färska planteringar.....	16
2.3	Fältinventering fasta provytor.....	21
2.4	Analys av data.....	25
<b>3.</b>	<b>Resultat</b> .....	<b>26</b>
3.1	Färska planteringar .....	26
3.1.1	Generella resultat .....	26
3.1.2	Fördelning av kvalitetsklasser.....	27
3.1.3	Terrängegenskapernas påverkan på planteringsresultatet .....	29
3.1.4	Interaktionseffekter mellan terrängegenskaper .....	31
3.2	Fasta provytor – Två växtsäsonger efter plantering .....	32
3.2.1	Vitalitetsklasser .....	32
3.2.2	Planthöjd .....	34
<b>4.</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>37</b>
4.1	Huvudresultatet .....	37
4.2	Jämförelse med befintlig kunskap.....	37
4.3	Nya kunskaper från studien – andelen godkända plantor och den ekonomiska nyttan med omvänd torva .....	39
4.4	Studiens styrkor och svagheter.....	40
4.5	Framtida studier .....	41
4.6	Slutsatser .....	42

<b>Referenser</b> .....	<b>43</b>
<b>5. Bilagor</b> .....	<b>46</b>
5.1 Bilaga 1. Definitioner godkända planteringspunkter .....	46
5.2 Bilaga 2. Definitioner underkänt planterade plantor.....	47
5.3 Bilaga 3. Inventeringsblanketter.....	48
5.4 Bilaga 4. Fördelning av kvalitetsklasser för godkänt planterade plantor .....	50
5.5 Bilaga 5. Fördelning av anledningar för underkänt planterade plantor.....	51
5.6 Bilaga 6. Höjdfördelning av plantor i fasta provytor .....	52
5.7 Bilaga 7. Nuvärdesberäkning.....	53



# 1. Inledning

## 1.1 Plantering i Sverige

I Sverige är plantering med täckrotsplantor av tall och gran den absolut vanligaste förnygringsmetoden eftersom det är en effektiv återbeskogningsmetod som fungerar på de flesta marker (Hallsby 2013). Varje år planteras ungefär 350 miljoner barrplantor i Sverige. Vanligtvis markbereds trakten innan plantering för att öka antalet bra planteringspunkter, minska konkurrensen och förbättra tillväxten. Manuell plantering står för den absoluta majoriteten av planteringsarbetet och maskinell plantering utgör bara någon enstaka procent. En ökad andel maskinell plantering behövs troligtvis i framtiden vid minskad tillgång på planteringspersonal. Planteringsmaskiner som både markbereder och planterar har visats prestera ett biologiskt resultat som motsvarar manuell plantering (Hallsby 2013).

## 1.2 Planteringspunkter

En omvänd torva som är täckt med mineraljord är den mest optimala planteringspunkten på frisk och fuktig mark. Omvända torvor skapas vid markberedning då en omvänd torva vänds upp och täcks med mineraljord. Även omvända torvor som bara delvis är täckta med mineraljord är bra planteringspunkter om djupplantering tillämpas (Adelsköld & Örlander 1989). Flertalet tidigare studier har beskrivit hur plantering i omvända torvor ger en bättre tidig höjdtillväxt i jämförelse med plantering i harvspår (Örlander et al. 1990; Saksa et al. 2005; Uotila et al. 2010). När omvända torvor inte finns tillgängliga är det bra att sätta plantan i ren mineraljord på en hög punkt. Dessa planteringspunkter ska dock undvikas på fuktiga marker där det finns uppfrysningsrisk (SCA 2022). På torra marker är det däremot fördelaktigt att plantera i harvspåret eftersom att risken för uttorkning är stor i den omvända torvan (Adelsköld & Örlander 1989; Södra 2021). Oavsett vilken planteringspunkt som används är det viktigt att sätta plantan djupt så att hela torvklumpen kommer under markytan och får kontakt med underliggande mineraljord. Plantan ska även sitta minst 10 cm från opåverkad mark

oavsett planteringspunkt för att minska risken för angrepp av snytbagge. Kvalitén på planteringspunkten är viktigare än att strikt hålla avståndet men en gräns på minst en meter mellan plantorna brukar användas (SCA 2022). I en studie av Nilsson och Rückler (1983) konstateras att en planta inte kan planteras för djupt så länge som en bit av gröndelen är ovanför markytan. Däremot finns det stora fördelar med att plantera djupt, exempelvis minskad risk för uttorkning (Nilsson & Rückler 1983).

### 1.3 Planteringsmaskinens historia

På 1960-talet började flera delar av skogsbruket mekaniseras eftersom det uppstod en rädsla för att det skulle råda brist på skogsarbetare. I kombination med en önskad förbättring av arbetsvillkor började även en maskin för mekaniserad plantering att utvecklas (Ersson 2010). SHS-ÖSA var namnet på den första planteringsmaskinen som utvecklades i Sverige med start 1965. Konceptet byggde på att maskinen skapade plogfårar som den sedan planterade antingen intermittent eller kontinuerligt i (Stjernberg 1985; Ersson 2010). Kontinuerligt framryckande planteringsmaskiner var det som förutsågs uppnå högst produktivitet vilket gjorde att kommande utvecklingsprojekt fokuserade på kontinuerlig framryckning. DORO-plantern och MODO-Mekan var de två första kommersiellt utvecklade planteringsmaskinerna som togs fram i Sverige under mitten av 1970-talet. För MODO-Mekan bars planteringsaggregatet av en skotare till skillnad från DORO-plantern där planteringsaggregatet var hjulburet och drogs bakom skotaren istället. I början användes intermittent markberedning för DORO-plantern men efter en tids utveckling utrustades den med harvtallrikar och började markbereda kontinuerligt (Stjernberg 1985; Ersson 2010).

I Finland, under slutet av 1970-talet, utvecklades planteringsmaskinen Serlachius där planteringsaggregatet var monterat bak på en skotare. Fördelen med denna maskin var att endast en förare krävdes till skillnad från tidigare maskiner. Serlachius använde en automatisk plantmatning som kunde hantera olika typer av täckrotsplanter samt nådde en relativt hög produktivitet på runt 1100 planter per timme. Nackdelarna var framförallt bristande kvalitet i markberedningen (Ersson 2010).

Silva Nova var ett projekt som startade 1981 där Sveriges fyra största skogsbolag vid den tiden var med och övertog en planteringsmaskin från MoDo-Mekan som lade ner sitt utvecklingsprojekt. Under de kommande 15 åren utvecklades planteringsmaskinen på flera olika sätt till 1994 när projektet kulminerade och minst 6 maskiner planterade i mellersta och norra Sverige. Bland annat utvecklades flera olika metoder för plantmatning där det visade sig att sugmatning med tryckluft

var den som fungerade bäst. En stor del av utvecklingsresurserna användes även till att få maskinen att plantera plantorna på rätt djup. Även planteringsarmarna utvecklades för ökad hållbarhet och förenklat underhåll. Silva Nova kördes av två operatörer och markberedningen utfördes med harvtallrikar fästa framför boggin (Hallonborg et al. 1995; Ersson 2010).

Nilsson och Rückler (1983) visade i sin studie hur planteringsresultatet med Silva Nova varierar beroende på terrängegenskaper. Bland annat visade de på en lägre överlevnadsandel vid svår ytstruktur i jämförelse med lätt ytstruktur (Nilsson & Rückler 1983; Cormier & Ryans 1992). Överlevnadsandelen var även konstant något lägre vid maskinell plantering med Silva Nova i jämförelse med manuell plantering (Nilsson & Rückler 1983). Skillnaden i överlevnadsandel mellan maskinell och manuell plantering var större vid stor än liten mängd hyggesavfall oberoende av ytstruktur. En intressant aspekt var även att plantöverlevnaden ökade vid ökad körhastighet på maskinen (Nilsson & Rückler 1983).

En studie av von Hofsten (1997) som jämförde manuell plantering med Silva Nova visar att antalet godkänt planterade plantor med Silva Nova var ca 5-20 % lägre. Däremot visade inventeringar efter 3 växtsäsonger att överlevnadsgraden med Silva Nova endast var 10 % lägre vilket innebär att majoriteten av plantorna som planterades i underkända planteringspunkter ändå överlevde. Gällande toppskottstillväxten och diametertillväxten fanns inga signifikanta skillnader mellan Silva Nova och manuell plantering (von Hofsten 1997). Av de godkänt planterade plantorna med Silva Nova som var döda efter 3 år visade det sig att uttorkning var den vanligaste dödsorsaken för tall till skillnad ifrån gran där drunkning var den vanligaste anledningen. Gällande tillväxten hade både gran- och tallplantor som var planterade i underkända planteringspunkter vuxit markant sämre än plantor i godkända planteringspunkter. Skillnaden visade sig vara 30 - 50 % vilket visar vikten av en högkvalitativ plantering. Silva Nova gav med andra ord ett något sämre planteringsresultat i jämförelse med väl utförd manuell plantering oavsett trädslag och planteringsmetod (von Hofsten 1997).

Silva Nova anses representera kulminationen av planteringsmaskinens utveckling under 1900-talet men projektet lades ner under 1990-talet på grund av flera olika anledningar. Planteringskvalitén och plantöverlevnaden lyckades aldrig nå upp i samma nivå som manuell plantering utan var ca 10 % lägre (Hallonborg et al. 1995; Ersson 2010). Maskinen fick även hård kritik från privata markägare eftersom plantor som var dåligt placerade, dåligt tilltryckta eller låg på marken ofta hittades. Silva Nova projektet fick även kritik eftersom att maskinen framförallt planterade på trakter med lätta terrängegenskaper vilket gjorde att manuella plantörer fick

plantera på trakter med sämre terrängegenskaper. Framförallt drabbades lokala sommarjobbare som gick miste om ett välbetalt sommarjobb vilket inte var populärt. En stor investeringskostnad samt kraven på minskade hyggesstorlekar var andra faktorer som bidrog till att Silva Nova projektet tillslut avslutades (Hallonborg et al. 1995; Ersson 2010).

## 1.4 Plantma X

Plantma X (Figur 1) är en nyligen utvecklad planteringsmaskin som har utvecklats av Grangärde Konsult, Innovation AB, Alftaprodukter, Grangärde Maskin, ATEK Arvidsson Teknik och MidiFlex. Utvecklingen har skett i samarbete med Svenska skogsplantor AB och Sveaskog. Eftersom det blir allt svårare att hitta personal för manuell plantering finns det ett ökande behov av att hitta en fungerande mekaniserad process (SCA 2020). Utvecklingen av Plantma X startade under 2018 och de första fälttesterna genomfördes under senare delen av 2019. Mindre justeringar genomfördes därefter inför sommaren 2020 då maskinen testades av Sveaskog och SCA (Plantma Forestry 2022). Plantma X är byggd på en EcoLog-skotare och har ett markberedningsaggregat bestående av två roterande harvtallrikar i midjan på maskinen. Markberedningsaggregatet kan skapa både harvspår och omvända torvor samt markbereda såväl kontinuerligt som intermittent. Plantma X kan ses som en vidareutveckling på Silva Nova även om mycket skiljer de två maskinerna åt (Andersson 2019). Den stora bristen på Silva Nova var plantmatningen där plantorna matades med hjälp av tryckluft. På Plantma X matas istället plantorna med hjälp av sin egen tyngd vilket har visat sig fungera bättre (Tysklind 2021). På samma sätt som för Silva Nova krävs två förare för att köra Plantma X, en som kör maskinen framåt och en som sköter planteringen och plantmatningen. På sikt är målet att helt automatisera planteringen så att endast en person krävs för att köra maskinen (Andersson 2019).



**Figur 1.** Plantma X planterar på en trakt i Örnsköldsviks kommun hösten 2022. (Foto: Simon Dahlberg)

**Figure 1.** Plantma X planting on a site in Örnsköldsvik municipality in autumn 2022. (Photo: Simon Dahlberg)

Planteringen utförs av två armar med planteringsrör fästa längst bak på maskinen. Avståndet mellan plantorna ställs in i förväg och maskinen planterar därefter automatiskt på det avståndet. Sensorer i planteringsarmens spets känner av underlaget när den träffar marken och utvärderar om markförhållandena är lämpliga för att sätta plantan. Om planteringspunkten är lämplig sätts plantan och trycks sedan till så den sitter bra. Därefter går planteringsarmen upp till ursprungspositionen och hämtar en ny planta. Denna cykel tar mellan 2-3 sekunder för varje planteringsarm. Om planteringspunkten inte är lämplig provar maskinen en ny punkt och avståndet mellan plantorna beräknas om för att kompensera för omtaget. Antalet plantor över en längre sträcka är alltså samma som det förprogrammerade men avståndet mellan enskilda plantor kan variera. Operatören som sköter plantmatningen kan vid behov flytta planteringsarmarna i sidled för att förbättra planteringsresultatet (Plantma Forestry 2022).

Ersson (2022) beskriver olika faktorer för Plantma X ur den privata skogsägarens perspektiv. Bland annat att fyra hektar anses vara den minsta möjliga traktstorleken med dagens koncept vilket exkluderar en stor andel av trakterna. För att undvika detta föreslår Ersson (2022) bättre samordning av trakter mellan privata skogsägare för att minska flyttkostnaden per planterad planta. Ersson (2022) lyfter även aspekten att om Plantma X utvecklar förmågan att plantera på ett högkvalitativt sätt i omvända torvor skulle attraktiviteten hos privata markägare öka.

Holmen har som första skogsbolag i Sverige köpt in Plantma X och under sommaren 2022 har den planterat på Holmens mark utanför Örnsköldsvik. Holmen har investerat i maskinen för att korta kalmarkstiden och få igång ny skog snabbare. Med Plantma X är det även möjligt att plantera i mörker vilket förlänger planteringssäsongen (Holmen 2022a).

## 1.5 Tidigare studier

Endast enstaka tidigare studier har genomförts på Plantma X vilket gör denna studie extra viktig gällande att förbättra kunskapsläget om denna nyutvecklade planteringsmaskin. Tysklind (2021) har tidigare undersökt hur terrängegenskaper påverkar planteringsresultatet för Plantma X vid plantering av tall i harvspår. Studien visade att en kombination av ökad stubbtäthet och humustjocklek har en negativ inverkan på planteringsresultatet. Studien av Tysklind (2021) är relevant för detta arbete framförallt med avseende på inventeringsmetodiken men även för jämförelse av resultat. Ersson (2022) analyserade Plantma X potential inom privatskogsbruket i en studie delvis baserad på Tysklind (2021) som innehåller intressanta aspekter.

Silva Nova är den bäst jämförbara planteringsmaskinen med Plantma X och den har studerats noggrant gällande både planteringskvalitet och begränsningar (Hallonborg et al. 1995; Ersson 2010). Antalet godkänt planterade plantor med Silva Nova var ungefär 5 - 20 % lägre i jämförelse med traditionell manuell plantering (von Hofsten 1997). Plantöverlevnaden var däremot endast 10 % lägre vid plantering med Silva Nova vilket visade att majoriteten av plantorna planterade i underkända planteringspunkter överlevde även om tillväxten var betydligt lägre. Silva Nova lyckades med andra ord aldrig uppnå ett lika bra planteringsresultat som manuell plantering (von Hofsten 1997). Nilsson och Rückler (1983) visade i sin studie hur planteringsresultatet för Silva Nova påverkas av olika terrängegenskaper. Svår ytstruktur samt mycket hyggesavfall var faktorer som försämrade planteringsresultatet (Nilsson & Rückler 1983).

Hur planteringsresultatet med Silva Nova påverkades av plantering i omvänd torva eller i harvspåret kopplat till olika terrängegenskaper har inte berörts i tidigare studier. Det finns heller inga tidigare studier på hur planteringsresultatet i omvänd torva och harvspår beror på olika terrängegenskaper vid plantering med Plantma X. Tidigare studier visar på en bättre tidig höjd- och diametertillväxt för plantor planterade i omvänd torva i jämförelse med plantor planterade i harvspåret (Örlander et al. 1990; Saksa et al. 2005; Uotila et al. 2010). Detta skapar incitament att jämföra planteringsresultatet mellan behandlingarna eftersom en förbättrad planttillväxt skapar en god anledning till att välja högläggning (plantering i omvänd torva) som markberedningsmetod.

## 1.6 Syfte

Det övergripande syftet med studien var att för Plantma X jämföra planteringsresultatet för täckrotsbarrplantor i omvänd torva och harvspår beroende på blockkvot, stubbtäthet och humustjocklek.

Delsyften var att:

- Undersöka andelen godkända och underkända plantor vid plantering i omvänd torva och harvspår.
- Jämföra planthöjd och fördelningen av vitalitetsklasser efter två växtsäsonger mellan behandlingarna plantering i harvspår och omvänd torva.

## 2. Material och metod

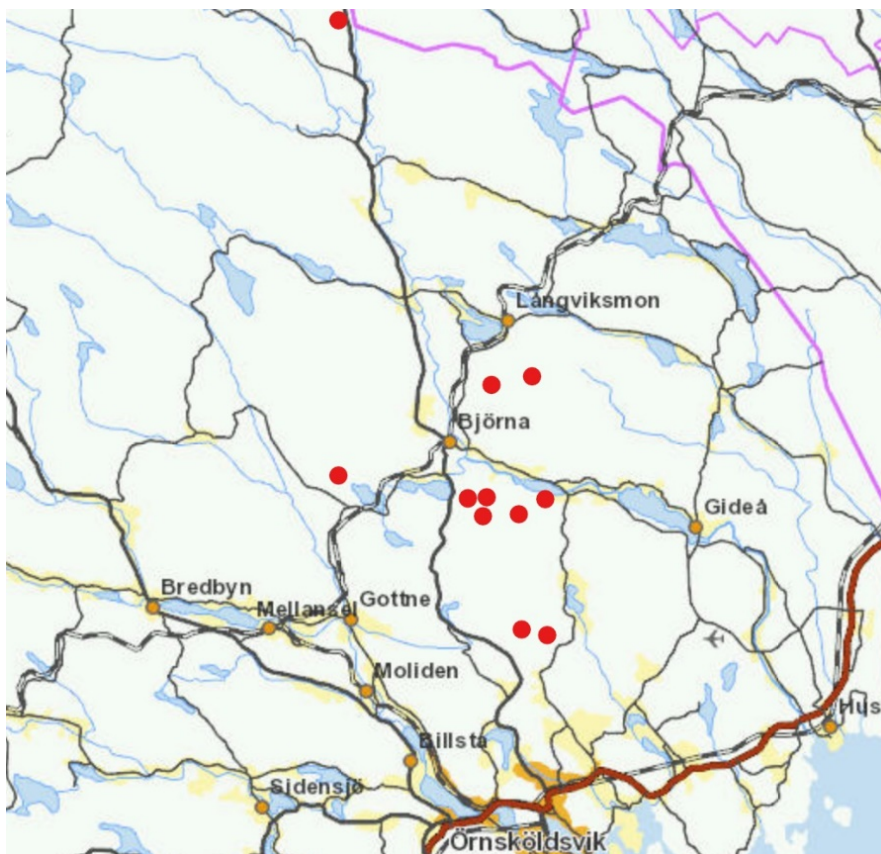
### 2.1 Vetenskaplig metod

Studien inleddes med litteratursammanställningar och genomgång av de senaste studierna på Plantma X men även litteratur om tidigare planteringsmaskiner och utvecklingen av dessa studerades. Litteraturstudierna fokuserade på planteringsresultat kopplat till terrängegenskaper för olika planteringsmaskiner samtidigt som styrkor och svagheter för tidigare planteringsmaskiner analyserades. Även litteratur som jämförde plantering i harvspår med plantering i omvänd torva studerades. Därefter fortsatte studien med fältinventeringar av trakter planterade av Holmen under 2022 samt inventering av fyra fasta provytor för att jämföra planteringsresultatet mellan harvspår och omvänd torva. Tillsammans med publicerad litteratur låg sedan analyser av det insamlade datamaterialet till grund för resultaten i denna studie.

### 2.2 Fältinventering färska planteringar

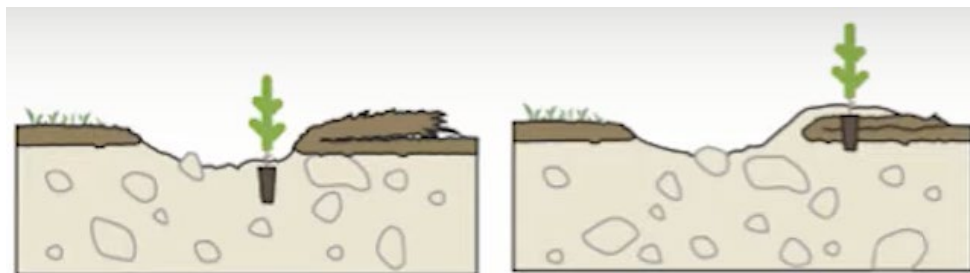
Fältinventeringen genomfördes under hösten 2022 på trakter planterade tidigare under året med Plantma X på Holmens mark i Örnsköldsviks kommun. I denna studie inventerades 11 trakter som slumpmässigt valdes ut ifrån de 21 planterade trakterna med Plantma X till och med den 11 september 2022 (Figur 2).





**Figur 2.** Positioner för trakterna som inventerades i Örnsköldsviks kommun.  
**Figure 2.** Positions of the sites that were inventoried in Örnsköldsvik municipality.

Totalt inventerades 198 provytor fördelade på 18 provytor per trakt. Rektangulära provytor på 5x20 meter användes och orienterades i harvspårets riktning. Startpunkten för respektive provyta placerades slumpmässigt ut för att kunna inventera respektive terrängegenskap på ett tillfredställande sätt. Varje provyta klassificerades antingen som behandling spår eller omvänd torva. Vid behandlingen omvänd torva var plantan planterad i den mineraljordstäckta omvända torvan som maskinen skapat bredvid harvspåret. Vid markberedningsbehandlingen spår var plantan istället planterad direkt nere i harvspåret (Figur 3). På respektive provyta inventerades planteringskvaliteten med en kombination av SCA:s och Södras planteringsstandarder (Södra 2021; SCA 2022). För godkända planteringspunkter användes SCA:s planteringsstandard och för underkända plantor användes Södras (Bilaga 1 och 2). Denna kombination av planteringsstandarder användes för att på ett så nyanserat sätt som möjligt beskriva och klassificera planteringskvaliteten samt att tidigare jämförbara studier använt liknande definitioner (Tysklind 2021). För felaktigt planteringsdjup noterades inte om plantorna var planterade för grunt eller djupt. Därefter inventerades terrängegenskaperna på respektive provyta och sammanställdes tillsammans med planteringsresultatet (Bilaga 3).



**Figur 3.** Plantans placering vid behandlingen spår (vänster) och vid behandling omvänd torva (höger) (Bild: Plantma Forestry).

**Figure 3.** Location of a seedling with soil preparation treatment "furrow" (left) and with treatment "inverted humus" (right) (Picture: Plantma Forestry).

För att med så stor sannolikhet som möjligt inventera de önskade terrängegenskaperna valdes 6 områden ut subjektivt på varje trakt. Hög- och låg blockkvot, hög- och låg stubbtäthet samt torr och fuktig mark var de 6 terrängegenskaper som eftersträvades. Inom varje område placerades 3 provytor ut slumpmässigt vilket totalt resulterade i 18 provytor per trakt.

Trakterna som inventerades var planterade mellan juni och augusti 2022 (Tabell 1). Majoriteten av trakterna var planterade trädslagsrent med tall eller gran, men det fanns även trakter där båda trädslagen var planterade. Medelstorleken på trakterna var 10,8 hektar.

**Tabell 1.** Traktegenskaper för de inventerade trakterna*Table 1. Characteristics of the inventoried sites*

Traktnamn	Trädslag	Bonitet	Markfuktighet	Höjd över havet (m)	Vegetationstyp	Planteringen avslutad	Areal (ha)	Inventeringsdatum
Gåsmyranvägen	Tall	T 23	Frisk	180	Blåbär	2022-07-15	16	2022-10-05
Trehörningen	Tall	G 23	Frisk	149	Blåbär	2022-07-18	6	2022-10-07
Korpbäcken	Tall	G 23	Frisk	292	Lågört med blåbär	2022-07-11	12	2022-09-26
Ö Bastutjärn	Tall	G 21	Frisk	247	Högört med blåbär	2022-07-20	8	2022-09-27
Stortjärnvägen	Tall	T 24	Torr	281	Blåbär	2022-07-27	12	2022-09-28
Insjömon	Tall	T 21	Torr	246	Lingon	2022-05-24	11	2022-09-29
Sunnansjöleden	Tall & Gran	G 23	Frisk	160	Lågört med blåbär	2022-07-07	9	2022-09-21
Frättjärnberget	Tall & Gran	G 21	Torr	235	Blåbär	2022-06-23	16	2022-09-22
Gunsmyrvägen	Tall & Gran	G 20	Frisk	192	Blåbär	2022-08-17	9	2022-09-23
Dalsmyrliden	Tall & Gran	G 24	Frisk	239	Lågört utan ris	2022-07-05	13	2022-09-30
Ö Grytsjö	Tall & Gran	G 21	Frisk	275	Blåbär	2022-08-02	7	2022-10-03

Terrängtypsbedömning har genomförts enligt Berg (1982) där grundförhållanden, ytstruktur och lutning har bedömts på respektive provyta. Var och en av dessa tre faktorer har bedömts på en skala mellan 1 och 5 där 1 är enkla förhållanden och 5 är väldigt svåra förhållanden. Grundförhållanden beror på markens jordart, fuktighet samt armering vilket är ett mått på markens bärighet. Ytstruktur beskriver markens jämnhet och är oberoende av lutningen. Hindrens höjd och antal är det som avgör klassen för ytstruktur. Lutningen mäts oberoende av transportriktningen och kan mätas i grader eller procent. Gemensamt för dessa faktorer är att de påverkar drivningen i stor utsträckning (Berg 1982).

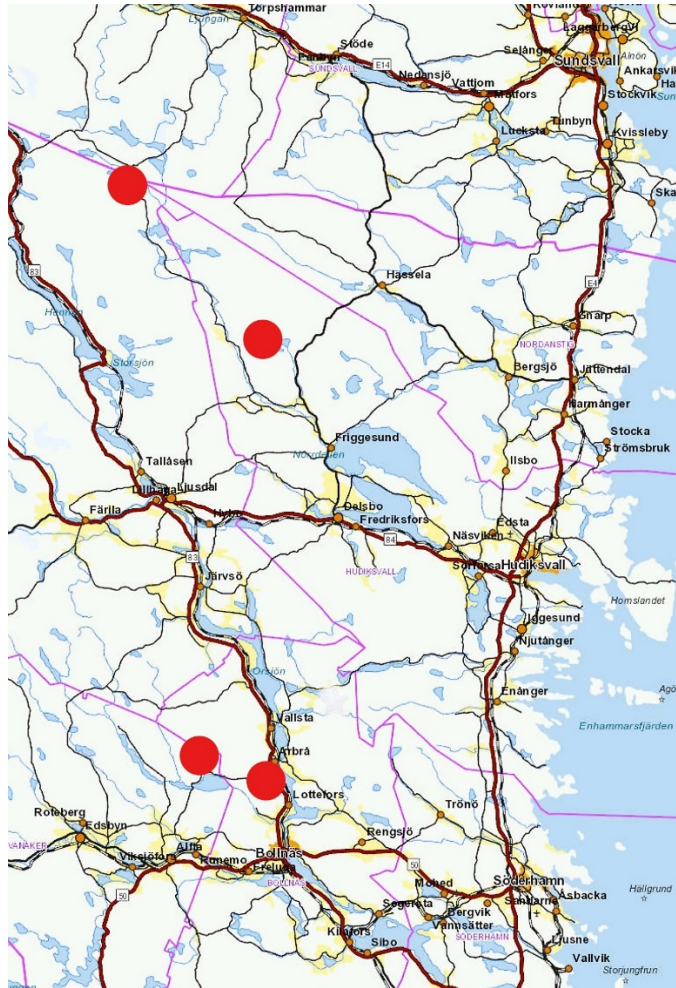
En inventering av provytans bearbetningsmotstånd genomfördes på alla provytor enligt Berg (1982). Bearbetningsmotståndet utgörs av markvegetation, jordart samt humustjocklek. Markfuktighet inventerades också på alla provytor enligt SLU (2020) och klassificerades i 5 klasser: torr, frisk, frisk – fuktig, fuktig och blöt mark. Markfuktighet är ett mått på grundvattenytans genomsnittliga nivå under vegetationsperioden. I fält bedömdes grundvattenytan genom att utgå från topografin och växtligheten i området samt kontrollera grundvattennivån i exempelvis diken och sankmarker. Humustjocklek mättes med talmeter på 5 slumpmässigt utvalda punkter inom respektive provyta och medelvärdet beräknades därefter.

Blockkvot beskriver hur många synliga och dolda stenar det finns i marken ner till 20 centimeters djup (Berg 1982). Blockkvot beräknades genom att dividera antalet nedstick mot hinder med totala antalet nedstick. Bedömningen genomfördes i fält genom att göra 30 nedstick med jordsonden på 20 centimeters djup och räkna antalet nedstick mot hinder. Nedsticken genomfördes med slumpmässig utläggning inom respektive provyta.

Stubbtäthet beskriver antalet stubbar per hektar vilket är en viktig faktor som påverkar markberedningens kvalitet (Berg 1982). Stubbtäthet inventerades på alla provytor och omvandlades därefter till antal stubbar per hektar för att ange medelstubbtäthet. Här användes större provytor på 200 m<sup>2</sup> (radie 7,98 m) eftersom att även stubbar utanför provytan påverkar markberedningsresultatet. Stubbdiameter mättes på alla stubbar inom provytan och medelvärdet beräknades därefter.

## 2.3 Fältinventering fasta provytor

I denna studie har även fyra av Skogforsks fasta provytor i södra Norrland, som planterades under våren 2021, inventerats för att kunna jämföra skillnaden i planteringskvalité mellan omvänd torva och harvspår efter två växtsäsonger (Figur 4 och 5).



**Figur 4.** Positioner för de fyra fasta provytorerna som inventerades väster om Hudiksvall.  
*Figure 4.* Positions of the four fixed sample plots that were inventoried west of Hudiksvall.



**Figur 5.** Fasta provytan G Klacken. (Foto: Simon Dahlberg)

*Figure 5.* Fixed sample plot G Klacken. (Photo: Simon Dahlberg)

Skogforsks fasta provytor var uppbyggda av två block placerade bredvid varandra för att terrängegenskaperna skulle vara så lika som möjligt. Varje block bestod av 12 stycken 40 meter långa planteringsrader där vartannat spår var planterat med Plantma X. I det ena blocket planterades plantorna i omvänd torva och i det andra blocket planterades plantorna i spåret (Figur 6). Detta upplägg skapade möjlighet att jämföra plantering med Plantma X i spår och omvänd torva under identiska terrängegenskaper (Hajek & Svennerstam 2021a).



**Figur 6.** Tallplantor planterade i omvänd torva (vänster) och harvspår (höger) på fasta provytan N Naggtjärn. (Foto: Simon Dahlberg)

**Figure 6.** Seedlings planted in inverted humus (left) and furrow (right) on the fixed sample plot N Naggtjärn. (Photo: Simon Dahlberg)

Inventeringen av dessa ytor syftade till att kontrollera planteringskvaliteten kopplat till terrängegenskaper på längre sikt. Vid inventeringen av de fasta provytorna mättes terrängegenskaperna enligt samma metodik som vid inventeringen av de färska planteringarna för att resultaten skulle vara jämförbara. Planteringskvaliteten inventerades däremot enligt Hajek och Svennerstam (2021b) vilket innebar att överlevnadsgraden, vitaliteten och planthöjden mättes. Vitaliteten delades in i fyra klasser från död till ingen nedsättning av vitaliteten (Tabell 2; Figur 7).

**Tabell 2.** Beskrivning av vitalitetsklasserna som användes för att bedöma plantvitaliteten (Hajek och Svennerstam 2021b)

**Table 2.** Description of the vitality classes used to assess seedling vitality (Hajek och Svennerstam 2021b)

Vitalitetsklass	Definition
3	Ingen eller obetydlig nedsättning av vitaliteten, ska ha ett toppskott utan skador.
2	Betydande nedsättning av vitaliteten, nedsättning av skador och/eller skadat toppskott.
1	Svår nedsättning av vitaliteten, stor risk att plantan kommer att dö inom en kort tid.
0	Död eller döende.



**Figur 7.** Granplanta med vitalitetsklass 3 på fasta provytan G Klacken.

*Figure 7. Spruce seedling with vitality class 3 on the fixed sample plot G Klacken.*

Trakterna som inventerades var planterade i mitten av juni 2021 vilket innebar att plantorna vuxit i två växtsäsonger (Tabell 3). Av de fyra fasta provytor som inventerades var tre planterade med tall och en med gran. För alla tre tallytor var vegetationstypen identisk och boniteten mycket snarlik.

**Tabell 3.** Traktegenskaper för de inventerade fasta provytorna

*Table 3. Characteristics of the fixed sample plots inventoried during the study*

Traktnamn	Trädslag	Bonitet	Höjd över havet (m)	Jordmån	Vegetationstyp	Planteringsdatum
G Klacken	Gran	G27	202	Sandig/Moig morän	Lågört med övrigt ris	2021-06-16
N Naggtjärn	Tall	T23	371	Sandig/Moig morän	Blåbär	2021-06-17
Sveaskog 2	Tall	T24	261	Sandig morän	Blåbär	2021-06-10
Sveaskog 3	Tall	T24	158	Sandig morän	Blåbär	2021-06-11



## 2.4 Analys av data

Det insamlade datat sammanställdes i Excel under arbetets gång och analyserades därefter i programvaran MiniTab 2020. Analyserna som genomfördes var bland annat logistisk regression för att undersöka eventuella skillnader mellan behandlingarna spår och omvänd torva kopplat till olika terrängegenskaper. För att undersöka om några av terrängegenskaperna tillsammans påverkade andelen godkända plantor undersöktes även interaktionseffekten med hjälp av logistisk regression. Flertalet tvåsidiga t-test genomfördes även för att kontrollera om medelvärden mellan olika grupper skiljde sig åt. Exempel på parametrar som analyserades var kvalitetsklasser för godkända plantor, anledningar till underkännande av plantor samt vitalitetsklasser. För alla analyser i denna studie användes ett konfidensintervall på 95 %. Alla diagram och grafer skapades med hjälp av MiniTab 2020, och stapeldiagram samt lådagran är exempel på diagram som producerades.

## 3. Resultat

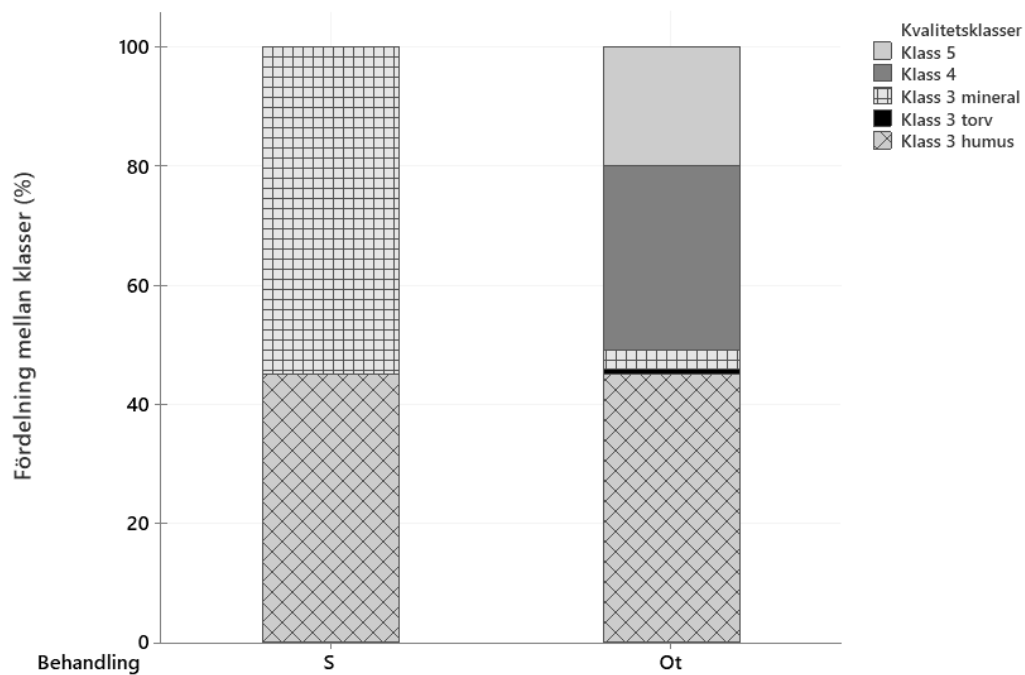
### 3.1 Färska planteringar

#### 3.1.1 Generella resultat

Antalet provtytor som klassificerades som omvänd torva var 143 stycken och 55 stycken klassificerades som spår. I behandlingen omvänd torva var i medeltal 88,8 % (SD = 9,9) av plantorna godkänt planterade och för behandlingen spår var 87,2 % (SD = 9,1) av plantorna godkänt planterade. Skillnaden mellan behandlingarna var inte signifikant ( $p = 0,320$ ).

### 3.1.2 Fördelning av kvalitetsklasser

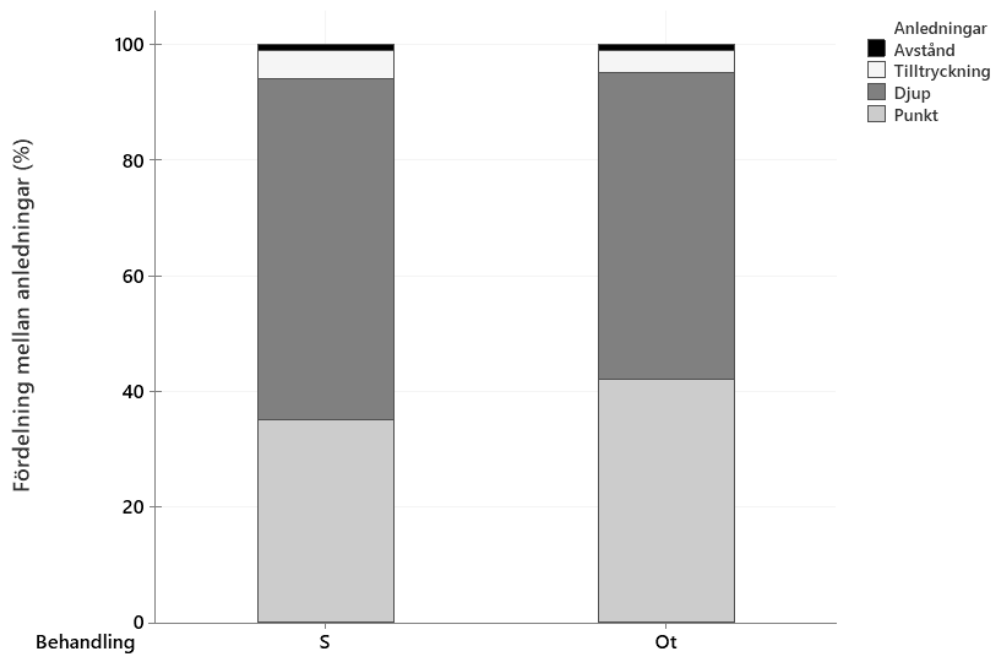
Fördelningen mellan kvalitetsklasser för godkänt planterade plantor visade skillnader mellan behandlingarna omvänd torva och spår (Figur 8; Bilaga 4). I Klass 4 och 5 förekom endast plantor i behandlingen omvänd torva eftersom att dessa klasser inte var möjliga för spår. Klass 3 mineral uppvisade störst skillnad mellan behandlingarna med 54 % för spår och 3 % för omvänd torva. Klass 3 humus var lika vanligt förekommande för båda behandlingarna.



**Figur 8.** Fördelning mellan klasser av godkänt planterade plantor för markberedningsbehandlingarna spår (S) och omvänd torva (Ot). Klass 5 är den högsta kvalitetsklassen.

*Figure 8.* Distribution between classes of approved planted seedlings for the soil preparation treatments furrow (S) and inverted humus (Ot). 5 is the highest quality class.

Fördelning av anledningar för underkännande av plantor uppvisade några mindre skillnader mellan behandlingarna (Figur 9; Bilaga 5). Underkänt planteringsdjup, som i huvudsak innebar att plantorna satt för grunt, var den vanligaste anledningen till underkännande för båda behandlingarna med 58 % för spår och 54 % för omvänd torva. Felaktig planteringspunkt var den näst vanligaste orsaken till underkännande med 35 % för spår och 42 % för omvänd torva. Felaktig tilltryckning och felaktigt avstånd förekom endast i sparsam omfattning för båda behandlingarna.

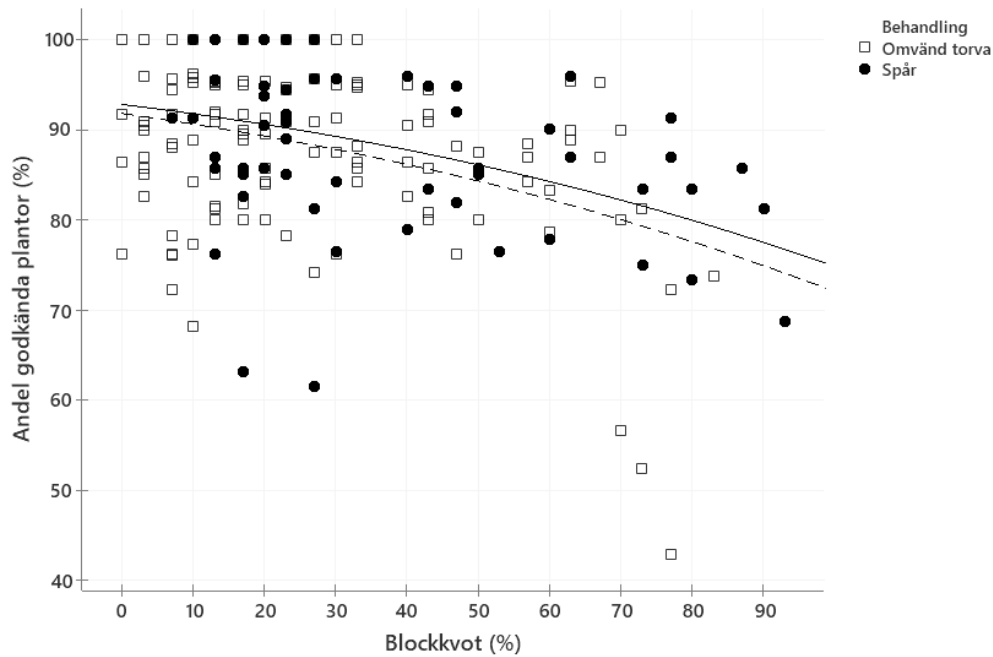


**Figur 9.** Fördelning mellan anledningar för underkännande av planterade plantor för markberedningsbehandlingarna spår (S) och omvänd torva (Ot).

**Figure 9.** Distribution between reasons for rejection of planted seedlings for the soil preparation treatments furrow (S) and inverted humus (Ot).

### 3.1.3 Terrägenegenskapernas påverkan på planteringsresultatet

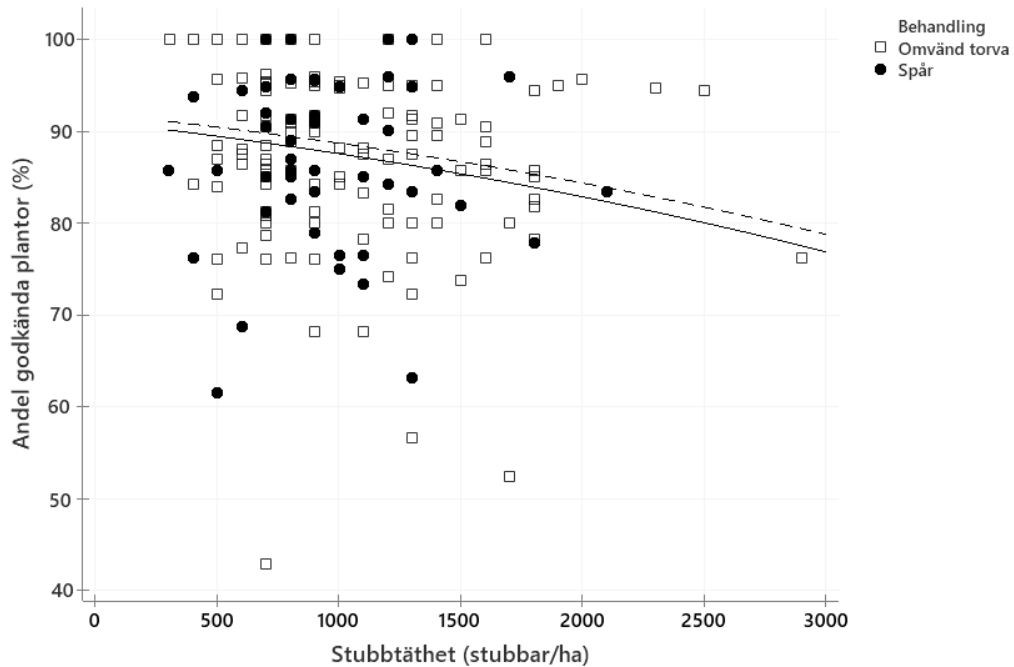
Generellt minskade andelen godkända plantor med ökande blockkvot för behandlingarna spår och omvänd torva (Figur 10). Ingen signifikant skillnad kunde dock påvisas mellan behandlingarna ( $p = 0,212$ ).



**Figur 10.** Sambandet mellan andelen godkända plantor och blockkvot för markberedningsbehandlingarna omvänd torva och spår. Helledragen linje = spår, streckad linje = omvänd torva. Notera att y-axeln är förkortad.

**Figure 10.** The relationship between the proportion of approved seedlings and boulder quota for the soil preparation treatments inverted humus and furrow. Solid line = furrow, dashed line = inverted humus. Note that the y-axis is truncated.

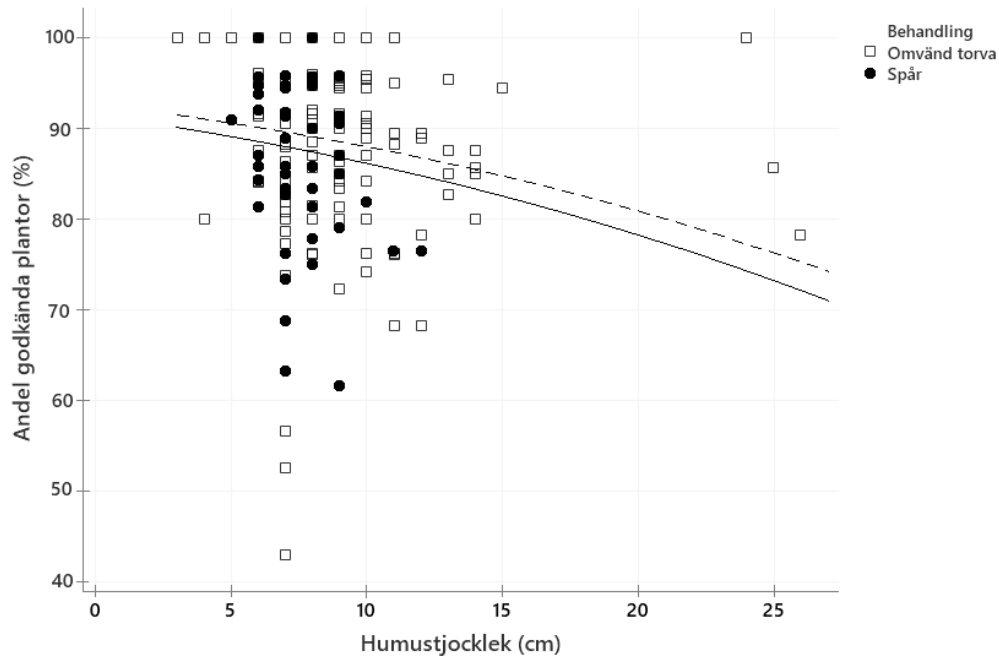
Generellt minskade andelen godkända plantor med ökande stubbantal per hektar för behandlingarna spår och omvänd torva (Figur 11). Ingen signifikant skillnad kunde dock påvisas mellan behandlingarna ( $p = 0,312$ ).



**Figur 11.** Sambandet mellan andelen godkända plantor och antalet stubbar/hektar för markberedningsbehandlingarna omvänd torva och spår. Heldragen linje = spår, streckad linje = omvänd torva. Notera att y-axeln är förkortad.

**Figure 11.** The relationship between the percentage of approved seedlings and the number of stumps per hectare for the soil preparation treatments inverted humus and furrow. Solid line = furrow, dashed line = inverted humus. Note that the y-axis is truncated.

Generellt minskade andelen godkända plantor med ökande humustjocklek för behandlingarna spår och omvänd torva (Figur 12). Ingen signifikant skillnad kunde dock påvisas mellan behandlingarna ( $p = 0,140$ ).



**Figur 12.** Sambandet mellan andelen godkända plantor och humustjocklek för markberedningsbehandlingarna omvänd torva och spår. Helledragen linje = spår, streckad linje = omvänd torva. Notera att y-axeln är förkortad.

**Figure 12.** The relationship between the percentage of approved seedlings and the humus thickness for the soil preparation treatments inverted humus and furrow. Solid line = furrow, dashed line = inverted humus. Note that the y-axis is truncated.

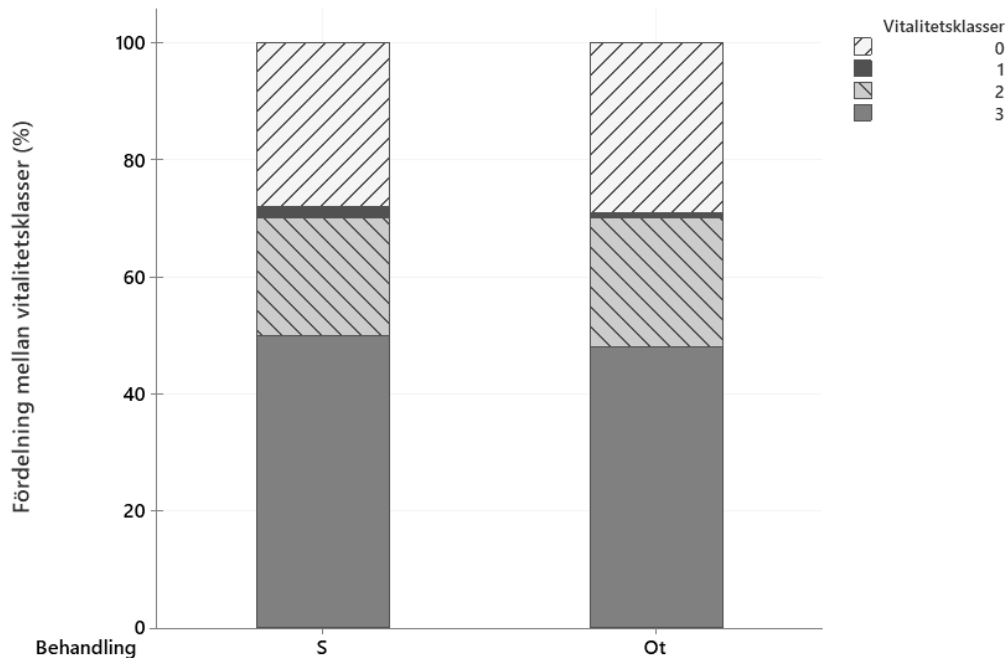
### 3.1.4 Interaktionseffekter mellan terrägenskaper

Blockkvot och humustjocklek uppvisade en signifikant interaktionseffekt ( $p < 0,001$ ). Detta betyder att andelen godkända plantor avtar i långsammare takt vid en kombination av ökande blockkvot och humustjocklek än när dessa terrägenskaper beaktas var för sig. Även en kombination av stubbantal och humustjocklek uppvisade en signifikant interaktionseffekt ( $p < 0,001$ ) vilket innebär samma avtagande minskning på andelen godkända plantor som för blockkvot och humustjocklek.

## 3.2 Fasta provytor – Två växtsäsonger efter plantering

### 3.2.1 Vitalitetsklasser

Vitalitet bedömdes för totalt 1173 plantor i de fyra fasta provytorna, 599 stycken med behandlingen omvänd torva och 574 stycken med behandlingen spår (Figur 13). För både omvänd torva och spår klassificerades störst andel plantor i vitalitetsklass 3, 48 % respektive 50 %. För båda behandlingarna klassificerades näst störst andel av plantorna som döda, 29 % för omvänd torva och 28 % för spår. För omvänd torva motsvarade den andra vitalitetsklassen 22 % och den första 1 %. I behandlingen spår motsvarade den andra vitalitetsklassen 20 % och den första 2 %.

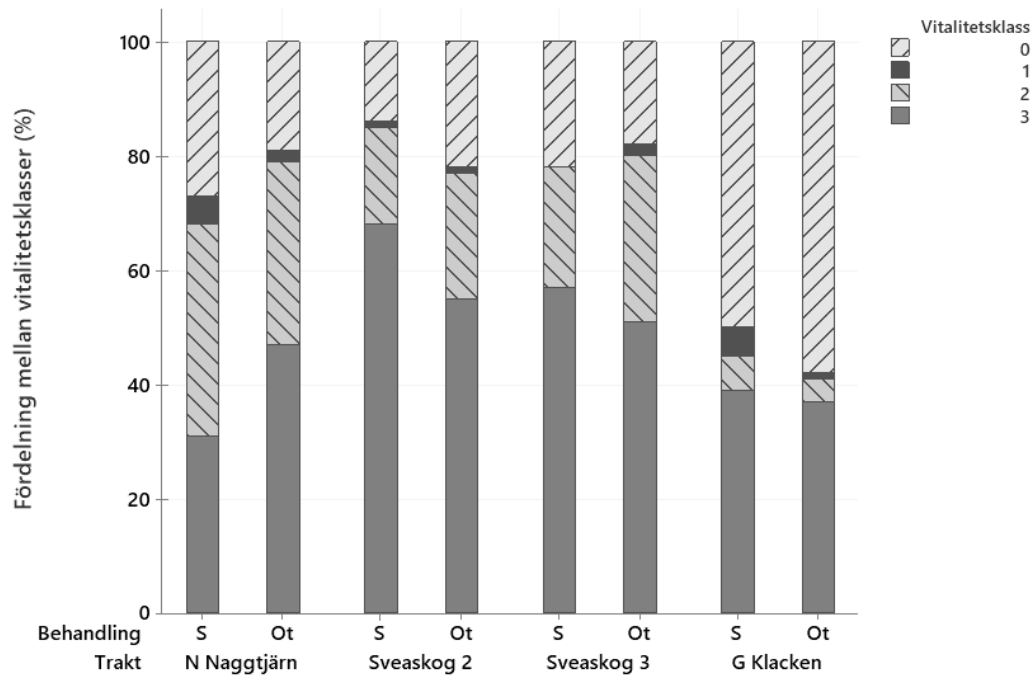


**Figur 13.** Fördelningen av vitalitetsklasser för markberedningsbehandlingarna spår (S) och omvänd torva (Ot) för de fasta provytorna. Vitalitetsklass 3 är plantor utan nedsättning på vitaliteten med ett helt toppskott och vitalitetsklass 0 är döda eller döende plantor.

**Figure 13.** The distribution of vitality classes for the soil preparation treatments furrow (S) and inverted humus (Ot) for the fixed sample plots. Vitality class 3 are seedlings without reduction in vitality with an undamaged top shoot and vitality class 0 are dead or dying seedlings.



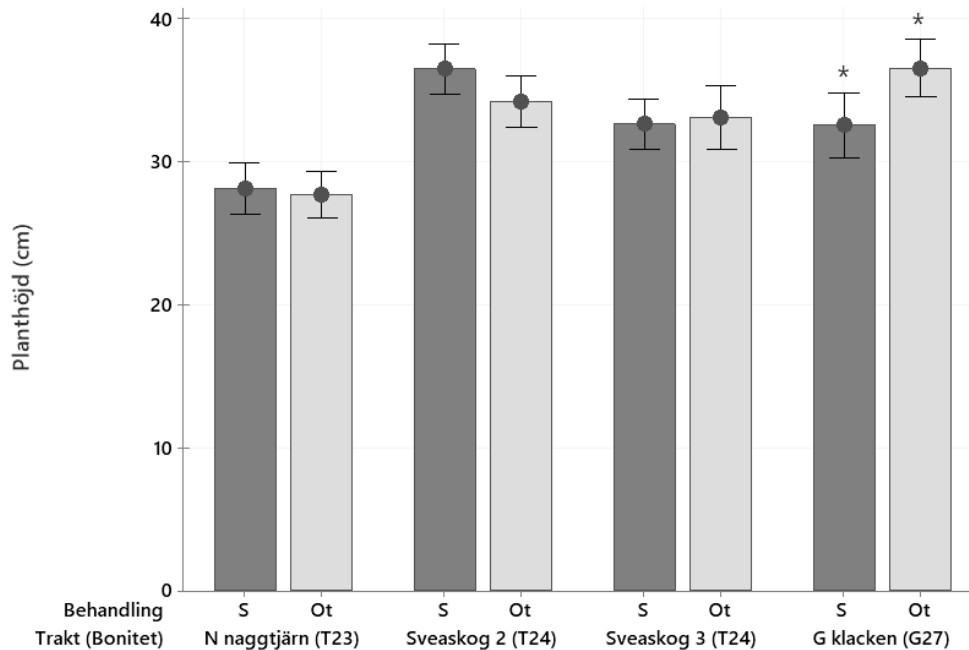
Fördelningen av vitalitetsklasser på de fyra fasta provytorna varierade på traktnivå (Figur 14). Andelen vitalitetsklass 3 var störst för behandlingen spår på trakten Sveaskog 2 med 68 % och minst för behandlingen spår på trakten N Naggtjärn med 31 %. Andelen döda plantor, vitalitetsklass 0, var som störst på trakt G Klacken för behandling omvänd torva med 58 % följt av behandling spår med 50 %.



**Figur 14.** Fördelningen av vitalitetsklasser uppdelat på de fyra fasta provytorna och för markberedningsbehandlingarna spår (S) och omvänd torva (Ot). Vitalitetsklass 3 är plantor utan nedsättning på vitaliteten med ett helt toppskott och vitalitetsklass 0 är döda eller döende plantor.  
**Figure 14.** The distribution of vitality classes at the four fixed sample plots based on the soil preparation treatments furrow (S) and inverted humus (Ot). Vitality class 3 is seedlings without reduction in vitality and with an undamaged top shoot while vitality class 0 is dead or dying seedlings.

### 3.2.2 Planthöjd

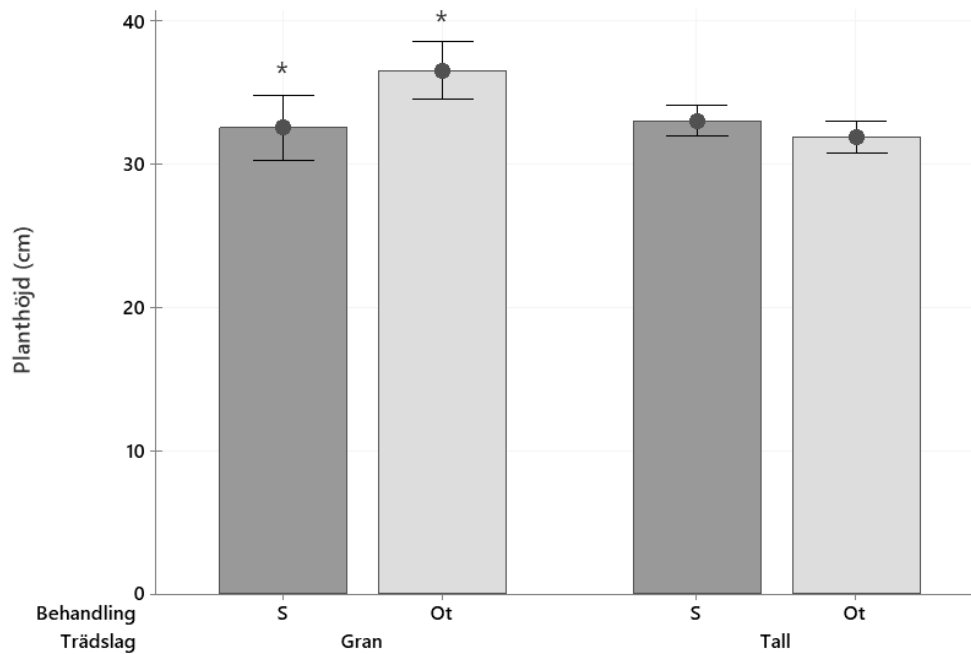
Medelplanthöjd för levande plantor varierade för de fyra fasta provytorna uppdelat på behandlingarna spår och omvänd torva (Figur 15). Provytorna N naggtjärn, Sveaskog 2 och Sveaskog 3 var planterade med tall och G klacken var planterad med gran. Endast G klacken uppvisade en signifikant skillnad mellan behandlingarna där medelplanthöjden var signifikant högre för omvänd torva i jämförelse med spår ( $p = 0,012$ ).



**Figur 15.** Medelplanthöjd uppdelat på de fyra fasta provytorna och på markberedningsbehandlingarna spår (S) och omvänd torva (Ot). Även boniteten anges för respektive trakt. Tre fasta provytor var planterade med tall och en med gran. Felstaplarna visar konfidensintervallet. \* = Signifikant skillnad mellan behandlingarna.

**Figure 15.** Mean seedling height at the four fixed sample plots for the soil preparation treatments furrow (S) and inverted humus (Ot). The site productivity is specified for each site. Three fixed sample plots were planted with pine and one with spruce. Error bars show the confidence interval. \* = Significant difference between treatments.

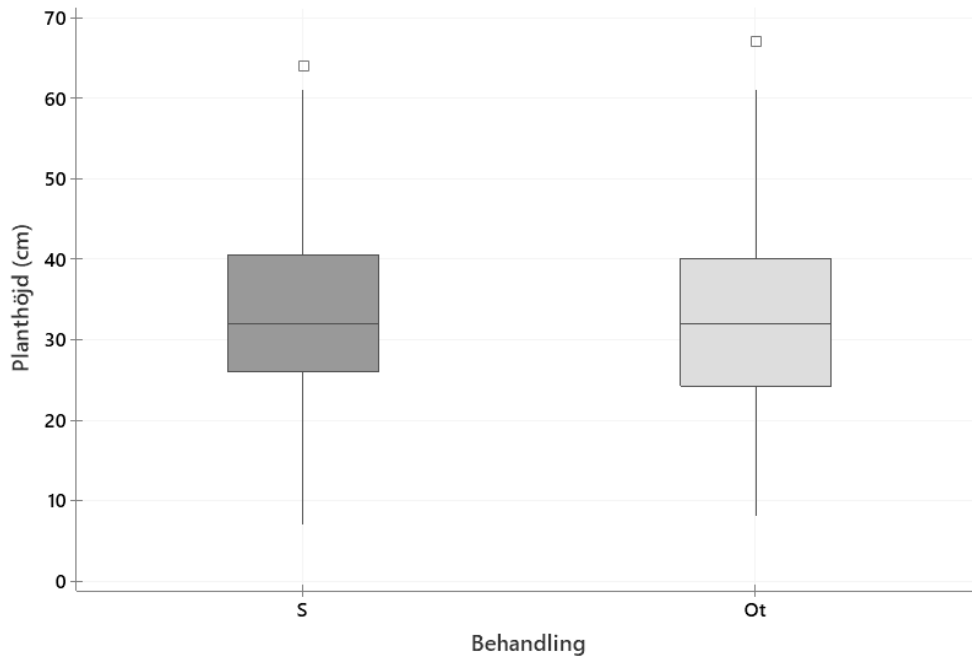
Medelplanthöjd för levande plantor varierade mellan trädslagen uppdelat på behandlingarna spår och omvänd torva (Figur 16). För gran förekom en signifikant skillnad mellan behandlingarna där plantorna planterade i omvänd torva växte signifikant bättre än plantorna planterade i spåret ( $p = 0,012$ ). Medelplanthöjd för omvänd torva var 36,5 cm och för spår 32,5 cm. För tall kunde ingen signifikant skillnad mellan behandlingarna påvisas.



**Figur 16.** Medelplanthöjd för de fasta provytorna uppdelat på trädslag och markberedningsbehandlingarna spår (S) och omvänd torva (Ot). Felstaplarna visar konfidensintervallet. \* = Signifikant skillnad mellan behandlingarna.

**Figure 16.** Average seedling height at the fixed sample plots according to tree species and the soil preparation treatments furrow (S) and inverted humus (Ot). Error bars show the confidence interval. \* = Significant difference between treatments.

Medelplanthöjd för levande plantor på de fasta provytorna med behandling spår var 32,9 cm och för omvänd torva 32,5 cm (Figur 17). Planthöjden varierade mellan 7 cm och 64 cm för spår och mellan 8 cm och 67 cm för omvänd torva (Bilaga 6). Skillnaden i medelplanthöjd mellan behandlingarna var inte signifikant ( $p = 0,582$ ).



**Figur 17.** Fördelningen i medelplanthöjd för levande tall och granplantor mellan markberedningsbehandlingarna spår (S) och omvänd torva (Ot). Strecket i mitten av boxen visar medianvärdet och lådans utbredning beskriver värdena mellan kvartil 1 och kvartil 3. Hälften av alla mätvärden återfinns med andra ord inom lådan. De två kvadraterna högst upp visar på extremvärden som sticker ut från den övriga datamängden.

**Figure 17.** The distribution of average seedling height for living pine and spruce seedlings based on the soil preparation treatments furrow (S) and inverted humus (Ot). The line in the middle of the box shows the median value and the spread of the box describes the values between quartile 1 and quartile 3. In other words, half of all measured values are found within the box. The two quadrats at the top indicate outliers that stand out from the rest of the data set.

## 4. Diskussion

### 4.1 Huvudresultatet

Resultaten från denna fältstudie pekade mot att terrängegenskaperna blockkvot, stubbantal och humustjocklek på ett likvärdigt sätt påverkade behandlingarna spår och omvänd torva. Alla terrängegenskaper visade en avtagande trend i andelen godkänt planterade plantor med ökande värden på terrängegenskaperna (Figur 10, 11 och 12). Inte heller andelen godkända plantor uppvisade någon signifikant skillnad mellan de två behandlingarna (Figur 8; Bilaga 4). Felaktigt planteringsdjup var den vanligaste anledningen till underkännande av plantor för båda behandlingarna följt av felaktig planteringspunkt som var den näst vanligaste orsaken (Figur 9; Bilaga 5). Interaktionseffekten mellan blockkvot och humustjocklek, samt stubbantal och humustjocklek, var däremot signifikant vilket innebär att den avtagande trenden i andelen godkända plantor minskar i omfattning vid en kombination av ovan nämnda terrängegenskaper.

Uppföljningen av plantor efter två växtsäsonger visade inte på någon signifikant skillnad i fördelningen av vitalitetsklasser mellan behandlingarna spår och omvänd torva (Figur 13). Gällande planthöjd visade det sig att gran växte signifikant bättre med behandlingen omvänd torva i jämförelse med behandlingen spår (Figur 16). Skillnaden i medelplanthöjd var 4 cm efter två växtsäsonger. För tall kunde ingen signifikant skillnad mellan behandlingarna konstateras (Figur 15).

### 4.2 Jämförelse med befintlig kunskap

Fördelningen mellan kvalitetsklasser för godkänt planterade plantor i denna studie uppvisade en lika stor andel Klass 3 humus för de båda behandlingarna (Figur 8; Bilaga 4). Andelen plantor i Klass 5 för behandlingen omvänd torva var 20 % i denna studie vilket är nästan dubbelt så mycket som Tysklind (2021) observerade. Andelen Klass 5 och 4 var i denna studie tillsammans 51 % vilket är fördelaktigt eftersom att dessa är de mest optimala planteringspunkterna (SCA 2022). Andelen godkänt planterade plantor minskade i denna studie med ökande värden på

terrängegenskaperna blockkvot, stubbantal och humustjocklek för båda behandlingarna (Figur 10, 11 och 12). Den avtagande trenden av godkänt planterade plantor ligger i linje med tidigare studier på terrängegenskapernas påverkan på planteringsresultatet för Silva Nova (Nilsson & Rückler 1983; Cormier & Ryans 1992). Även Hallonborg et al. (1995) påvisade att en ökande blockkvot leder till en lägre andel godkänt planterade plantor.

Resultatet från denna studie visar att endast ca 12 % av plantorna var underkänt planterade vilket är betydligt lägre än de 38 % som Tysklind (2021) påvisade vid användandet av samma kvalitetsklassificering. Det är även lägre än de 29 % som Tysklind (2021) uppvisade för manuell plantering. Felaktigt planteringsdjup var enligt denna studie den vanligaste anledningen till underkännande av plantor för båda behandlingarna (Figur 9; Bilaga 5). Detta motstrider studien av Tysklind (2021) som visade att felaktig planteringspunkt var den vanligaste anledningen för underkännande av plantor. I denna studie var felaktig planteringspunkt den näst vanligaste anledningen till underkännande. Tidigare studier på Silva Nova visar att djupplantering var en stor fördel med maskinell plantering i jämförelse med manuell plantering (Hallonborg et al. 1995). Andelen plantor med felaktigt planteringsdjup har därför potential att minska vid plantering med Plantma X. Troligast behöver kraften i planteringsarmarna kalibreras ytterligare för att i större utsträckning sätta plantorna tillräckligt djupt. Denna åtgärd bör vara ett relativt enkelt sätt att ytterligare förbättra planteringskvaliteten samt skapa den fördel mot manuell plantering som Silva Nova visade var möjlig.

Vid uppföljning av de fasta provytorna var andelen döda plantor 28 % för behandlingen spår och 29 % för omvänd torva efter två växtsäsonger (Figur 13). Fasta provytan G Klacken uppvisade den största andelen döda plantor med 50 % för behandlingen spår och 58 % för omvänd torva (Figur 14). Andelen döda plantor i de fasta provytorna är högre i denna studie i jämförelse med tidigare studier på planteringsmaskiner. Exempelvis visade von Hofsten (1997) att andelen döda plantor endast var ca 20 % efter två växtsäsonger vid plantering med Silva Nova för både tall och gran. Den extremt höga andelen döda plantor på fasta provytan G Klacken är därför anmärkningsvärd.

Skillnaden i planthöjd varierade mycket mellan enskilda plantor i de båda behandlingarna (Figur 17; Bilaga 6). Efter två växtsäsonger var planthöjden för gran signifikant 4 cm högre för behandlingen omvänd torva än för spår (Figur 16). Ingen signifikant skillnad uppvisades på ytorna som planterades med tall (Figur 15). Flertalet tidigare studier har beskrivit hur plantering i omvänd torva ger en bättre tidig höjdtillväxt i jämförelse med plantering i harvspår (Örlander et al. 1990; Saksa et al. 2005; Uotila et al. 2010). En viktig förklaring till

detta är att marktemperaturen är högre i omvänd torva (Örlander et al. 1990) samt att frostskadefrekvensen blir lägre vid plantering i omvänd torva i jämförelse med lågt belägna planteringspunkter (Örlander et al. 1991). Örlander et al. (1990) visar även att överlevnadsgraden för gran är bättre vid plantering i omvänd torva i jämförelse med i harvspåret.

### 4.3 Nya kunskaper från studien – andelen godkända plantor och den ekonomiska nyttan med omvänd torva

Resultatet i denna studie visar att andelen godkänt planterade plantor för behandlingen omvänd torva var 88,8 % och för behandlingen spår 87,2 %. Dessa nivåer av andelen godkänt planterade plantor är anmärkningsvärt hög i jämförelse med Tysklind (2021) som visade att endast 62 % av plantorna planterades i en godkänd planteringspunkt. Andelen godkänt planterade plantor i denna studie för Plantma X är även högre än vad tidigare studier på Silva Nova visade (Hallonborg et al. 1995). Enligt tidigare jämförelser mellan planteringsresultatet för Silva Nova och manuell plantering visade det sig att andelen godkända plantor vid manuell plantering var ca 85 % (Hallonborg et al. 1995). Denna studie visar därmed att andelen godkända plantor är ungefär likvärdigt mellan Plantma X och vad litteraturen anger för manuell plantering. Den stora förbättringen av andelen godkända plantor från Tysklind (2021) till denna studie kan möjligen förklaras av den kontinuerliga utvecklingen av Plantma X efter Tysklinds studie. Den framtida installationen av ett bildanalysverktyg kommer troligtvis att öka andelen godkänt planterade plantor ytterligare vilket sannolikt kommer sänka planteringskostnaden (Manner & Ersson 2020). Vid en sänkt planteringskostnad ökar konkurrensfördelarna med planteringsmaskinen vilket kan skapa incitament att använda Plantma X i större utsträckning framöver när antalet manuella plantörer troligtvis kommer minska.

Skillnaden i planthöjd mellan de olika markberedningsbehandlingarna för gran efter två växtsäsonger skapar olika ekonomiska förutsättningar (Figur 16; Bilaga 7). Timkostnaden för plantering med Plantma X är identisk för båda markberedningsbehandlingarna (Larsson pers. komm. 2022-12-14), vilket gör att det endast blir relevant med intäktsberäkning för behandlingarna. Tidigare studier har visat att tillväxtskillnaden mellan markberedningsbehandlingarna spår och omvänd torva utjämnas vid ca 15 års ålder för att sedan vara konstant under hela omloppstiden (Saksa et al. 2005; Johansson et al. 2013). I en studie av Engelbrektsson och Stoltz (2014) beräknades plantering i omvänd torva leda till en konstant höjddökning med 5 dm jämfört med plantering i harvspår. I denna studie

motsvarar denna höjddökning en ståndortsindex-ökning från G27 till G28 och en förkortning av omloppstiden med tre år (Skogsstyrelsen 1985). Nuvärdesberäkning av förväntad intäkt vid slutavverkning genomfördes med hjälp av Skogsstyrelsen (1985) och visar en större intäkt vid plantering av gran i omvänd torva än i harvspår (Bilaga 7). Skillnaden mellan behandlingarna uppgår till 1 206 kr/ha vilket motiverar att plantera gran i omvänd torva med Plantma X. Skillnaden kan tyckas vara liten men över stora arealer blir summan betydande. I denna studie visade det sig vara fördelaktigt att plantera gran med behandlingen omvänd torva av flera anledningar. Både andelen godkänt planterade plantor och kostnader var likvärdiga mellan behandlingarna samt att intäkterna beräknades vara större vid plantering i omvänd torva (Figur 8; Bilaga 7). Baserat på denna beräkning och befintlig litteratur förordar därför författaren att Plantma X bör plantera granplantor i omvänd torva.

#### 4.4 Studiens styrkor och svagheter

En styrka med denna studie var att författaren på egen hand genomförde alla fältinventeringar vilket medförde att en konsekvent inventeringsmetodik tillämpades. Metoden som användes för inventeringarna var en vidareutveckling av tidigare använda och välfungerande metoder (Tysklind 2021; Hajek & Svennerstam 2021b). Inventeringen av färska planteringar var omfattande eftersom totalt 198 provytor fördelades på 11 trakter. Terrängegenskaperna mättes noggrant på varje provyta efter ett standardiserat system (Berg 1982). De fasta provytornas fördel var framförallt att behandlingarna spår och omvänd torva kunde jämföras på samma plats under identiska terrängförhållanden. Alla fasta provytor var även identiskt utformade och alla parametrar var tydligt dokumenterade vilket skapade goda förutsättningar för en rättvis jämförelse mellan behandlingarna.

Trakterna som inventerades i Örnsköldsviks kommun var i stor utsträckning planterade med samma behandling över hela arealen vilket gjorde det svårt att jämföra hur behandlingarna presterade under identiska terrängförhållanden. Behandlingarna fick istället jämföras mellan trakter med liknande terrängegenskaper och en konsekvens av detta blev en ojämn fördelning mellan provytor från de två olika behandlingarna. Flera provytor med behandlingen spår hade därför varit önskvärt för att kunna dra säkrare slutsatser. Troligtvis har dock den ojämna fördelningen av provytor inte påverkat resultaten i någon omfattande utsträckning eftersom att inga större skillnader i planteringskvalitet kunde konstateras på de fasta provytorna.



Eftersom Plantma X köptes in av Holmen under våren 2022 är vissa av trakterna som inventerades i denna studie bland de första som planterades med deras maskin. Sannolikt har därför förarnas förmåga att manövrera Plantma X förbättrats med tiden. Planteringen utförs med skiftgång för två maskinlag från olika entreprenörer vilket eventuellt skulle kunna påverka planteringsresultatet.

## 4.5 Framtida studier

Trakterna som inventerades i denna studie var planterade innan bildanalysverktyget var monterat på Plantma X. Detta betyder att maskinen inte aktivt kunde undvika dåliga planteringspunkter utan kontinuerligt planterade så länge som inget hinder stöttes på. Under hösten 2022 monterades ett bildigenkänningsverktyg på Plantma X som gör att maskinen nu kan detektera och undvika att sätta plantorna i sämre planteringspunkter. Förhoppningsvis kommer detta innebära en stor förbättring av planteringskvaliteten framöver (Nilsson pers. komm. 2022-12-21). Hur planteringskvaliteten förändras när bildanalysverktyget börjar användas vore intressant att undersöka. En ytterligare aspekt att undersöka är om planteringskvaliteten förändras i olika omfattning för behandlingarna spår och omvänd torva. Bildanalysverktyget har potential att förbättra planteringskvaliteten för båda behandlingarna när Plantma X aktivt kan undvika dåliga planteringspunkter. Framförallt behandlingen omvänd torva har potential att få en förbättrad planteringskvalité eftersom val av planteringspunkt har större betydelse vid plantering i omvänd torva än i harvspår (SCA 2022).

Flera fasta provytor planterade med gran borde även inventeras för att med större säkerhet kunna urskilja skillnader mellan behandlingarna. Även fasta provytor med olika terrängegenskaper samt ytor utspridda över landet vore intressanta att undersöka för att få en bättre förståelse för olika samband. De fasta provytorna borde även inventeras exempelvis 8 år efter att planteringen utfördes eftersom skillnaden i planthöjd mellan behandlingarna ökar med tiden (Saksa et al. 2005). På de fasta provytorna vore det även intressant att inventera de manuellt planterade plantorna för att sedan jämföra olika parametrar med de maskinellt planterade plantorna.

För de färskplanterarna var det sällan möjligt att inventera båda behandlingarna på samma plats med liknande terrängegenskaper eftersom att en behandling oftast använts över hela trakten. Därför vore det intressant att kunna jämföra de två behandlingarna bredvid varandra i större skala. Framförallt vore detta intressant vid svåra terrängegenskaper som exempelvis hög blockkvot eller stubbtäthet. Troligtvis är skillnaderna mellan behandlingarna som störst vid extremvärden på terrängegenskaperna vilket motiverar fler studier på området.

Framtida studier kan även fokusera på att jämföra ekonomiska skillnader mellan markberedningsbehandlingarna under en hel omloppstid. Hur planteringsresultatet påverkas av en ökad körhastighet på Plantma X vore även intressant att undersöka eftersom att Nilsson och Rückler (1983) visade ett förbättrat planteringsresultat vid ökad körhastighet för Silva Nova. Det är även intressant att undersöka om en ökad körhastighet påverkar planteringsresultatet i olika omfattning för de olika markberedningsbehandlingarna.

## 4.6 Slutsatser

- I den här studien av Plantma X fanns ingen signifikant skillnad i andelen godkänt planterade plantor mellan behandlingarna omvänd torva och spår för terrängegenskaperna blockkvot, stubbantal och humustjocklek.
- Andelen godkänt planterade plantor var 87,2 % för behandlingen spår och 88,8 % för omvänd torva.
- Inventeringen av fasta provytor efter två växtsäsonger visade att granar planterade i omvänd torva växer signifikant bättre än granar planterade i harvspår. För tall kunde ingen signifikant skillnad mellan markberedningsbehandlingarna observeras.
- Det fanns ingen signifikant skillnad i fördelningen av vitalitetsklasser mellan markberedningsbehandlingarna. En hög andel döda plantor efter två växtsäsonger observerades, framförallt för gran (54 % i medeltal).
- Plantma X uppvisade i denna studie likvärdig andel godkänt planterade plantor som manuell plantering enligt tidigare studier (Hallonborg et al. 1995), vilket talar för planteringsmaskinen i framtiden. Fler studier om långsiktiga ekonomiska konsekvenser samt maskinens produktivitet behövs för att kunna dra konkreta slutsatser om Plantma X framtida roll i skogsbruket.

## Referenser

- Adelsköld, G. & Örlander, G. (1989). *Val av planteringspunkt*. (Resultat 1989:08). Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Kista.
- Andersson, G. (2019). *Första bilden på nya planteringsmaskinen*. Land Skogsbruk nr 45.
- Berg, S. (1982). *Terrängtypsschema för skogsarbete*. Spånga: Forskningsstiftelsen Skogsarbeten.
- Cormier, D. & Ryans, M. (1992). *Short and long-term evaluation of the Silva Nova planting machine*. (Technical Note TN-190). Forest engineering research institute of Canada.
- Engelbrektsson, J. & Stoltz, N. (2014). *Jämförelse av nuvärden vid manuell och mekaniserad plantering i södra och norra Sverige*. (Kandidatarbeten i skogsvetenskap 2014:11). Sveriges lantbruksuniversitet. Jägmästarprogrammet. Institutionen för skogens ekologi och skötsel.
- Ersson, B.T. (2010). *Possible concepts for mechanized tree planting in southern Sweden*. (Arbetsrapport 269). Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skoglig resurshushållning.
- Ersson, B.T. (2022). *Maskinell plantering – analys av planteringsmaskinen PlantmaX potential inom privatskogsbruket*. (Skogsmästarskolans Rapportserie 2022:01). Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Hajek, J. & Svennerstam, H. (2021a). *Instruktion för uppföljning av PlantmaX under 2021*. [Opublicerat material]. Skogforsk, Uppsala.
- Hajek, J. & Svennerstam, H. (2021b). *Instruktion för inventering av de fasta provytorna i PlantmaX projektet hösten 2021*. [Opublicerat material]. Skogforsk.
- Hallonborg, U., von Hofsten, H., Mattsson, S., Hagberg, J., Thorsén, Å., Nyström, C. & Arvidsson, H. (1995). *Maskinell plantering med Silva Nova – nuvarande status samt utvecklingsmöjligheter i jämförelse med manuell plantering*. (Redogörelse nr 6). Skogforsk, Uppsala.
- Hallsby, G. (2013). *Plantering av barrträd*. (Skogsskötselserien 3). Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Holmen (2022a). *Ny maskin får igång ungsbogen snabbare*.  
<https://www.holmen.com/sv/skog/nyheter/ny-maskin-far-igang-ungskogen-snabbare/> [2023-02-10]

- Holmen (2022b). *Prislista HNA2A4 avverkningsuppdrag sågtimmer, massa- & bränsleved Örnsköldsvik, Kramfors, Sollefteå*. [Prislista]. Holmen AB. <https://www.holmen.com/globalassets/skog/prislistor/prislista-avverkningsuppdrag-timmer-massaved-bransleved-ornskoldsvik-kramfors-solleftea.pdf> [2022-12-20]
- Johansson, K., Nilsson, U. & Örlander, G. (2013). *Comparison of long-term effects of scarification methods on the establishment of Norway spruce*. *Forestry*, 86 (1), 91–98.
- Manner, J. & Ersson, B.-T. (2020). *Mechanized tree planting in Nordic forestry: simulating a machine concept for continuously advancing site preparation and planting*. *Journal of Forest Science*, 67(5), 242-246.
- Nilsson, T. & Rückler, C. (1983). *Planteringsdjup och plantöverlevnad vid maskinell plantering*. (Examensarbete i ämnet skogsskötsel 1983:2). Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel.
- Plantma Forestry. (2022). *Detta är Plantma X*. <https://plantmaforestry.com/sv/hem/> [2022-09-08]
- Saksa, T., Heiskanen, J., Miina, J., Tuomola, J. & Kolström, T. (2005). *Multilevel modelling of height growth in young Norway spruce plantations in southern Finland*. *Silva Fennica* 39(1): 143-153.
- SCA (2020). *Plantma X - framtidens skogsvårdslösning?* SCA. Nyheter 2020-09.
- SCA (2022). *Planteringsinstruktion*. SCA Skog, Sundsvall.
- Skogskunskap (2022). *Måttenheter – Omräkningstal*. <https://www.skogskunskap.se/rakna-med-verktyg/mata-skogen/mattenheter---omrakningstal/> [2022-12-20]
- Skogsstyrelsen (1985). *Gallringsmallar Norra Sverige*. (Uppl. 11). Skogsstyrelsens förlag, Jönköping.
- Skogsstyrelsen (2022). *Bruttoavverkning 2020 med preliminär statistik för 2021 och prognos för 2022*. [Faktablad]. JO – Jordbruk, skogsbruk och fiske. Jönköping. <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/statistik/statistikfaktablad/jo0312-statistikfaktablad.pdf> [2023-01-02]
- SLU (2020). *Markinfo: Ståndort: Markfuktighet*. Sveriges lantbruksuniversitet. <https://www.slu.se/institutioner/markmiljo/miljoanalys/markinfo/standort/markfuktighet/> [2022-09-09]
- Stjernberg, E. (1985). *Tree planting machines- a review of the intermittent-furrow and spot planting types*. (Special report no. SR-31). Forest Engineering Research Institute of Canada.
- Södra (2021). *Planteringsstandard*. Södra skogsägarna, Växjö.
- Tysklind, L. (2021). *Maskinell plantering med Plantma X – Terrägenegenskapernas påverkan på planteringsmaskinens planteringsresultat*. (Rapport 2021:7). Institutionen för skogens biomaterial och teknologi, SLU.
- Uotila, K., Rantala, J., Saksa, T. & Harstela, P. (2010). *Effect of soil preparation method on economic result of Norway spruce regeneration chain*. *Silva Fennica* 44(3): 511-524.

- von Hofsten, H. (1997). *Plantsättning, plantöverlevnad och planttillväxt – en jämförande studie av manuell plantering kontra maskinell plantering med Silva Nova*. (Redogörelse nr 5). Skogforsk, Uppsala
- Örlander, G., Gemmel, P. & Wilhelmsson, C. (1991). *Markberedningsmetodens, planteringsdjupets och planteringspunktens betydelse för plantors etablering i ett område med låg humiditet i södra Sverige*. (Rapporter, nr 33: 23-52). Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsskötsel.
- Örlander, G., Hunt, J.A. & Gemmel, P. (1990). *Site preparation : a Swedish overview*. (No. 105). Victoria, B.C: Forestry Canada.

### **Personlig kommunikation**

Larsson, Christer. Product manager. Plantma Forestry AB. 2022-12-14

Nilsson, Sara. Verksamhetsutvecklare skogsvård. Holmen skog. 2022-12-21

## 5. Bilagor

### 5.1 Bilaga 1. Definitioner godkända planteringspunkter

Bedömningsklasser för planteringspunkter samt definitioner och marktysrestriktioner (SCA 2022).

Klass	Definition	Marktyp
5	Omvänd torva med mineraljord. Plantan centrerad så att den omges med minst 10 cm mineraljord.	Frisk & fuktig
4	Omvänd torva delvis täckt med mineraljord. Plantan centrerad i den mineraljord som finns.	Frisk & fuktig
3 Mineral	Planta i mineraljord som centrerats och omges med minst 10 cm mineraljord.	Torr & frisk
3 Torv	Planta i omvänd torva utan mineraljord.	Fuktig
3 Humus	Planta i fläck eller harvspår som domineras av humus. Minst 10 cm från kanten på markberedningen.	Humustäcke >15 cm eller torvmark

## 5.2 Bilaga 2. Definitioner underkänt planterade plantor

Anledningar och definitioner för underkänt planterade plantor (Södra 2021).

Anledning	Definition
Felaktigt planteringsdjup	Rotklumpens övre del täcks inte av 2 cm mineraljord. Snytbaggebehandlade plantor har mindre än 5 cm av skyddet ovan jord.
Felaktig planteringspunkt	Planta som inte planterats i en godkänd planteringspunkt.
Felaktig tilltryckning	Luftfickor finns mellan rotklumpen och marken.
Felaktigt avstånd	Mindre än 1 meter mellan plantorna.

### 5.3 Bilaga 3. Inventeringsblanketter

Blankett för inventering av godkända plantor.

Godkända plantor							
Provyta	Terrängegenskap	Omvänd torva/spår	Klass 5	Klass 4	Klass 3 Mineral	Klass 3 Torv	Klass 3 Humus
1	Hög Blockkvot						
2	Hög Blockkvot						
3	Hög Blockkvot						
4	Låg Blockkvot						
5	Låg Blockkvot						
6	Låg Blockkvot						
7	Hög Stubbtäthet						
8	Hög Stubbtäthet						
9	Hög Stubbtäthet						
10	Låg Stubbtäthet						
11	Låg Stubbtäthet						
12	Låg Stubbtäthet						
13	Torr mark						
14	Torr mark						
15	Torr mark						
16	Fuktig Mark						
17	Fuktig Mark						
18	Fuktig Mark						
<b>Summa</b>							
<b>Medel</b>							

Blankett för inventering av underkända plantor.

Underkända plantor						Totalt antal plantor UP+ GP
Provyta	Punkt	Djup	Tilltryckning	Avstånd	Summa UK	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
<b>Summa</b>						
<b>Medel</b>						



Blankett för inventering av terrängförhållanden.

Provyta	Jordart	Markfuktighetsklass	Grundförhållande	Ytsstruktur	Lutning	Blockkvot %	Antal Stubbar 7,98m	Stubbdiameter	Humustjocklek cm	Grottjocklek
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										

## 5.4 Bilaga 4. Fördelning av kvalitetsklasser för godkänt planterade plantor

Fördelning av kvalitetsklasser för godkänt planterade plantor uppdelat på respektive trakt. Markberedningsbehandlingen omvänd torva förkortas Ot och spår S.

Traktnamn	Behandling	Klass 5 (%)	Klass 4 (%)	Klass 3 mineral (%)	Klass 3 torv (%)	Klass 3 humus (%)
Gåsmyranvägen	Ot & S	2	46	0	0	52
Trehörningen	Ot	13	34	18	0	35
Korpbäcken	Ot	25	27	0	0	48
Ö Bastutjärn	Ot & S	1	6	31	0	62
Stortjärnvägen	S	0	0	89	0	11
Insjömon	Ot	55	19	0	0	26
Sunnansjöliden	Ot	27	31	0	0	42
Frättjärnberget	Ot	20	35	1	0	44
Gunsmyrvägen	Ot	17	26	1	7	49
Dalsmyrliden	Ot	1	28	0	0	71
Ö Grytsjö	S	1	0	36	0	63

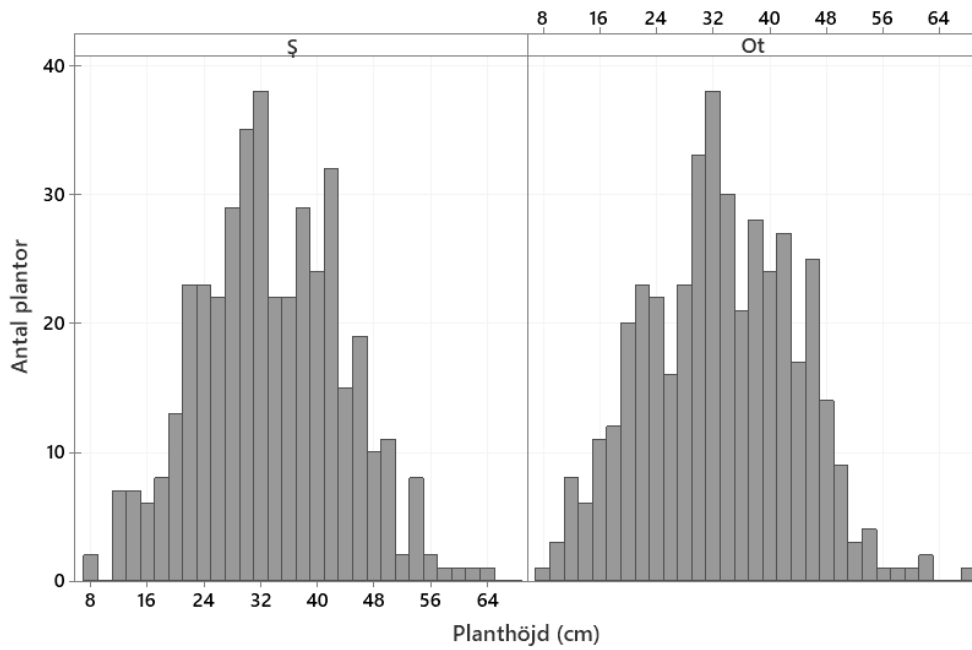
## 5.5 Bilaga 5. Fördelning av anledningar för underkänt planterade plantor

Fördelning av anledningar för underkänt planterade plantor uppdelat på respektive trakt. Markberedningsbehandlingen omvänd torva förkortas Ot och spår S.

Traktnamn	Behandling	Punkt (%)	Djup (%)	Tilltryckning (%)	Avstånd (%)
Gåsmyranvägen	Ot & S	57	35	9	0
Trehörningen	Ot	36	69	5	0
Korpbäcken	Ot	53	47	0	0
Ö Bastutjärn	Ot & S	62	30	6	2
Stortjärnvägen	S	23	65	6	6
Insjömon	Ot	0	0	0	100
Sunnansjöleden	Ot	33	58	7	2
Frättjärnberget	Ot	33	65	2	0
Gunsmyrvägen	Ot	66	32	2	0
Dalsmyrliden	Ot	27	73	0	0
Ö Grytsjö	S	18	77	5	0

## 5.6 Bilaga 6. Höjdfördelning av plantor i fasta provytor

Höjdfördelning av plantor i fasta provytor uppdelat på markberedningsbehandlingarna spår (S) och omvänd torva (Ot).



## 5.7 Bilaga 7. Nuvärdesberäkning

För att kunna jämföra nuvärdet av intäkten vid slutavverkning för de olika markberedningsbehandlingarna diskonterades alla intäkter till år 0 (Formel 1).

$$NV = \sum_{t=0}^T \frac{I_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

NV = Nuvärde (kr)

T = Omloppstid (år)

t = Tid då aktiviteten inträffar (år)

I<sub>t</sub> = Intäkt år t (kr)

r = Ränta (%)

Värden som användes vid nuvärdesberäkningen.

Parameter	Spår (S)	Omvänd torva (Ot)
Ränta* (%)	3	3
Omloppstid** (år)	103	100
Andel timmer*** (%)	65	65
Andel massaved*** (%)	35	35
Omräkningstal**** (m3sk → m3fub)	0,84	0,84
Volym timmer (m3fub/ha)	209	224
Volym massaved (m3fub/ha)	113	120
Pris timmer***** (kr/m3fub)	530	530
Pris massaved***** (kr/m3fub)	350	350
Intäkt timmer (kr/ha)	110 770	118 720
Intäkt massaved (kr/ha)	39 550	42 000
Intäkt totalt (kr/ha)	150 320	160 720

\* Från Engelbrektsson och Stoltz (2014)

\*\* Från Skogsstyrelsen (1985)

\*\*\* Från Skogsstyrelsen (2022)

\*\*\*\* Från Skogskunskap (2022)

\*\*\*\*\* Från Holmen (2022b)

Resultat av nuvärdesberäkning av intäkten vid slutavverkning.

	Spår (S)	Omvänd torva (Ot)
Nuvärde (kr/ha)	7 157	8 363

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.