

Framtidens skogar

– BESTÅR DE AV PLANTERADE PLANTOR ELLER NATURLIGT FÖRYNGRADE TRÄD?

Future forests – planted or naturally regenerated trees?



FOTO: ERIK VIKLUND



Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala
skogforsk@skogforsk.se
skogforsk.se

Redaktör: Anna Franck, anna@annafranck.se
©Skogforsk 2020 ISSN 1404-305X

Förord

Denna rapport är resultatet av projektet Realiserad genetisk vinst som har finansierats av Skogssällskapets forskningsstiftelse.

Författarna riktar ett varmt tack till Göran Nordqvist och Ola Kårén på SCA som har bidragit med data och kunskap. Vi vill även rikta ett tack till företagen Södra och Skogssällskapet som har bidragit med trakter till nyanläggning av den södra försöks-serien.

Uppsala i maj 2020

Helena Gålnder, Mats Berlin och Johan Sonesson

Innehåll

Förord	3
Summary.....	5
Sammanfattning	7
Bakgrund	8
Syfte och Mål	9
Material och metoder	10
Återinventering av äldre förnygringsförsök i norra Sverige	10
Trakter i Norra Sverige	10
Statistiska analyser	14
Resultat i de äldre förnygringsförsöken.....	15
Andel planterade träd efter röjning.....	15
Höjdtillväxt	17
Påverkande ståndorts- och skötselfaktorer	18
Traktnivå och provytenivå.....	18
Markberedningsmetod	18
Ytstruktur	18
Vegetationstyp	18
Proveniens.....	19
Övriga faktorer.....	20
Plantnivå	20
Kvalité planteringspunkten	20
Planteringspunkt.....	21
Resultat av de nya försöksytorna i Södra Sverige.....	25
Överlevnad	25
Diskussion	26
Andel planterade träd i framtida produktionsbeståndet.....	26
Vad påverkar överlevnaden?	27
Ståndortsfaktorer	27
Planteringspunkt.....	27
Markberedning	28
Frökälla	28
Modell för att prognosticera plantöverlevnaden	28
Referenser.....	29
Bilaga 1. Beskrivning av variabler på traktnivå, provytenivå och plantnivå	29
Bilaga 2. Beskrivning av de 35 äldre förnygringsförsök som ingår i i studien för norra Sverige	33

Summary

Planting of genetically improved seedlings is a regeneration method that increases long-term increment and survival rates. For a long time, planting has been the most common regeneration method in Sweden, and this has increased in recent years, so studies of survival and growth of the planted seedlings are important. The significance of various factors that affect the survival and growth of plants has been studied, but there is still a need for combined analyses of large quantities of data on how various measures and site factors affect tree survival.

The aim of this study was to evaluate the proportion of planted trees in the future production stand, and to investigate any associations between survival and other factors, such as vegetation type and planting spot.

Inventory data from the forest company SCA were collected from 320 plots spread over 32 sites in northern Sweden (from 62° 35' N to 66° 28' N). Measurement data from 6382 manually planted trees, of which 2762 were pine and 3620 spruce, were analysed. On the plots, the position of every plant was determined, and increment and survival were recorded 0, 1, 3, 5 and 10 years after planting.

After pre-commercial thinning (13-17 years after planting), an inventory was carried out on 18 of the sites, in which the number of main stems and increment and survival were recorded. The positioning data enabled planted trees to be distinguished from self-regenerated trees. The analysis was based on 32 sites up to the 10th year after planting, after which analysis was limited to 18 surveyed sites.

After pre-commercial thinning, the average survival rate for the planted trees was 61 percent (57 percent for pine and 65 percent for spruce). The future production forest comprised 85 percent planted trees and 15 percent naturally regenerated trees (8.8 percent coniferous and 6.6 percent deciduous). An average of 2054 trees were planted per hectare, of which 1244 survived after pre-commercial thinning. The total number of main plants, including naturally regenerated plants, averaged 1464 after pre-commercial thinning, which is considerably fewer than the target according to SCA's own recommendations.

When site factors were analysed, it was only the vegetation type for pine that showed significant effect. Trees on sites with a blueberry and lingonberry vegetation type had significantly higher survival rates compared with trees in the narrow-leaved grass vegetation type. No other site factor tested in the study showed a statistically significant effect on survival. The number of analysed sites was few, which makes it difficult to generalise the results regarding factors that affected survival.

Planting the seedling in a planting spot fulfilling quality criteria significantly improved survival rate (by approximately 10 percentage points), and is a relatively simple way to increase the proportion of planted trees in future stands.

Most seedlings had been planted in inverted turf, and less than a quarter were planted in scarification sites. Survival rates for both pine and spruce were significantly higher for seedlings planted in a scarification site than in planting spots that were only affected by the scarifier.

The proportion of mineral soil in the planting spot also affected survival rates. For pine, the survival rate was higher where seedlings had been planted with mineral soil around the entire plant, but this effect was not seen after pre-commercial thinning, when survival rates were higher where the proportion of mineral soil was lower. For spruce there was a tendency for planting spots with a higher proportion of mineral soil around the stem (75-100 percent) to produce higher survival rates compared to plants with a lower proportion of mineral soil (<75 percent) around the stem.

Sammanfattning

Plantering av förädlade plantor är en förnyngningsmetod som möjliggör långsiktig ökning av till exempel tillväxt och överlevnad. Plantering är, och har länge varit, den vanligaste metoden för förnygring i Sverige och har ökat de senaste åren. Överlevnaden och utvecklingen av de planterade plantorna är därför av stor betydelse. Betydelsen av olika faktorer som påverkar plantornas överlevnad och utveckling har undersökts men det finns ändå fortsatt behov av kombinerade analyser av större mängd data om hur olika åtgärder och ståndortsfaktorer påverkar trädens överlevnad. Syftet med studien var att utvärdera hur stor andel av träden i framtidens produktionsbestånd som utgörs av planterade plantor och undersöka om det finns några samband mellan överlevnad och olika faktorer som till exempel vegetationstyp och planteringspunkt.

Inventeringsdata från skogsföretaget SCA tillhandahölls från sammanlagt 320 provytor fördelade på 32 trakter i norra Sverige (breddgrader från 62, 35° N till 66, 28° N). Analyserna gjordes av mätdata om 6382 manuellt planterade plantor varav 2762 var tall och 3620 gran. På provytorna positionerades varje planta och tillväxt och överlevnad registrerades 0, 1, 3, 5 och 10 år efter planteringen. Efter rökning (13–17 år efter plantering) genomfördes en inventering på 18 av trakterna där antal huvudstammar samt tillväxt och överlevnad registrerades. Genom den individuella positioneringen kunde planterade plantor skiljas från självföryngrade. Analysen baserades på 32 trakter fram till tio år efter plantering, därefter begränsades den till 18 inventerade trakter.

Efter rökningen var den genomsnittliga överlevnaden för de planterade träden 61 procent, varav 57 procent för tall och 65 procent för gran. Den framtida produktionsskogen bestod av 85 procent planterade träd och 15 procent naturligt föryngrade träd varav 8,8 procent var barrträd och 6,6 procent var lövträd. I genomsnitt planterades 2054 plantor per hektar varav 1 244 plantor levde efter rökning. Totala antalet huvudplantor inklusive naturligt föryngrade plantor var i genomsnitt 1464 efter rökning, vilket är avsevärt färre än målet enligt SCA:s egna rekommendationer.

Av de analyserade ståndortsfaktorerna var det endast vegetationstyp för tall som visade på signifikant effekt. Plantor på marker med vegetationstyp blåbärs- och lingonris hade signifikant högre överlevnad jämfört med plantor i vegetationstyp smalbladig grästyp. Ingen annan ståndortsfaktor som testades i studien visade på en statistiskt signifikant effekt på överlevnaden. Antalet analyserade trakter var få, vilket gör det svårt att kunna generalisera resultaten för vilka faktorer som påverkade överlevnaden.

Att plantera plantan i en godkänd planteringspunkt gav en statistiskt signifikant förbättrad överlevnad (ca tio procentenheters förbättring) och är ett relativt enkelt sätt att öka andelen planterade plantor i framtida bestånd.

De flesta plantorna planterades i omvänt torva och knappt en fjärdedel planterades i markberedningsfläcken. För både tall och gran var överlevnaden signifikant högre för plantor som planterats i en markberedningsfläck än i punkter som bara var påverkade av markberedaren. Även andelen mineraljord i planteringspunkten påverkade överlevnaden. För tall var överlevnaden högre för plantor med mineraljord runt hela plantan, dock gällde inte detta efter rökning då överlevnaden var högre vid lägre mineraljordsandel. För gran fanns en tendens att punkter med större andel mineraljord runt stammen (75–100 procent) gav en högre överlevnad jämfört med plantor med mindre andel mineraljord (<75 procent) runt stammen.

Bakgrund

Plantering är sedan länge den helt dominerande föryngringsmetoden i Sverige och utfördes 2014–2016 på 80 procent av föryngringsarealen (Bergqvist m.fl. 2017). Fördelarna med plantering är att metoden kan användas på de flesta marker och med olika trädslag samtidigt som det ger en snabb etablering av ett nytt bestånd. Utöver detta möjliggör plantering användandet av genetiskt förädlad skogsodlingsmaterial. De förädlade plantor som planteras idag beräknas ha en tillväxt som är 10–12 procent högre än oförädlade alternativ. Inom en tioårsperiod, när nya fröplantager producerar frö, kan den genetiska vinsten i tillväxt förväntas öka till 20–25 procent (Rosvall m.fl. 2001). Under 2018 var 99 procent av de planterade tallplantorna och 56 procent av granplantorna i landet producerade med förädlad frö (Anon 2018).

I strategiska analyser, såsom de skogliga konsekvensanalyserna SKA15 (Claesson m.fl. 2015) och de avverkningsberäkningar som görs med planeringsverktyget Heureka (Wikström m.fl. 2011), används schablonvärden på realiserad genetisk vinst från de förädlade plantorna. Dessa schablonvärden baseras huvudsakligen på data från Skogsstyrelsens Polytax-inventeringar som avser överlevnad hos unga plantor (Rosvall m.fl., 2010).

Potentialen i det förädlade materialet förverkligas först vid avverkning. Innan dess kan plantorna dö av såväl biotiska som abiotiska faktorer men de kan också röjas bort. Ackzell (1994) analyserade data från 97 ungskogar i Norrland som inventerades tio år efter plantering och konstaterade att överlevnaden för planterad tall och gran var 67 procent. Analyserna visade att hälften av ytorna hade färre än 1600 planterade stammar per hektar och 20 procent hade färre än 1000 planterade stammar per hektar. Hallsby m.fl. (2015) analyserade 14 försök med olika föryngringsintensitet fördelade över hela Sverige 24–27 år efter föryngring. Det var stor variation mellan försöken och en stor andel naturligt föryngrade plantor i de framtida produktionsbestånden. Författarna drog slutsatsen att man kan ifrågasätta den ekonomiska nyttan med tätare förband i plantering vid föryngringsåtgärder. Föryngringarna i dessa två studier genomfördes under tidigt 80-tal och sedan dess har det skett en omfattande utveckling av plantproduktion, markberedning och planteringsmetodik (Nilsson m.fl. 2010). Holmström m.fl. (2019) har analyserat data från 300 bestånd i Götaland föryngrade under åren 2006–2010. Överlevnaden var 68 procent hos de planterade plantorna tre år efter plantering. De variabler som främst påverkade överlevnaden var planteringspunktens kvalitet, markfuktighet och årlig nederbörd. Söderbäck (2012) presenterar en analys av plantöverlevnad i 50 bestånd i norra Sverige och fann att plantöverlevnaden tio år efter plantering var 76 procent för tall och 74 procent för gran.

Tidigare studier av plantöverlevnaden har följaktligen inte inkluderat röjningen. Det är också av vikt att förbättra kunskapsläget om vilka faktorer som främst påverkar plantöverlevnaden.

Syfte och Mål

Projektets syfte var att

- Analysera hur stor andel av de planterade förädlade träden som utgör framtidens produktionsbestånd efter röjning i norra Sverige, samt hur denna andel påverkas av
 - o ståndort,
 - o markberedningsmetod och kvalitet,
 - o frökälla,
 - o stamantal efter röjning.
- Utforma en modell för att prognosticera plantöverlevnaden.
- Anlägga en ny försöksserie i södra och mellersta Sverige samt utföra en överlevnadsinventering av dessa efter första tillväxtsäsongen.

Material och metoder

Projektet använder sig av två huvudsakliga material:

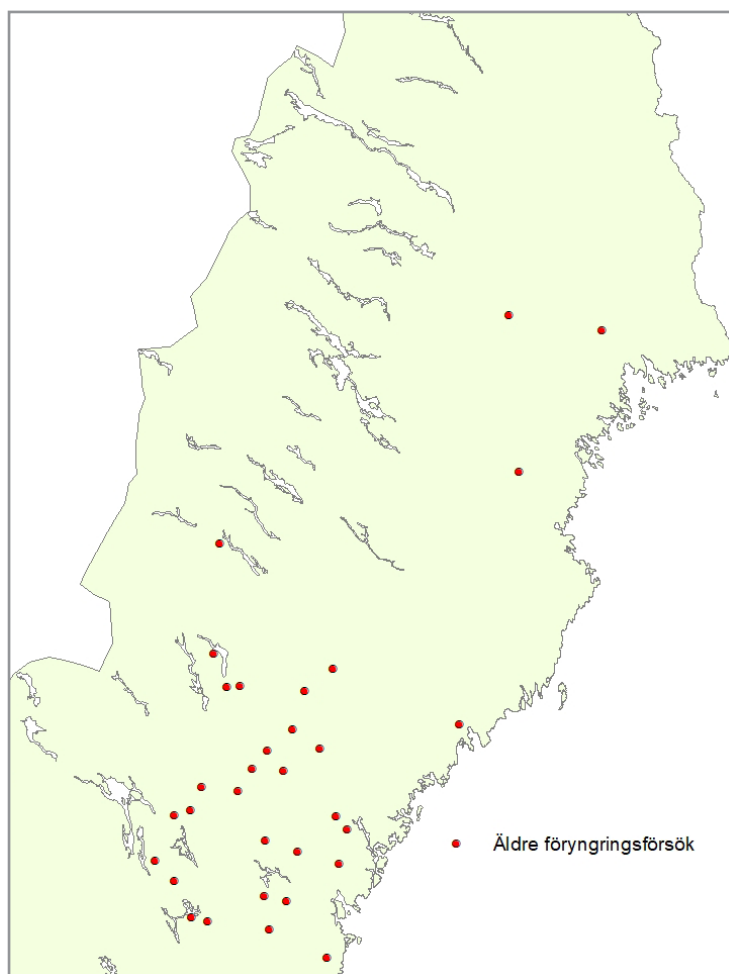
- Praktiska föryngringsförsök från 1998-2003 hos SCA Skog AB
- Nyanläggning av föryngringsförsök i södra Sverige.

ÅTERINVENTERING AV ÄLDRE FÖRYNGRINGSFÖRSÖK I NORRA SVERIGE

Trakter i Norra Sverige

SCA har sedan 1998 följt upp vitalitet och tillväxt varje år på en delmängd av sina föryngringar. Målet är att varje år välja ut 4–6 trakter som ska ingå i långsiktiga föryngringsförsök. På varje trakt läggs tio provytor ut, vilka inventeras 0, 1, 3, 5 och 10 år efter plantering.

I denna studie analyserades ett urval av de föryngringsförsök som anlades under åren 1998–2003. Urvalet bestod av 32 föryngringsförsök som är färdiginventerade och där röjning har utförts. Trakterna är fördelade från latitud 62, 35° N till 66, 28° N med huvuddelen i Mellannorrland (Figur 1). Totalt omfattar materialet 6382 manuellt planterade plantor, varav 2762 tallplantor och 3620 granplantor. Gran planterades på 17 trakter, tall på 11 trakter och tall och gran i kombination på 4 trakter.



Figur 1. Positioner för de 32 föryngringsförsök som ingår i studien.

Som föryngringsmetod användes markberedning och plantering på 32 trakter och bränning och plantering på en trakt. Markberedningsmetoden dominerades av högläggning och harvning; endast två trakter fläckmarkbereddes.

Alla trakter förutom en var av fuktighetsklass frisk och fältvegetationen dominerades av blåbär men även lågörtstyp var vanligt förekommande. Lingon, högört och smalbladig grästyp förekom men inte i samma utsträckning. Ståndortsindex varierade från 15–27 m vid H100 och medelvärde på den beräknade temperatursumman (den genomsnittliga summan under vegetationsperioden av antal dygn multiplicerade med dygnsmedeltemperaturerna över +5°) var 943 men varierade från 629 i kärva lägen till 1144 i mer mildare områden. Likväl varierade altituden från 102 meter till 560 meter över havet.

Inventering

I SCA:s uppföljning anläggs föryngringsförsöken med tio 100 m² cirkelprovytor på respektive trakt. Förbandet mellan cirkelprovyterna beror på storleken på trakten. Alla planterade plantor inom provytan markeras med en plastpinne och provytorna placeras på produktiv skogsmark. Om de hamnar på områden med naturhänsyn eller utanför trakten flyttas de. Mittpunkten markeras med ett metallrör och därifrån koordinatsätts varje planterad planta med instrumentet Haglöf Postex Laser (noggrannhet 4 cm och 0,1°). Tidigare nyttjades gradskiva och avståndsmätare. Ytorna anläggs och inventeras första gången i samband med planteringen och därefter sker uppföljning av tillväxt och vitalitet år 1, 3, 5 och 10 efter plantering.

Vid anläggningen av försöken som ingår i denna studie dokumenterades traktens ståndort och utförd åtgärd med hjälp av SCA:s skogliga register och fältinventering (Bilaga 1). Varje enskild provyta beskrevs vid anläggningen med följande data:

- höjd över havet
- markberedningsmetod
- ytstruktur
- lutning
- vegetationstyp
- jordart
- humustjocklek
- fuktighet
- rörligt markvatten
- läge
- vindexposition
- antal självföryngrade stammar
- medelhöjd på självföryngrade plantor
- gräsförekomst

För varje enskild planterad planta registrerades plantans höjd och vitalitet och planteringspunkten beskrevs med följande variabler (Bilaga 1):

- planteringspunktens bedömda kvalitet
- avstånd till humus
- avstånd till opåverkad mark
- mineraljordstyp
- mineraljordstjocklek
- planteringsdjup

Planteringspunktens bedömda kvalitet utgick från SCA:s instruktioner som baseras på följande tre huvudvillkor och bedöms vara godkänd om dessa tre villkor uppfylls (Söderbäck 2012):

- (1) Plantan ska vara djupplanterad, det vill säga att torvproppen är > 3 cm ner och övermyllad.
- (2) Plantan ska vara minst 10 cm in från ytterkant av markberedningen.
- (3) Avståndet mellan varje planta är ≥ 1 m.

All data registreras i databasen Plupp (plantuppföljning) som är framtagen av SCA för ändamålet.

Under sommaren 2016 inventerades 18 av de 32 utvalda trakterna efter att ungskogs-röjning hade genomförts. Inventeringen genomfördes på samma sätt som de tidigare uppföljningarna med tillägget att naturligt föryngrade träd som bedömdes vara huvudstammar enligt SCA:s röjningsinstruktion registrerades med vitalitet och höjd. Instruktionen anger att huvudstammar ska om möjligt vara fria från skador samt ha bästa möjliga tillväxt och kvalitet. Tall och gran ska väljas i första hand då de har en högre produktion än lövträden. Huvudstammarna får inte stå närmare varandra än 1 meter; gällande tall och björk får de inte stå närmare än 1,5 meter om de är jämnhöga och om björken är högre än tallen gäller 3 m.

Resterande 15 trakter inventerades efter röjning i samband med datainsamlingen till ett examensarbete (Kullström 2015). Vid inventeringen nyttjades Plupp för orientering men inventeringsdata registrerades i Excel.

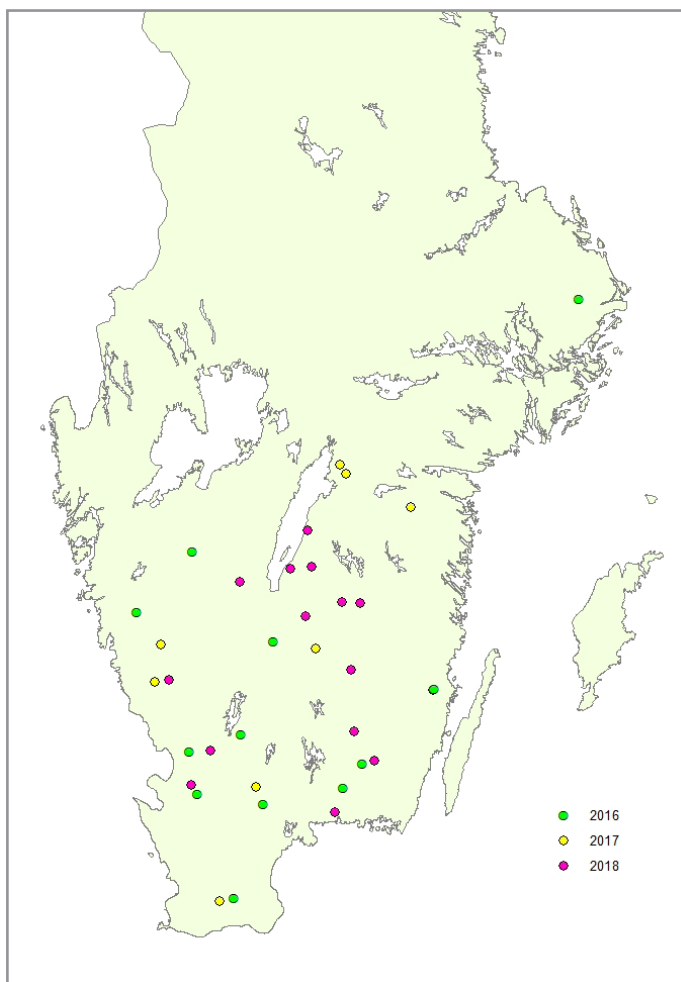
Fram till inventeringen tio år efter plantering baseras analyserna på 32 trakter med totalt 312 provytor. Med anledning av att det uppstod oklarheter vid analysen av de data som ingått i Kullströms examensarbete exkluderades detta material vid analys av tillståndet i bestånden efter röjning. Följaktligen är materialet för analys av tillståndet efter röjning 175 provytor som planterats med totalt 3527 plantor fördelade på 18 trakter.

Nyutläggning i södra Sverige

Under 2016–2018 har nya långsiktiga föryngringsförsök etablerats på 37 trakter i södra Sverige på breddgrader mellan 55°35 N och 59°45 N (Figur 2). Urvalet av trakter gjordes utifrån följande kriterier:

- Ståndortsindex högre än G24 och T 22.
- Området ska vara större än två hektar, men kan vara uppdelat i flera delar.
- Avverkning ska ha skett mindre än tre år innan anläggning av försöket.
- Plantering ska ha skett samma vår som inventeringen genomfördes.
- Inga begränsningar avseende planttyp.
- Urvalet ska eftersträva jämn fördelning mellan antalet tall- och grantrakter.

Urvalet av trakterna gjordes 2016 av respektive distrikts skogsvårdsledare, 2017 av projektledaren och 2018 av Södras skogsskötselspecialist. Respektive markägare kontaktades efter urvalet och tillfrågades om projektet fick anlägga fasta provytor på deras föryngringsytor och majoriteten gav sitt godkännande.



Figur 2. Karta över de nyanlagda föryngringsförsöken i Södra Sverige. De olika färgerna markerar vilket år försöket lades ut.

Utläggningen genomfördes med samma instrument och databas som SCA nyttjar till sina långsiktiga förnygringsförsök och försöken är inventerade år 0 samt i några fall ett och två år efter plantering. Trakterna, provytorna och planteringspunkten beskrevs med samma variabler (Bilaga 1).

Statistiska analyser

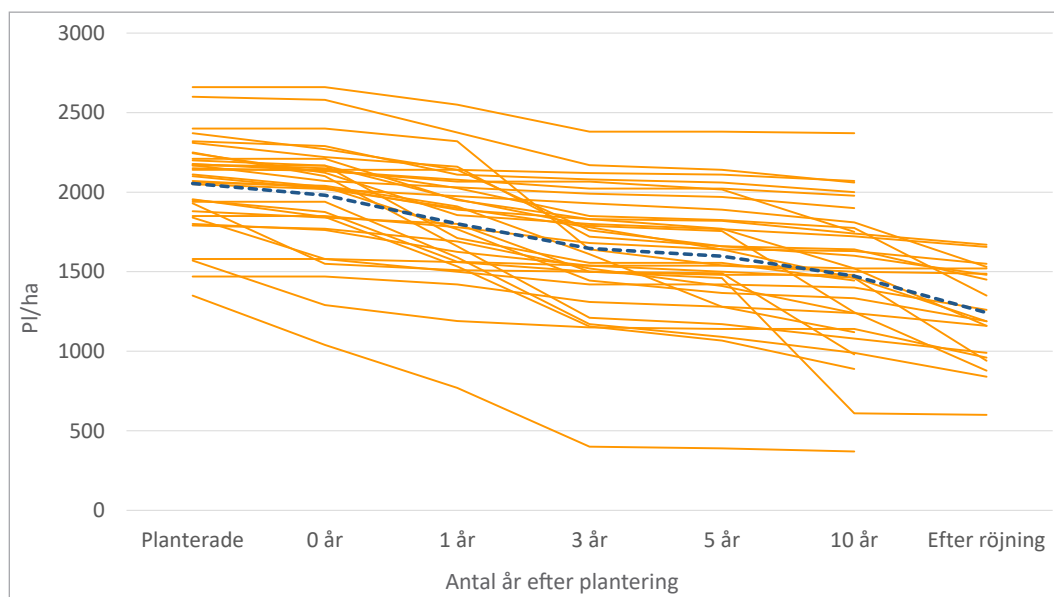
Alla statistiska analyser har gjorts i SAS Enterprise Guide 7.1. För analyser på traktnivå användes PROC GLM med en oberoende variabel. På provytanivå användes PROC MIXED med trakt som en slumpmässig faktor och en oberoende variabel och på plantnivå användes PROC GENMOD med en oberoende variabel. Alla modellerna innehöll ett medelvärde som en fix faktor. Analyserna har gjorts på logit-transformerade medelvärden för respektive trakt eller provyta. Tukeys test för parvisa jämförelser användes när signifikanta skillnader identifierades, $p < 0,05$ användes som gräns för signifikans. I resultatredovisningen har överlevnad återtransformerats till procent.

Resultat i de äldre förnygringsförsöken

ANDEL PLANTERADE TRÄD EFTER RÖJNING

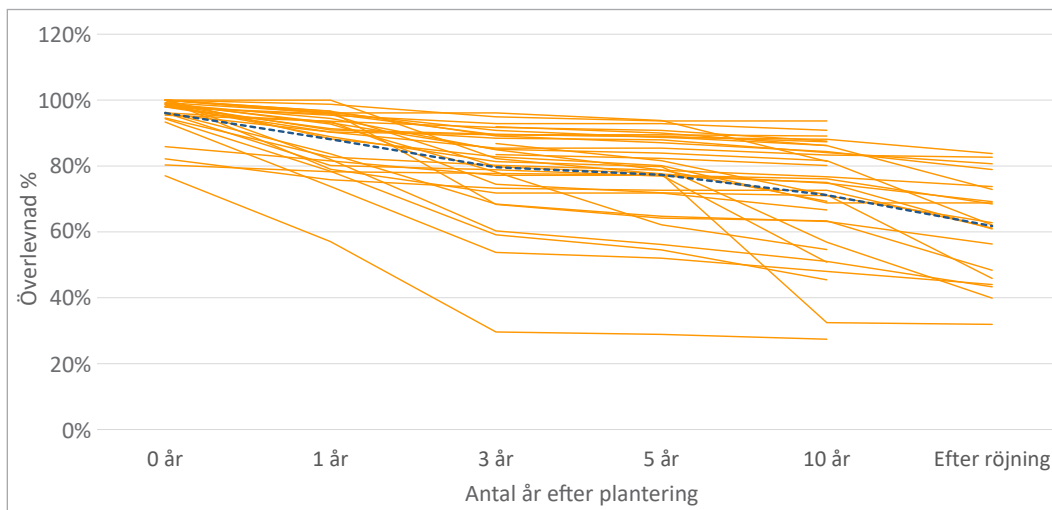
I genomsnitt planterades 2054 plantor per hektar varav 1473 överlevde fram till tio år efter plantering. Antalet planterade granar var något lägre (2018 plantor/ha) jämfört med tall (2100 plantor/ha).

På de 18 trakter där röjning utförts levde i genomsnitt 1421 plantor per hektar tio år efter plantering med en variation från 610 till 1810 levande plantor per hektar. Fördelat på trädslag innebar detta i medeltal 1412 granplantor per hektar och 1432 tallplantor per hektar. Skillnaden mellan tall och gran ökade efter röjning där 1186 tallplantor och 1289 granplantor hade lämnats som huvudstammar per hektar, i genomsnitt 1244 plantor.



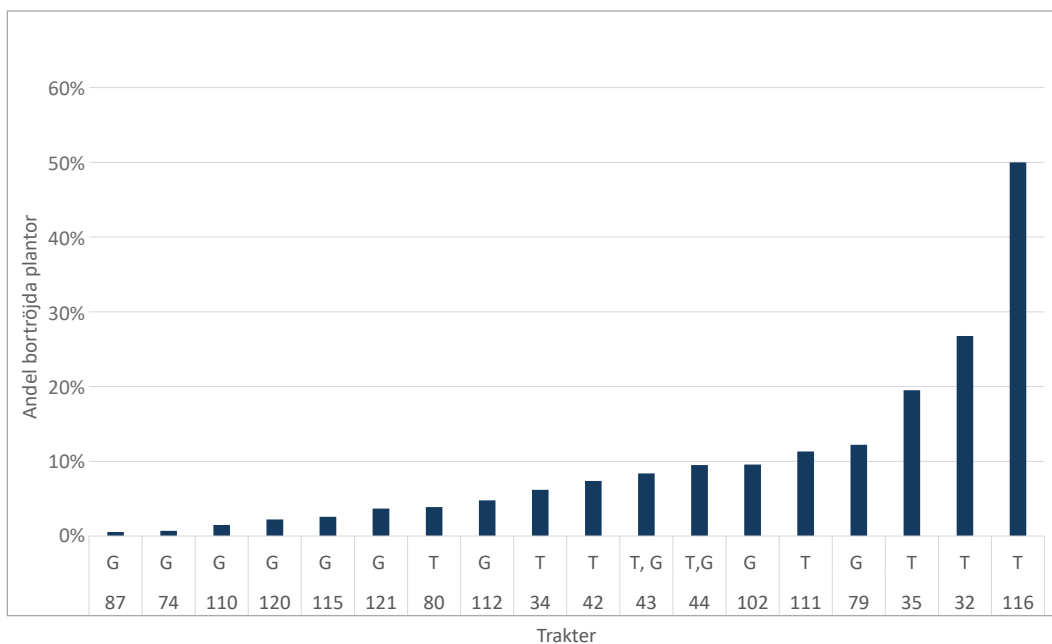
Figur 3. Antal planterade plantor samt antalet levande plantor per trakt vid respektive inventering. Varje linje representerar medelvärdet på en trakt och den streckade linjen är medelvärdet på alla trakter.

Överlevnaden oavsett dödsorsak (det vill säga inklusive plantor som röjts bort) var i genomsnitt 69 procent efter tio år och 61 procent efter röjning. Procentuellt hade granen (65 procent) en signifikant högre överlevnad efter röjning jämfört med tall (57 procent). Men variationen i överlevnad mellan trakter var stor (Figur 4).



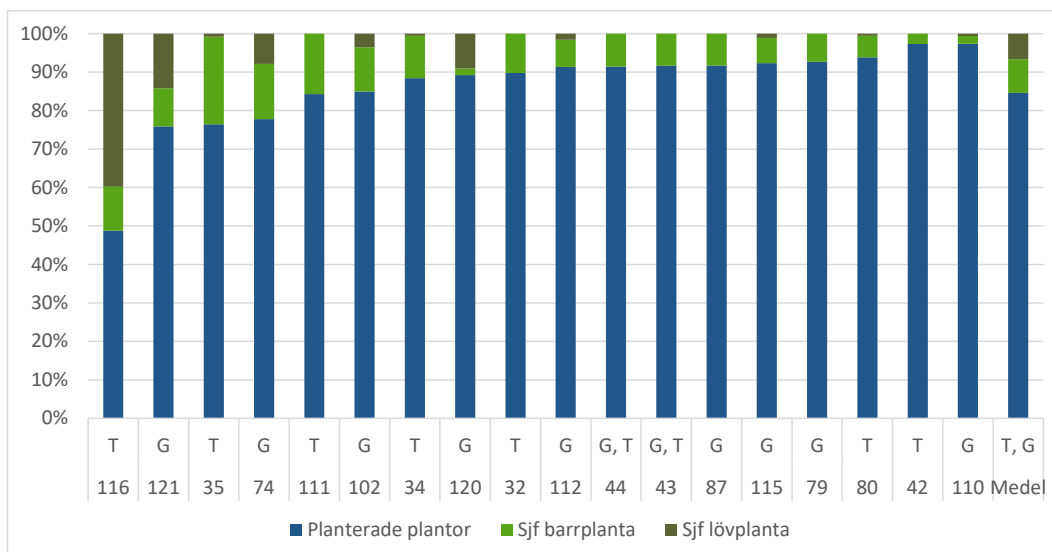
Figur 4. Den procentuella överlevnaden per trakt. Varje linje representerar medelvärdet på en trakt och den streckade linjen visar medelvärdet av alla trakter.

Av de planterade plantorna röjdes 168 plantor bort innan inventeringen år tio och ytterligare 183 plantor innan sista inventeringen. I genomsnitt har 10,1 procent av de planterade plantorna röjts bort, vilket är 351 plantor av alla planterade plantor. Skillnaden är dock stor mellan trakterna, vilket visas i figur 5. Anledningen till det höga antalet plantor som röjts bort i trakt 116 är skador på grund av sork. Vid analys av de planterade plantor som levde innan röjningen var det 14 procent av dessa som röjdes bort.



Figur 5. Andel planterade plantor bortröjda per trakt. Siffran indikerar traktens ID-nummer. T=tall, G=Gran.

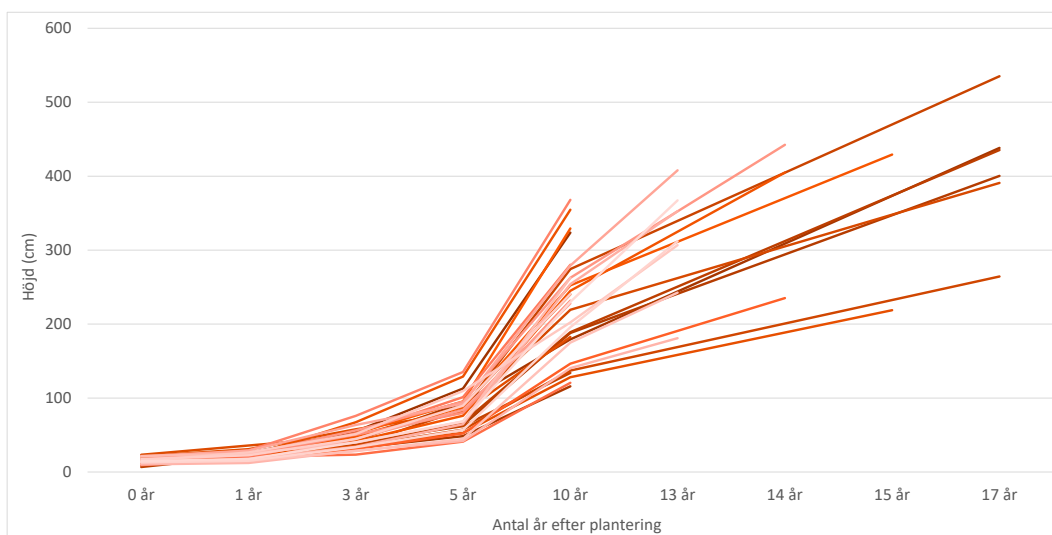
Totala antalet huvudstammar efter röjning var i medeltal 1464 stammar per hektar. Huvudstammarna utgjordes av 84,9 procent planterade plantor, 8,8 procent självföryngrade barrträd och 6,6 procent självföryngrade lövträd. I tallbestånden var andelen självföryngrade huvudstammar 19 procent jämfört med granföryngringarna där andelen var 13 procent (Figur 6).



Figur 6. Andel levande huvudstammar efter röjning. Siffran indikerar traktens ID-nummer. Sjf barrträd = självföryngrade barrträd, sjf lövträd = självföryngrade lövträd. T=Tall, G=Gran.

HÖJDTILLVÄXT

De planterade plantorna var i genomsnitt 14,7 cm höga, där granen var 16,5 cm och tallen 12,4 cm. Efter ett år hade tallen i genomsnitt växt mer än granen (8,6 cm jämfört med 4,8 cm). Tre år efter plantering hade tallen växt om granen. Tallen var då 46,6 cm jämfört med granen som var 41,6 cm. Efter röjningen var granen i genomsnitt 310,3 cm lång och tallen 400,8 cm. I figur 7 visas den genomsnittliga höjdtutvecklingen per trakt.



Figur 7. Genomsnittlig höjdtutveckling per trakt och trädslag. Varje linje representerar en trakt.

De naturligt föryngrade träd som bedömts som huvudstammar var i genomsnitt 366 cm vid inventeringen efter röjning. Den genomsnittliga höjden för självföryngrade lövträd var 400 cm och för barrträd 353 cm. För trakter planterade med gran var den genomsnittliga höjden på självföryngrade träd mer än en meter lägre på trakter planterade med tall.

Påverkande ståndorts- och skötselfaktorer

TRAKTNIVÅ OCH PROVYTENIVÅ

Inga entydiga samband, mer än för några få faktorer under enstaka inventeringsår påvisades vid analys av faktorer som påverkade överlevnaden av planterade plantor.

Vissa av faktorerna bedömdes både på trakt- och provytanivå men har inte alltid samma värden. Exempelvis bedömdes 54 procent av provytorna ha en annan vegetationstyp jämfört med traktens vegetationstyp vilket också ger olika resultat i analysen.

Markberedningsmetod

För gran på traktnivå gav högläggning en ökad överlevnad jämfört med harv och fläckmarkberedning vid plantering (år 0) men de andra åren syntes ingen signifikant skillnad mellan de olika metoderna. För tall på traktnivå fanns samma tendens ett år efter plantering; högläggning gav en högre överlevnad än harv. Det fanns ingen signifikant skillnad mellan de olika markberedningsmetoderna år 0, 3, 5, 10 och efter röjning för tall. Fläckmarkberedning och bränning förekom enbart på en trakt vardera och uteslöts därför ur analysen av markberedning.

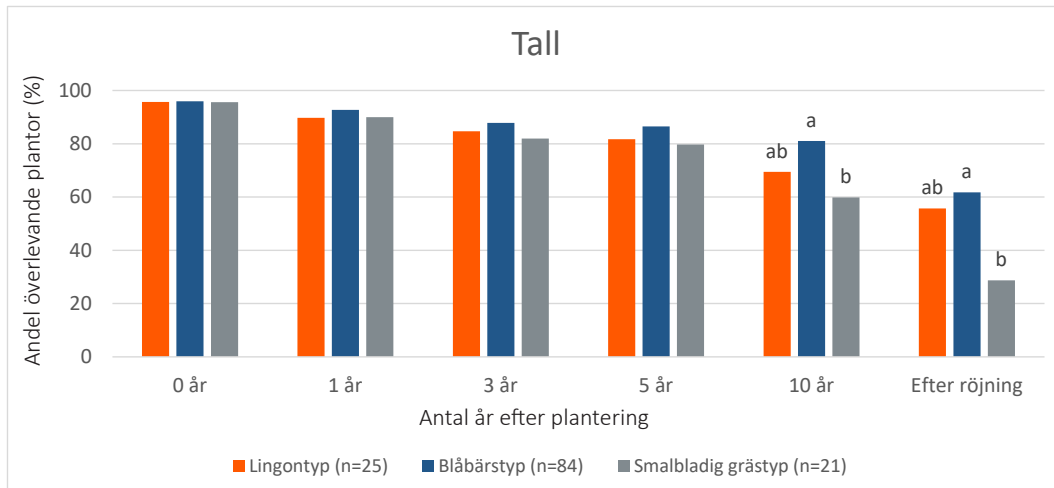
Ytstruktur

För gran fanns en tendens till att ytstrukturen ”något ojämn markyta” ökade överlevnaden för plantor jämfört med en jämnare markyta men var enbart signifikant för år ett och enbart på traktnivå. Ingen signifikant skillnad fanns för tallen eller vid analys av provytanivå av tall och gran.

Vegetationstyp

Tre och fem år efter planteringen fanns på traktnivå en tendens att plantor i vegetationstypen lingon hade högre överlevnad än plantor i vegetationstyperna blåbär och lågört för tall. Men på grund av få trakter per vegetationstyp var det svårt att dra några slutsatser.

På provytanivå var materialet för tall obalanserat, vegetationstyperna kråkbär-ljung och bredbladig grästyp förekom endast på en provyta vardera och inkluderades därför inte i denna del av analysen. Bland resterande material visade smalbladig grästyp signifikant lägre överlevnad (28 procent) jämfört med blåbärstyp (61 procent) tio år efter plantering samt efter röjning. Överlevnaden för lingontyp var högre än för smalbladig grästyp tio år efter plantering samt efter röjning, men skillnaden var inte signifikant (Figur 8).



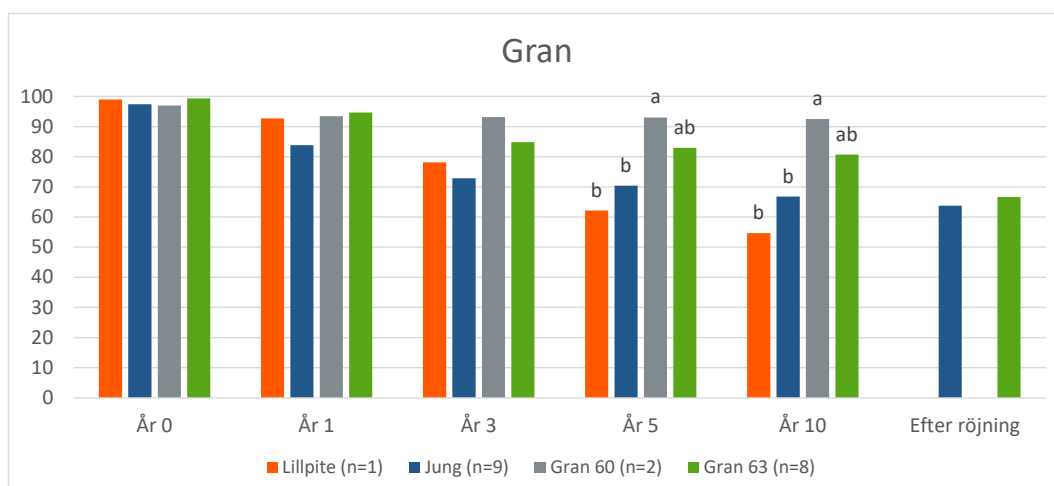
Figur 8. Överlevnad för tall i förhållande till provytans vegetationstyp. Siffran inom parentes efter vegetationstypen visar på antalet provytor i analysen. Olika bokstäver indikerar att det fanns en signifikant skillnad i överlevnad mellan vegetationstyperna på signifikansnivån $p < 0,05$.

Det fanns ingen signifikant skillnad i överlevnad mellan vegetationstyperna för gran varken på traktnivå eller provytenivå.

Proveniensen

Tallen bestod av material från fyra olika fröplantager och ett beståndsfrö. De fröplantager som användes var Hortlax, Alnö, Sör-Nedansjö och Bogrundet. Det fanns ingen signifikant skillnad i överlevnad mellan dessa fröplantager.

För gran gav beståndsfröet (Gran 60 och Gran 63) en bättre överlevnad jämfört med frö från fröplantagerna Jung och Lillpite år 5 och år 10 (Figur 9) på traktnivå. De andra åren fanns det ingen signifikant skillnad i överlevnad.



Figur 9. Andel överlevande granplantor i förhållande till traktens proveniens. Staplar med olika bokstäver indikerar att det fanns en signifikant skillnad mellan provenienserna på signifikansnivån $p < 0,05$. Siffran inom parentes visar på antalet trakter per proveniens.

ÖVRIGA FAKTORER

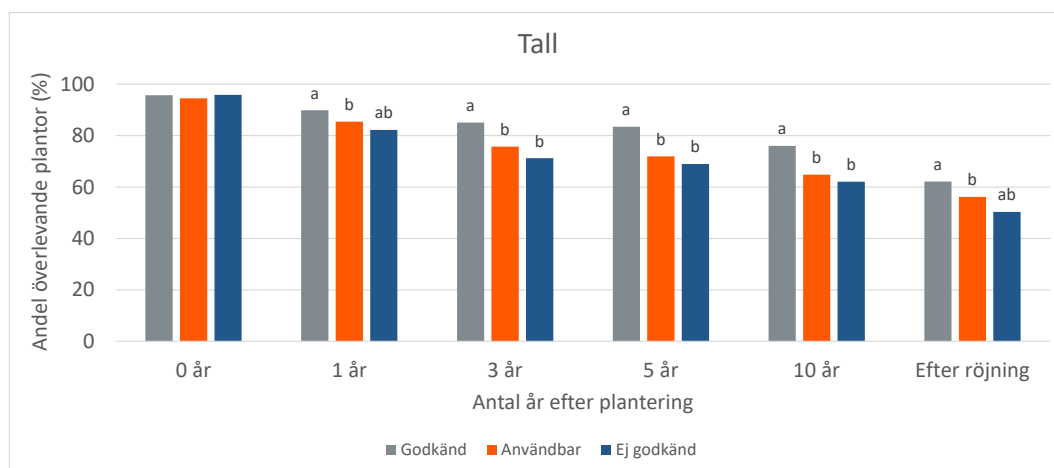
För tall tenderade överlevnaden att sjunka med en stigande temperatursumma tio år efter plantering. Ingen av de andra faktorerna (fuktighet, rörligt markvatten, läge, lutning, humustjocklek jordart, fuktighet, terrängtyp, latitud och longitud) visade på signifikant skillnad i överlevnad.

PLANTNIVÅ

Kvalitet på planteringspunkten

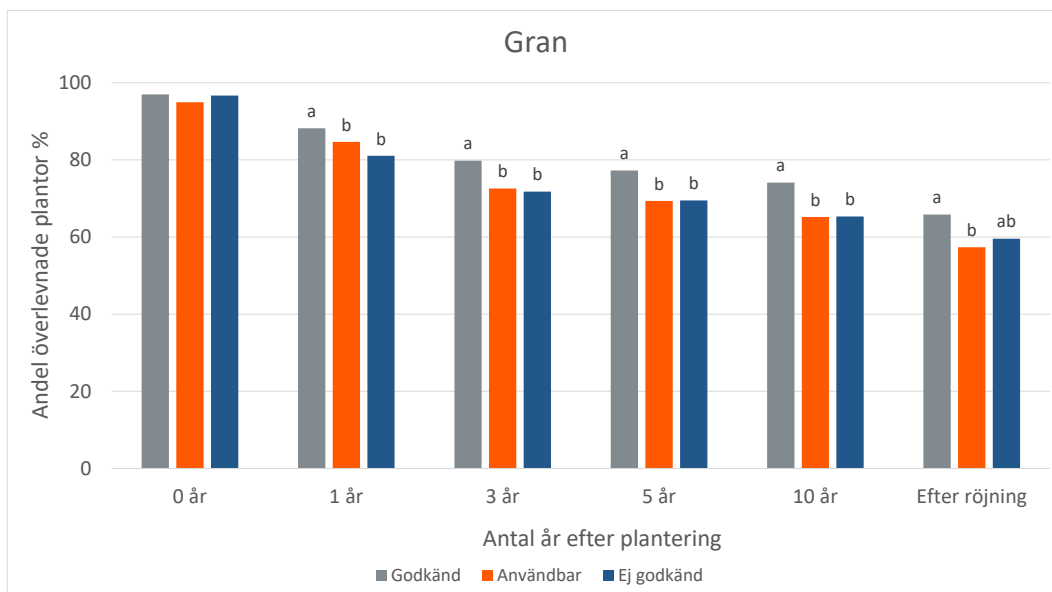
Totalt var 79 procent av plantorna planterade i en godkänd planteringspunkt, för gran var det 77 procent och tall 82 procent. En högre kvalitet på planteringspunkten gav signifikant högre överlevnad för alla tre trädslagen och alla inventeringsår förutom direkt efter plantering, år 0.

Överlevnaden för tall efter röjningen var 62 procent för en godkänd planteringspunkt, 56 procent för användbar och 50 procent för en ej godkänd punkt (Figur 10).



Figur 10. Överlevnad av tall i förhållande till bedömd kvalitet på planteringspunkt för tall. Olika bokstäver indikerar att det fanns en signifikant skillnad i överlevnad mellan den bedömda kvaliteten på signifikansnivån $p < 0,05$.

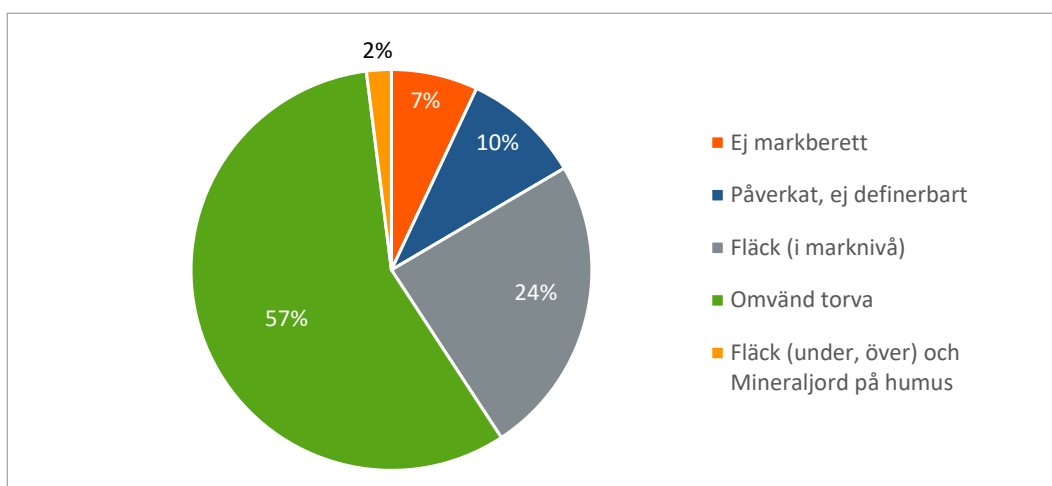
Av de planterade granplantorna levde 66 procent av de som var planterade på en godkänd planteringspunkt, 57 procent på användbar punkt och 60 procent på ej godkänd punkt efter röjning (Figur 13).



Figur 11. Överlevnad av granplanter i förhållande till bedömd kvalitet på planteringspunkt för gran. Olika bokstäver indikerar att det fanns en signifikant skillnad i överlevnad mellan den bedömda kvaliteten på signifikansnivån $p < 0,05$.

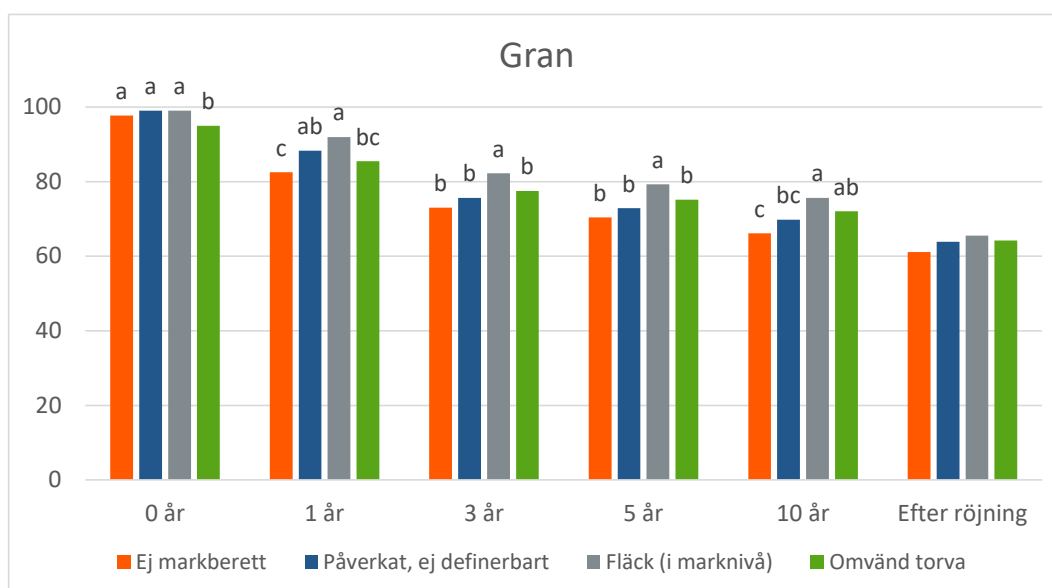
Planteringspunkt

Den vanligaste planteringspunkten för alla planter var omvänd torva och därefter fläck i marknivå vilket visas i figur 12. Av tallplantorna var 58 procent planterade i omvänd torva och 27 procent i fläck i marknivå och för granen var det 57 procent respektive 23 procent. Andel planter som planterats i påverkad mark var 10 procent och i ej markberedd mark 7 procent. Mindre än 2 procent av plantorna satt i fläck under eller över marknivå eller mineraljord på humus.

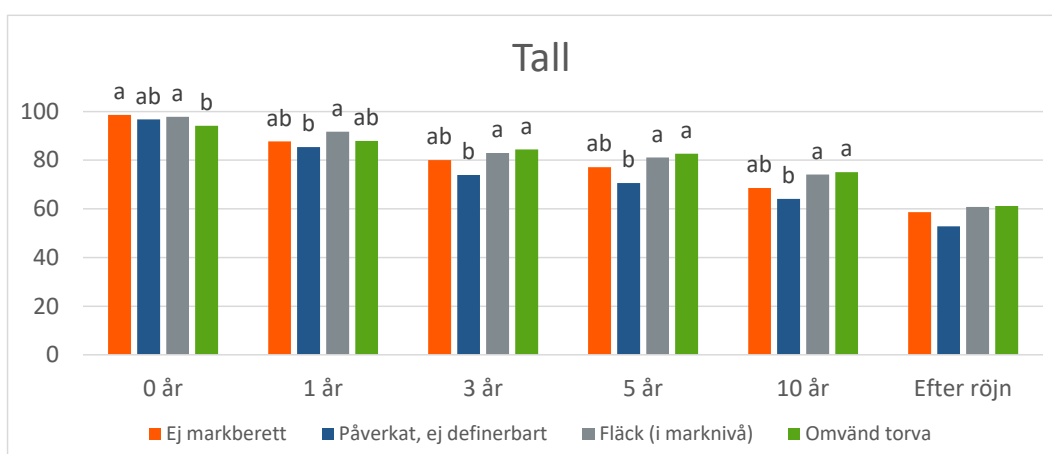


Figur 12. Andel planterade planter (tall och gran) på respektive plantplacering.

Tre, fem respektive tio år efter plantering hade plantplaceringen fläck en signifikant högre överlevnad än ej markberett och påverkad mark för gran. Placeringen fläck hade även en signifikant högre överlevnad än omvänd torva direkt efter plantering samt tre och fem år efter plantering (Figur 13). För tall var överlevnaden signifikant högre för fläck och omvänd torva än plantplaceringen som endast var påverkad för alla år utom inventeringarna som gjordes direkt efter plantering och röjning (Figur 14). Efter röjning fanns det inga signifikanta skillnader mellan de olika plantplaceringarna för tall och gran. För plantplaceringarna fläck under och över marknivå samt mineraljord på humus var de få plantor i respektive kategori men alla visade på god överlevnad utom fläck under marknivå där överlevnaden var något sämre.

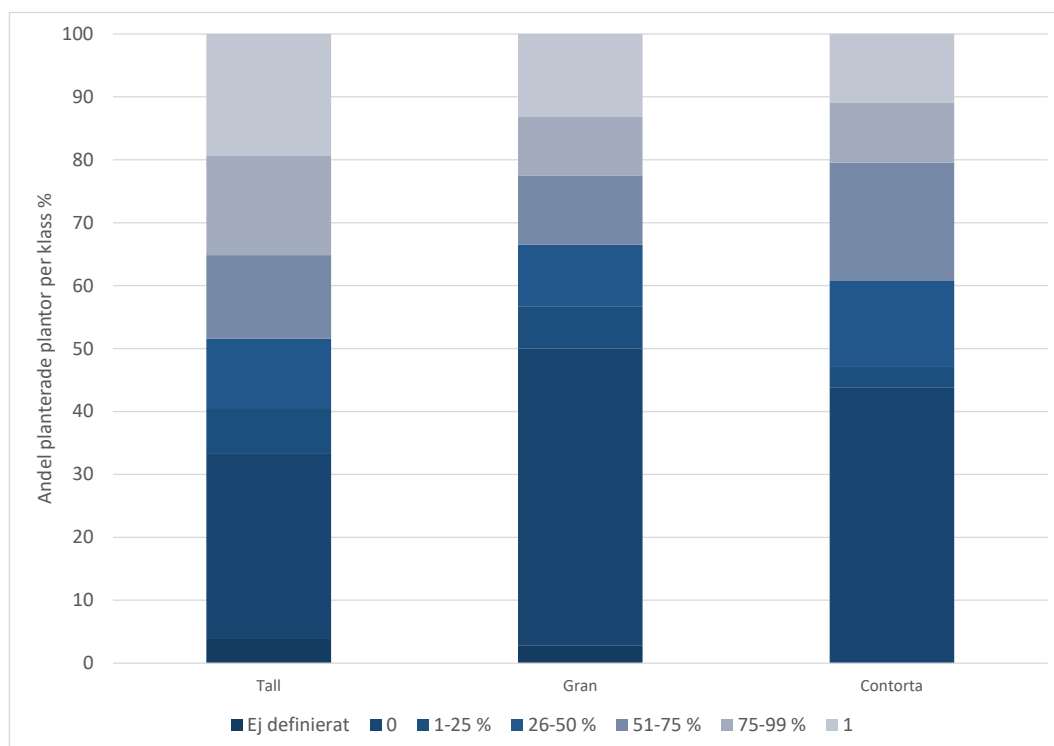


Figur 13. Genomsnittlig överlevnad för gran utifrån var plantan har planterats. Olika bokstäver indikerar att det fanns en signifikant skillnad på överlevnad i förhållande till plantplacering på signifikansnivån $p < 0,05$.



Figur 14. Genomsnittlig överlevnad för tall utifrån var plantan har planterats. Olika bokstäver indikerar att det fanns en signifikant skillnad på överlevnad i förhållande till plantplacering på signifikansnivån $p < 0,05$.

Andel mineraljord inom tio centimeter från stammen bedömdes direkt efter planteringen och klassen som hade minst täckningsgrad var den klass som förekom mest, 40 procent. Granen var planterad i större frekvens i planteringspunkter där det inte fanns någon mineraljord jämfört med tallen (29 procent), figur 15. I de två vanligaste planteringspunkterna, omvänd torva och fläck i marknivå, var andelen med noll procent mineraljord runt plantan 36,5 procent respektive 24,12 procent vilket kan jämföras med andelen 100 procent mineraljord som var 21,3 procent för fläck i marknivå och 17,3 procent för omvänd torva.



Figur 15. Andel planterade plantor utifrån andelen mineraljord tio cm runt plantan för respektive trädslag.

Andel mineraljord på planteringspunkten påverkade överlevnaden för båda trädslagen. Ju större andel mineraljord desto högre överlevnad för tall upp till tio års ålder. Men vid analys av enbart de 18 trakter som var röjda visade det sig att 51–75 procent andel mineraljord runt stammen hade en signifikant större överlevnad än hela ytan täckt med mineraljord för tall (Tabell 1). Plantor med 0 procent mineraljord runt omkring stammen hade signifikant sämre överlevnad än punkter med mer än 51 procent mineraljord runt stammen fram till tio år efter planteringen. Skillnaden kvarstod för punkter med 51–99 procent mineraljord runt stammen även efter röjning.

Tabell 1. Andel överlevande tallplantor i förhållande till andelen mineraljord på planteringspunkten. Tabellen visar bara resultat för de 19 trakter som är röjda. Olika bokstäver indikerar att det fanns en signifikant skillnad i överlevnad mellan andel mineraljord kring plantan på signifikansnivå $p < 0,05$.

	0 år	1 år	3 år	5 år	10 år	Efter röjning
100 %	99 (a)	95 (a)	90 (a)	89 (a)	79 (ab)	59 (bc)
75-99 %	99 (ab)	92 (a)	85 (ab)	83 (ab)	76 (ab)	66 (ab)
51-75 %	97 (abc)	93 (a)	89 (a)	88 (a)	82 (a)	69 (a)
25-51 %	94 (c)	81 (b)	82 (bc)	79 (bc)	74 (abc)	59 (abc)
1-25 %	93 (c)	89 (ba)	77 (bc)	75 (bc)	71 (bc)	61 (abc)
0 %	96 (bc)	85 (b)	75 (c)	71 (c)	67 (c)	56 (c)

Överlevnaden för gran var signifikant högre för planteringspunkter täckta helt med mineraljord eller 75–99 procent än ingen mineraljord på punkten upp till tio år efter plantering. Efter röjning hade plantor med 75–99 procent mineraljord runt omkring sig en signifikant högre överlevnad (73 procent) jämfört med de som hade 0 procent, 1–25 procent mineraljord och 100 procent mineraljord. Analys av enbart de röjda trakterna visade på samma signifikanta skillnad i överlevnad förutom att år 0 och år 1 inte var signifikanta.

Tabell 2. Andel överlevnad för gran i förhållande till andelen mineraljord på planteringspunkten. Tabellen visar bara resultat för de 19 trakter som är röjda. Olika bokstäver indikerar att det fanns en signifikant skillnad i överlevnad mellan andel mineraljord kring plantan på signifikansnivå $p < 0,05$.

	0 år	1 år	3 år	5 år	10 år	Efter röjning
100 %	97 (b)	90 (ab)	82 (ab)	81 (ab)	79 (ab)	62 (b)
75-99 %	99 (a)	94 (a)	87 (a)	84 (a)	82 (a)	73 (a)
51-75 %	97 (b)	88 (bc)	80 (b)	77 (b)	74 (bc)	63 (b)
25-51 %	97 (ab)	87 (bc)	79 (b)	76 (b)	72 (cd)	70 (ab)
1-25 %	98 (ab)	90 (ab)	84 (ab)	80 (ab)	75 (bc)	69 (ab)
0 %	96 (b)	84 (c)	74 (c)	71 (c)	67 (d)	62 (b)

Av plantorna var 92,6 procent djupt planterade, 3,6 procent högt planterade och 3,6 procent normalt planterade. Resterande 0,2 procent av plantorna låg. Ingen signifikant skillnad mellan planteringsdjup fanns.

Resultat av de nya försöksytorna i Södra Sverige

ÖVERLEVNAD

Mellan åren 2016–2018 lades 37 nya försöksytor ut i södra Sverige varav fem stycken var planterade med tall, nio stycken med både tall och gran och 23 stycken med gran. I genomsnitt planterades 2176 plantor per hektar men variationen var stor, mellan 1325 plantor/ha och 3700 plantor/ha på enskilda provytor. Antalet planterade tallar (2162 plantor/ha) var marginellt lägre än planterade granar (2182 plantor/ha). I genomsnitt var plantorna 29,3 cm höga vid plantering där granen var 32,0 cm och tallen 22,9 cm.

Vid första inventeringen levde 92 procent av alla planterade plantor och efter ett år levde 75 procent. Granen hade lite lägre överlevnad (91 procent) jämfört med tallen (95 procent) i anslutning till planteringen, dock var skillnaden större efter ett år där tallens överlevnad var 80 procent och granens 73 procent.

Av de 37 försöksytor som är utlagda har 23 inventerats två år efter plantering. Inventeringen visar på en överlevnad på 73 procent två år efter plantering där granens överlevnad var 72 procent och tallens överlevnad 77 procent.

Diskussion

ANDEL PLANTERADE TRÄD I FRAMTIDA PRODUKTIONS-BESTÅNDET

Studien visar att de framtida bestånden i genomsnitt utgörs av 85 procent planterade plantor, resterande är självföryngrade barr- och lövträd (15 procent). Totala antalet kvarlämnade huvudstammar efter röjning är 1464 stammar per hektar varav 1244 är planterade plantor. Enligt röjningsinstruktionen och rekommendation bör det vara runt 1600–2500 stammar per hektar efter röjningen beroende på bördighet (Anon 2010), vilket är mycket högre än vad som lämnas efter röjningen. Ett exempel där lägre antal stammar inte behöver vara kritiskt för det ekonomiska utfallet är Pettersson m.fl. (2017) utvärdering av olika röjning- och gallringsprogram. De fann att ett stamantal på 1400 stammar per hektar efter röjning gav ett högre nuvärde för avverkningsnettot jämfört med alternativ där antalet stammar efter röjning är högre. Dock förutsätts bra trädslagsrena föryngringar vilket det inte är i denna studie.

Enligt analysen av Kullström (2015) var andelen naturligt föryngrade huvudstammar (27 procent) och totala antalet huvudstammar per hektar (1969 stycken/ha) betydligt högre. Efter en analys av Kullströms data upptäcktes oklarheter kring antalet planterade plantor före röjning och efter röjning vilket gör det svårt att jämföra resultatet med den här studien.

Enligt denna studie var den genomsnittliga plantavgången 38 procent för tall och gran vid tidpunkten efter röjning. Beroende på vilken rekommendation som eftersträvas skulle det behöva planteras 2300–4000 plantor per hektar för att ha 100 procent planterade plantor i det framtida beståndet och fullt ut kunna nyttja den extra tillväxt förädlade plantor ger. I den här studien och även i andra studier visas att det planteras ca 2 100 plantor per hektar (Holmström m.fl. 2019, Söderbäck 2012) vilket är för lite om målet är att ha enbart ha planterade plantor i det framtida produktionsbeståndet. Samtidigt finns även ett mål om viss lövinblandning kopplat till andra samhällsmål och som regleras av miljöcertifiering. Denna inblandning löses enklast med att behålla självföryngrade lövstammar i produktionsbeståndet.

Den nya försöksserien i Södra Sverige visar på att det planteras något fler plantor per hektar (2170 plantor/ha) men redan efter ett år hade 27 procent av plantorna dött jämfört med den norra försöksserien där enbart 12 procent hade dött efter ett år. Den torra sommaren 2018 och skador av snytbagge är två bidragande orsaker till den stora avgången. Beroende på hur överlevnaden utvecklas i den södra försöksserien skulle det behöva planteras ännu fler plantor i södra Sverige för att nyttja den potential som finns de i förädlade plantorna. Dock är försöksserien nyanlagd och det är svårt att dra några slutsatser ännu.

Vid röjningen röjdes 10 procent av det totala antalet planterade plantorna bort vilket motsvarar 14 procent av de plantor som levde vid inventeringen innan. Variationen hur många av de planterade plantorna som röjs bort är väldigt stor, vilket väcker frågan hur beståndet såg ut innan röjningen. Inventeringen visar bara hur de planterade plantorna har överlevt samt hur stor andel av huvudstammarna som utgörs av naturligt föryngrade plantor. Det går inte att dra några slutsatser varför en planterad planta har röjts bort eller om det har gjorts till förmån för en naturligt föryngrad planta. Enligt röjningsinstruktionen som ligger till grund för inventeringen ska huvudstammarna vara fria från skador samt ha bästa möjliga tillväxt och kvalitet, vilket bör spegla att de planterade

plantorna inte klarar detta och de naturligt föryngrade har haft bättre förutsättningar. För att kunna avgöra det måste en inventering av alla träd göras innan rójning för att sedan upprepas efter rójningen.

Vad som är en huvudstam har bedömts av den som har utfört rójningen men även av de två personer som har inventerat trakten. Båda har utgått från SCA:s rójningsinstruktion men bedömningarna kan skilja sig åt då förutsättningarna har varit olika. Personen som har utfört åtgärden har sett ungslogen innan rójning (inklusive naturlig föryngring) och tagit beslut vilka träd som har bäst förutsättningar att bli huvudstammar i det framtida beståndet. Inventerarna har bara sett resultatet efter rójning och bedömt huvudstammarna utifrån rójningsinstruktionen. De kan då ha valt bort träd som till exempel stått för nära trots att det kanske inte fanns något alternativ för utföraren än att lämna det trädet. Detta kan vara orsaken till det låga stamantalet efter rójningen men för att klargöra det krävs en inventering före rójningen.

VAD PÅVERKAR ÖVERLEVNADEN?

Andel överlevande plantor tio år efter plantering var ca 70 procent, vilket är något lägre än i studien som gjordes på liknande trakter i Norra Sverige (Söderbäck 2012), men något högre jämfört med Ackzell (1994) som tittade på 97 ungslogar i Norra Sverige där överlevnaden var 67 procent efter tio år. Vid analyserna på trakt- och provyttnivå visade materialet på få faktorer som påverkade överlevnaden, av vilka vegetationstyp och ytstruktur var de enda som visade sig ha en signifikant effekt på överlevnaden och då enbart för vissa år efter plantering. Plantans placering och andel mineraljord runt stammen visade på tydliga skillnader i överlevnad men för markberedningsmetod och fröets proveniens var resultatet inte lika klart. För att kunna göra tydliga generaliseringar på traktnivå för till exempel markberedningsmetod behövs mer data, då många av faktorerna interagerar och gör det svårt att bestämma kausalitet.

Ståndortsfaktorer

I likhet med Söderbäck (2012) analys verkade vegetationstypen påverka överlevnaden för de planterade plantorna. Blåbärstyp var den som gav högst överlevnad för tall vid analys av provytorna men vid analys av trakten gavs inte samma resultat. Då hade lingon och smalbladig grästyp den högsta överlevnaden. Skillnaden kan förklaras med att ståndortsfaktorerna på traktnivå har bedömts med hjälp av beståndsregister och traktdirektiv vid anläggningen men på provyttnivå bedöms ståndortsfaktorerna på plats och är mer exakta. Beslut kring skogsvårdsåtgärder görs ofta på generella inventeringar på traktnivå. Resultatet indikerar på att en mer detaljerad planering av skogsvårdsåtgärder utifrån markens förutsättning skulle kunna öka överlevnaden men det krävs mer fördjupad studie för att svara på det.

Planteringspunkt

Det är välkänt att markberedningen med planteringspunkter med framförallt ren mineraljord kring plantan ger en bättre beståndsetablering än planteringspunkter utan markberedning och mineraljord (Wallertz m.fl. 2018). Resultaten från den här studien visar att detta inte bara gäller vid beståndsetablering utan att det även håller i sig upp till tio år efter plantering. Vid analys av de talltrakter som är röjda syns dock ett annat mönster och plantor med mindre mineraljord runt omkring stammen har en högre överlevnad jämfört med planteringspunkter med större andel mineraljord. Anledningen till förändringen är svår att finna i detta material och en djupare analys där de naturligt föryngrade träden registreras innan rójningen skulle möjligen kunna ge svar på det.

Resultaten visar också på att en godkänd planteringspunkt (plantan sitter > 3 cm ner och övermyllad, 10 cm från ytterkant av markberedningen och minst en meter till närmaste planta) ger en klart högre överlevnad jämfört med plantor som är planterade på sämre planteringspunkter. Ca 20 procent av plantorna sitter inte på en bra planteringspunkt vilket Holmström m.fl. (2019) också fann i sin studie. Med en bättre planteringspunkt skulle chansen för plantan att överleva öka med ca 10 procent, vilket kan vara ett enkelt sätt att öka andelen planterade plantor i det framtida beståndet.

Markberedning

Analysen av markberedningsmetoden visade inte på att någon metod gav högre överlevnad än den andra, vilket snarare speglar det låga antalet trakter i analysen än effekten av markberedningsmetoden, precis som för de andra faktorerna som inte visade signifikans.

Frökälla

Vid valet av fasta försöksytor i norra Sverige valdes de trakter där röjning hade utförts. Detta medförde att det var stor variation i vilken frökälla som nyttjats vid odlingen av plantorna. För att kunna göra en djupare analys kring plantmaterialets påverkan på överlevnaden behöver urvalet av trakter göras mer inriktat på plantmaterial.

MODELL FÖR ATT PROGNOSTICERA PLANTÖVERLEVNADEN

Materialet var från början begränsat och efter bortfallet av Kullströms ytor blev det ännu svårare att hitta signifikanta samband mellan plantantal efter röjning och olika förnygrings- och ståndortsfaktorer för att kunna göra en modell för att prognosticera plantöverlevnaden. En utökad inventering av de SCA-ytor som röjts de senaste tre åren och att i framtiden även inkludera de ytor som lagts ut i södra Sverige skulle kunna ge ny och värdefull kunskap om dessa samband.

Referenser

- Ackzell, L. 1994. "Natural regeneration on planted clear-cuts in boreal Sweden." *Scandinavian Journal of Forest Research* 9(1-4): 245-250.
- Anon 2010. Så här ska du röja. Broschyr, SCA skog, Sundsvall, SCA Skog, 15 s.
- Anon. 2018. "Skogsstyrelsens statistikdatabas 2018. Sveriges officiella statistik ", from <http://pxweb.skogsstyrelsen.se/pxweb/sv/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas/?rxid=03eb67a3-87d7-486d-acce-92fc8082735d>.
- Bergqvist, J., C. Fries and L. Svensson (2017). "Skogsstyrelsens återväxtuppföljning Resultat från 1999–2016." *Rapport 2017(6)*: 42.
- Claesson, S., Duvemo, K., Lundström, A. & Wikberg, P-E. 2015. Skogliga konsekvensanalyser 2015 - SKA15. Rapport. Jönköping, Skogsstyrelsen. 10.
- Hallsby, G., Ahnlund Ulvcrona, K., Karlsson, A., Elfving, B., Sjögren, H., Ulvcrona, T. & Bergsten U. 2015. "Effects of intensity of forest regeneration measures on stand development in a nationwide Swedish field experiment." *Forestry: An International Journal of Forest Research* 88(4): 441-453.
- Holmström, E., Gålnander, H. & Petersson, M. 2019. "Within-Site Variation in Seedling Survival in Norway Spruce Plantations." *Forests* 10(2): 181.
- Kullström, M. 2015. "Naturligt föryngrade huvudstammar i röjda bestånd etablerade efter plantering på SCAs mark."
- Nilsson, U., Luoranen, J., Kolström, T., Örlander, G. & Puttonen, P. 2010. "Reforestation with planting in northern Europe." *Scandinavian Journal of Forest Research* 25(4): 283-294.
- Pettersson, F., Jacobsson, S. & Nyström, K. 2017. "Ekonomisk utvärdering av olika röjnings- och gallringsprogram." *Arbetsrapport 948-2017*, Skogforsk.
- Rosvall, O., Jansson, G., Andersson Gull, B., Karlsson, B., Sonesson, J. & Stener, L-G. 2001. Genetiska vinster i nuvarande och framtida fröplantager och klonblandningar. Redogörelse, Skogforsk.
- Rosvall, O. & Lundström, A. 2010. "Förädlingseffekter i Sveriges skogar – kompletterande scenarier till SKA-VB 08." *Arbetsrapport 702*.
- Söderbäck, E. 2012. "Utvärdering av markberedning och plantering på SCA: s mark i Norrland 1998–2001–Föryngringsresultat efter 10 år." *Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Examensarbeten* 17: 36.
- Wallertz, K., Björklund, N., Hjelm, K., Petersson, M. & Sundblad, L-G. 2018. "Comparison of different site preparation techniques: quality of planting spots, seedling growth and pine weevil damage." *New Forests*.
- Wikström, P., Edenius, L., Elfving, B., Eriksson, L. O., Lämås, T., Sonesson, J., Öhman, K., Wallerman, J., Waller, C. & Klintebäck, F. 2011. "The Heureka Forestry Decision Support System: An Overview." 2011 3(2).

Bilaga 1.

BESKRIVNING AV VARIABLER PÅ TRAKTNIVÅ

Variabel	Förklaring	Enheter
PlantId	Id på planta	0-
Provyteld	Provyteled	0-
TraktId	Id på trakten	0-
ny_Planttyp	Typ av planta	Plant-rotad, Plant-barrot, frö
Traktnamn	Namnet på trakten	
Areal (ha)	Arealen utifrån avverkningen	
Vegetationstyp	Vegetationstyp utifrån register	Lavtyp, Lavrik, Fattigristyp, Kråkbär-Ljung, Lingontyp, Blåbärstyp, Starr-fräken, Smalbladig grästyp, Bredbladig grästyp, Ej fältskikt, Lågörtstyp, Högörtstyp
Fauktighet	Traktens fuktighet	Torr, Frisk, Fuktig, Blöt
Jordart	Jordarten på trakten	Torvmark, Grusig morän, sandig morän, Sandig-moig morän, Moig-mjällig lerig morän, Grus, Grovsand, Mellansand, Grovmo, Finmo-mjåla-lera
Ytstruktur	Ytstruktur på trakten, bedöms utifrån terrängtypschema för skogsarbeten (Berg 1995)	1 = Mycket jämn markyta, 2 = Mellanklass, 3 = Något ojämn markyta, 4 = Mellanklass, 5 = Mycket ojämn markyta
Lutning	Traktens lutning, bedöms utifrån terrängtypschema för skogsarbeten (Berg 1995)	1 = 0–9 % eller 0–5 grader, 2 = 10–19 % eller 6–10 grader, 3 = 20–32 % eller 11–17 grader, 4 = 33 % eller 18 grader
Terrängbärighet	Bedömning av markens hållfasthet utifrån terrängtypschema för skogsarbeten (Berg, 1995)	1 = Mycket goda grundförhållanden, 2 = Mellanklass, 3 = Medelgoda grundförhållanden, 4 = Mellanklass, 5 = Mycket dåliga grundförhållanden.
Höjd över havet	Höjd över havet, tas från trakt-direktiv	m
SI	Ståndortsindex, tas från SCA:s skogliga register	T16–T30, G16–G30,
Planteringsmetod	Om planteringen gjorts manuellt eller maskinellt	Manuell, maskinell
Markberedningsmetod	Markberedningsmetod	Fläck, Högläggning, Harvning, Plöjning, Grävmaskin, Bränning
Trädslag	Trädslag	Gran, Tall
Ålder	Ålder på plantorna	År
Proveniens	Proveniensen på fröna	

BESKRIVNING AV VARIABLER PÅ PROVYTENIVÅ

Variabel	Förklaring	Enheter
Höjd över havet	Mäts på plats	m
Markberedningsmetod		Fläck, Högläggning, Harvning, Plöjning, Grävmaskin, Bränning
Ytstruktur	Ytstruktur på trakten, bedöms utifrån terrängtypschema för skogsarbeten (Berg, 1995)	1 = Mycket jämn markyta, 2 = Mellanklass, 3 = Något ojämn markyta, 4 = Mellanklass, 5 = Mycket ojämn markyta
Lutning	Traktens lutning, bedöms utifrån terrängtypschema för skogsarbeten (Berg, 1995)	1 = 0–9 % eller 0–5 grader, 2 = 10–19 % eller 6–10 grader, 3 = 20–32 % eller 11–17 grader, 4 = 33 % eller 18 grader
Vegetationstyp	Bedömning av markvegetation	Lavtyp, Lavrik, Fattigristyp, Kråkbär-Ljung, Lingontyp, Blåbärstyp, Starr-fräken, Smalbladig grästyp, Bredbladig grästyp, Ej fältskikt, Låtgörtstyp, Högtstyp
Jordart	Jordarten på provytan	Torvmark, Grusig morän, Sandig morän, Sandig-moig morän, Moig-mjällig lerig morän, Grus, Grovsand, Mellansand, Grovmo, Finmo-mjåla-lera
Humustjocklek	Tjocklek på humustäcket	cm
Fuktighet	Provytans fuktighet	Torr, Frisk, Fuktig, Blöt
Rörligt markvatten	Grundvattnets flöde	Saknas, Kortare perioder, Längre perioder
Läge	Provytans läge	Krön/ås, Svacka, Sluttning övre, Sluttning nedre, Dal, Plan mark (< 9 %)

BESKRIVNING AV VARIABLER PÅ PLANTNIVÅ

Variabel	Förklaring	Enheter
Planteringspunktens bedömda kvalitet		Godkänd, Ej godkänd, Användbar
Avstånd till humus	Avstånd mellan stam och humus	cm
Avstånd till opåverkad mark	Avstånd mellan stam och opåverkad mark	cm
Mineraljordstyp	Andel mineraljord 10 cm runt stammen	0, 1–25 %, 25–50 %, 50–75 %, 75–99 %, 100 %
Mineraljordstjocklek	Djup på mineraljorden runt plantan	<3, 3–6, 6–9, >12 cm
Planteringsdjup	Torvklumpens placering i förhållande till marknivån	Normal (mindre än 3 cm), Djup (3 cm ner), Högt (ovanför marknivå), Liggande
Plantlutning	Plantans lutning	Rak, Något lutande, Kraftigt lutande, Liggande
Vitalitet	Plantans status	Frisk, Lätt skadad, Svårt skadad, Död, Död sedan tidigare, Saknas
Plantplacering	Plantans placering i förhållande till markberedningen	Mineraljord på humus, Omvänd torva, Fläck (över, under och i marknivå), Påverkat, Ej definierbart, Ej markberett.

Bilaga 2.

BESKRIVNING AV DE 32 ÄLDRE FÖRYNGRINGSFÖRSÖK SOM INGÅR I STUDIEN FÖR NORRA SVERIGE

Traktid	Plant år	TRSL	Vegtyp	Fuktigh	Jordart	MB-metod	Höh	TSUM	Röjn utförd	Inv av
8	1998	T,G	Smalb gr	Frisk	Sand-mo	Hög	410	918	2010	Kull
32	1999	T	Blåb	Frisk	Mo-mj-le	Hög	327	947	2008	SF
33	1999	G	Blåb	Fuktig	Mo-mj-le	Harv	333	928	2009	Kull
34	1999	T	Blåb	Frisk	Sand-mo	Hög	220	876	2010	SF
35	1999	T	Blåb	Frisk	Sand-mo	Harv	110	965	2014	SF
41	1999	G	Ling	Frisk	Mo-mj-le	Hög	305	929	2013	Kull
42	1999	T	Blåb	Frisk	Sand-mo	Hög	401	888	2013	SF
43	1999	T,G	Lågört	Frisk	Sand-mo	Hög	374	923	2013	SF
44	1999	T,G	Blåb	Frisk	Sand-mo	Hög	347	960	2013	SF
45	1999	G	Blåb	Frisk	Mellansand	Fläck	153	1144	2010	Kull
47	1999	G	Lågört	Frisk	Sand-mo	Harv	202	1085	2008	Kull
74	2001	G	Blåb	Frisk	Sand-mo	Harv	315	853	2011	SF
75	2001	T	Blåb	Frisk	Sand-mo	Harv	223	978	2013	Kull
79	2001	G	Blåb	Frisk	Torv	Hög	335	964	2011	SF
80	2001	T	Blåb	Frisk	Mo-mj-le	Hög	390	899	2010	SF
82	2001	G	Lågört	Frisk	Sand-mo	Hög	317	994	2010	Kull
87	2002	G	Ej fältskikt	Frisk	Mo-mj-le	Hög	354	887	2012	SF
90	2002	G	Högört	Frisk	Sand-mo	Fläck	560	629	2013	Kull
91	2002	T,G	Ling	Frisk	Sand	Harv	328	912	2012	Kull
97	2002	T	Blåb	Frisk	Sand-mo	Harv	224	1046	2012	Kull
98	2002	G	Blåb	Frisk	Mo-mj-le	Harv	200	1044	2012	Kull
102	2002	G	Blåb	Frisk	Sand-mo	Hög	309	984	2016	SF
108	2003	T	Blåb	Frisk	Sand-mo	Hög	320		2008	Kull
110	2003	G	Lågört	Frisk	Sand-mo	Hög	153	1096		SF
111	2003	T	Blåb	Frisk	Sand-mo	Hög	335	926	2015	SF
112	2003	G	Blåb	Frisk	Sand-mo	Harv	390	883	2015	SF
114	2003	G	Lågört	Frisk	Sand-mo	Bränning	102	3961	2011	Kull
115	2003	G	Smalb gr	Frisk	Mo-mj-le	Hög	383	849	2016	SF
116	2003	T	Blåb	Frisk	Sand-mo	Harv	290	977	2012	SF
118	2003	G,T	Lågört	Frisk	Sand-mo	Harv	328	991	2013	Kull
120	2003	G	Blåb	Frisk	Mo-mj-le	Hög	352	974	2014	SF
121	2003	G	Högört	Frisk	Sand-mo	Hög	282	1011	2015	SF

Förklaringar på tabellen, se nästa sida.

Förklaringar i tabellen

"Beskrivning av de 32 äldre föryngringsförsök som ingår i studien för norra Sverige".

Plant år =	Planteringsår
TRSL =	Trädslag (T= tall, G=gran)
Vegtyp =	Vegetationstyp (Blåb = Blåbärstyp, Ling = Lingontyp, Lågört =lågörtstyp, Smalb gr = smalbladig gräsytp)
Fuktigh =	Fuktighet
Jordart =	Sand-Mo = Sandig moig morän, Mo-mj-le = Moig-mjälilig-lerig-morän, Mellansand = mellansand, Torv = torv, Sand = sandig morän)
MB-metod =	Markberedningsmetod (Hög = högläggning, Harv = harvning, Brän = bränning, Fläck = fläckmarberedning)
Höh =	Höjd över havet
TSUm =	Temperaturssumma
Röjn utförd =	Året då röjningen är utförd
Inv av =	Inventerat av (Kull = Kullström, SF = Skogforsk)