

ARBETSRAPPORT 1182-2024

Resultat från demoförsök av gran efter 9 år i fält

Analys av försöken 354 Tamsberg & 356 Älgberget

Mats Berlin



Demonstrationsytan 354d Tamsberg våren 2023. Foto: Sverker Johansson, Bitzer.

Innehåll

| | |
|---|-----------|
| Förord | 3 |
| Summary | 4 |
| Sammanfattning | 4 |
| Material och metoder | 5 |
| Fältförsök och testsorter | 5 |
| Mätdata och beräkningar | 6 |
| Resultat | 7 |
| Resultat per försöksdel | 7 |
| Samlade resultat över alla försöksdelar | 8 |
| Diskussion | 9 |
| Referenser | 12 |



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

Kvalitetsgranskning (Intern peer review) har genomförts december månad 2023 av Curt Almqvist, seniorforskare. Därefter har Magnus Thor, Forskningschef, granskat och godkänt publikationen för publicering 1 februari 2024.

Redaktör: Caroline Rothpfeffer, caroline.rothpfeffer@skogforsk.se
©Skogforsk 2024 ISSN 1404-305X

Förord

Försöksytorna 354 Tamsberg har anlagts och bekostats av Skogforsk. Försök 356 Älgergets anläggning bekostades av Västerås stift. 2023 års mätning och redovisning av kvarvarande försök har bekostats av Stora Enso Plantor AB.

Uppsala december 2023

Mats Berlin

Summary

During 2015, several Norway spruce field trials were established to demonstrate differences in performance between plant material with different levels of genetic gain. The aim was to showcase the different commercially available alternatives but also those that would be available in the near future. In total, four different test entries were used to represent different categories of plant material:

1. Unimproved stand seed without any genetic gain
2. An older seed orchard with expected growth gain of 10 per cent
3. A more modern seed orchard with expected growth gain of 15 per cent and
4. A simulated new seed orchard with an expected growth gain of 25 per cent.

When writing this report, seedlings from all categories are starting to be commercially available which makes the trials and study pertinent. Results from the study show that the different categories mainly perform as expected and the trial design allows the genetic gain to be observed with the naked eye. The study also stresses the importance of choosing the right plant material at the right site to avoid damages. In this case, late spring frost has affected some sites and likely disturbed the apical dominance causing quality degrading damages like double tops and forks. By selecting plant materials with a well-adapted growth rhythm, such damages can be avoided, and the gain in genetic growth can be maintained.

Sammanfattning

Under 2015 anlades ett antal demonstrationsförsök av gran i Mellansverige för att visa skillnader i prestation mellan skogsodlingsmaterial med olika genetisk vinstnivå. Tanken var att använda de alternativ som vid tillfället fanns tillgängliga att använda i det praktiska skogsbruket men också de som inom en snar framtid skulle bli tillgängliga (TreO-fröodlingarna). Totalt användes fyra testsorter för att representera olika kategorier av skogsodlingsmaterial:

1. Oförädlat beståndsfrö utan någon genetisk vinst
2. En äldre fröodling med en förväntad tillväxtvinst på 10 procent
3. En modernare fröodling med en förväntad tillväxtvinst på 15 procent och
4. En simulerad ny fröodling på TreO-nivå med en förväntad tillväxtvinst på 25 procent.

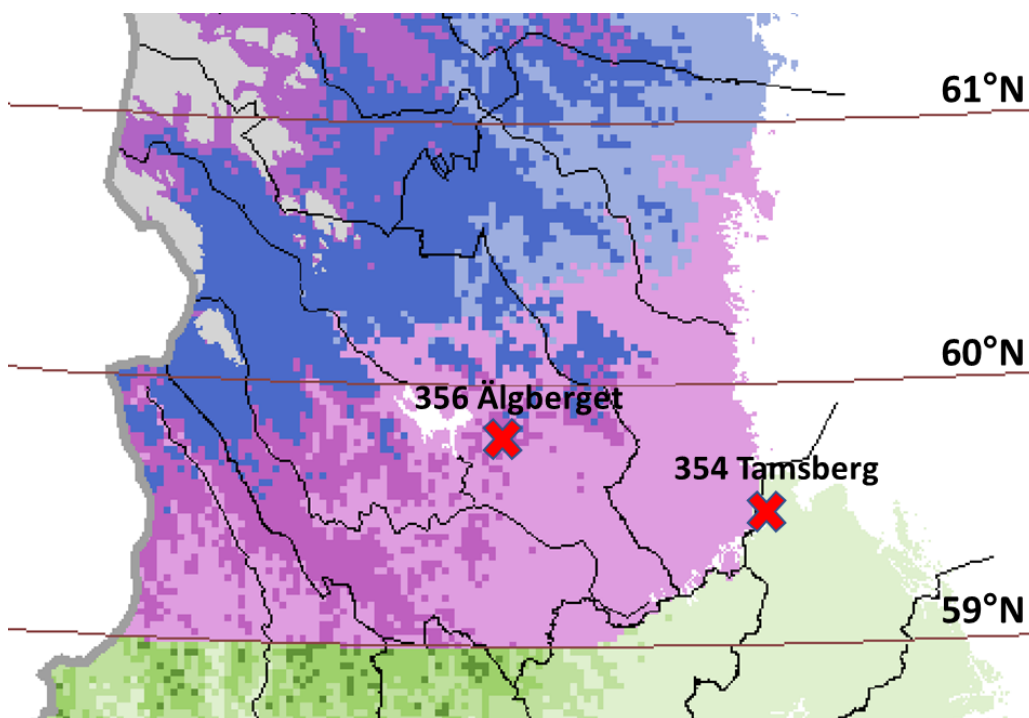
När denna rapport skrivs börjar plantor från TreO-fröodlingar vara kommersiellt tillgängliga vilket gör studien synnerligen aktuell. Resultaten från studien visar att de olika testsorterna i huvudsak presterar som förväntat och försöksdesignen medger att det går att se effekten av den genetiska vinsten med blotta ögat. Studien visar också på vikten av att använda rätt skogsodlingsmaterial på rätt plats för att undvika skador. I det här fallet har sen vårfrost drabbat vissa försöksytor och sannolikt medfört toppstörningar och kvalitetssänkande skador. Genom att välja skogsodlingsmaterial med en bättre anpassad tillväxttrytm kan sådana skador undvikas samtidigt som den genetiska tillväxtvinsten bibehålls.

Material och metoder

Fältförsök och testsorter

Syftet med försöken är att demonstrera skillnader i prestation mellan fyra sorter som representerar olika praktiska föryngringsmaterial för granzon 5 med skilda genetiska vinstnivåer (tabell 1).

2015 anlades två granförsöksytorna i Mellansverige inom granzon 5 (figur 1).



Figur 1: De två granförsöksytorna markerade på en karta med nuvarande zonindelning för gran. Zon 5 är den lila del som i huvudsak ligger mellan latitud 59°N och 60°N men som också går upp mot latitud 61°N längs kusten (Rosvall 2003).

Figure 1: The two Norway spruce trial sites on a background of the current seed zones for Norway spruce. Zone 5 is the purple area mainly between latitude 59°N and 60°N but also up to latitude 61°N along the coastline (Rosvall 2003).

Som referensnivå, motsvarande oförädlad lokalt bestånd, användes insamlad frö från ett bestånd i Ängelsfors, som ligger mellan Hofors och Falun, mitt i zon 5. De två fröplantagerna som ingår i studien är mycket väl använda inom granzon 5. Då det vid tillfället för försökanläggningen inte fanns någon TreO-plantage i produktion för zon 5, simulerades en sådan genom att så upp en bulk av korsningar mellan föräldrar vars prestation ungefärligen antas motsvara en fröskörd från en TreO-plantage (Haapanen m.fl. 2016).

Tabell 1: De fyra frösorser som använts i försöken. Genetisk vinstnivå motsvarar den teoretiskt förväntade vinsten i arealproduktion över en omloppstid (Rosvall m.fl. 2001).

Table 1: The four test entries used in the field trials. Genetic gain level (1) represents the theoretical improvement in per hectare volume production over a rotation (Rosvall et al 2001).

| Namn | Materialtyp | Genetisk vinstnivå ¹ |
|---------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Ängelsfors | Oförädlat beståndsfrö | 0 % |
| Rörby | EttO-fröplantage | 10 % |
| Ålbrunna | TvåO-fröplantage | 15 % |
| Helsyskonkorsningar | Simulerad TreO-fröplantage | 25 % |

Designen skiljde sig åt mellan försöksytorna

- I 356 Älgberget anlades flerträdsparcer och upprepningar.
- I 354 Tamsberg, fördelades plantorna mellan en reguljär försöksdel med enträdsparcer och helt randomiserad yta (354f) och en ren demonstrationsyta utan upprepningar (354d) (tabell 2).

Tabell 2: De tre försöksytorna med sin respektive design. 354f Tamsberg är anlagt med en fullständig randomiserad design med enträdsparcer. 354d Tamsberg och 356 Älgberget är anlagda som flerträdsparcelförsök där 354d är en ren demonstrationsdel utan upprepningar och 356 har upprepningar.

Table 2: The three field trial parts with their respective design. 354f Tamsberg has a completely randomised design with single tree plots¹. 354d Tamsberg and 356 Älgberget are established as multiple tree plots¹ where 354d is a demonstration plot without replicates and 356 has replicates².

| Försöksnamn | Parcellstorlek ¹ | Upprepningar ² | Antal plantor |
|---------------|-----------------------------|---------------------------|---------------|
| 354f Tamsberg | 1 x 1 | 11 ytor | 819 |
| 354d Tamsberg | 8 x 12 | 1 | 384 |
| 356 Älgberget | 7 x 7 | 4 | 815 |

Mätdata och beräkningar

Hösten 2023 hade plantorna i försöken växt nio fältsäsonger, vilket med råge motsvarar tidpunkten för en förstamätning inom det operativa förädlingsarbetet. Höjd, överlevnad och eventuella skador mättes in under oktober/november 2023. De enda skador som förekom i större omfattning var dubbelstammar och flertoppighet. Dessa slogs samman till en enda skadetyp ”flerstam/topp” då orsaken till skadorna antas vara densamma. Fokus för denna analys har alltså legat på höjd, överlevnad och skadan ”flerstam/topp”.

Då försöksdesignen är så olika mellan ytorna används här rena medelvärden för sorterna för att på ett enkelt sätt kunna jämföra resultaten för enskilda försök och sammanslaget över alla försöksytor. Den relativa tillväxten räknades ut i förhållande till det oförädlade beståndsfröet vilket sattes till referensnivå 100. Sålunda betyder värdet 115 att sorten växer 15 procent bättre än oförädlat beståndsfrö. Systemet har valts för att motsvara

Plantvals¹ rangordningsindex. Vid analysen över försöksdelar har den totala relativa tillväxten för en sort räknats ut som ett medelvärde över alla försöksdelar viktat med antalet levande träd i försöksdelarna.

Resultat

Resultat per försöksdel

I 354f Tamsberg rangordnar sig sorterna som förväntat i tillväxt även om sort Ålbrunna presterar något bättre än förväntat (tabell 3). Överlevnaden är generellt hög och skillnader mellan sorterna saknas. Skador i form av flerstam/topp ligger på 10-15 procent, även här utan större skillnader mellan sorterna.

Tabell 3: Höjdtillväxt, överlevnad och skador av flerstam/topp i 354f Tamsberg.

Table 3: Height growth¹, survival² and double stems/tops³ in 354f Tamsberg.

| Försöksled | Höjd (cm) ¹ | Relativ höjd | % levande ² | % flerstam/topp ³ |
|------------------------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------------|
| Beståndsfrö - Ängelsfors | 169,0 | 100 | 86,0 | 10,5 |
| EttO-plantage - Rörby | 191,2 | 113 | 85,5 | 15,0 |
| TvåO-plantage - Ålbrunna | 209,2 | 124 | 86,2 | 13,2 |
| "TreO" - helsyskonkorsningar | 218,5 | 129 | 84,3 | 12,1 |
| | 201,2 | | 85,5 | 13,1 |

Även i 354d Tamsberg rangordnar sig sorterna som förväntat i tillväxt men här växer sorterna Ålbrunna och Helsyskon betydligt bättre än förväntat (tabell 4). Överlevnaden är klart lägre med sämst överlevnad på knappa 60 procent för sorterna Beståndsfrö och Rörby medan Helsyskon är klart bäst med 74 procent överlevnad. Registrerade skador av flerstam/topp ligger på en hög nivå där sorten Helsyskon sticker ut med mer än hälften av träden skadade.

Tabell 4: Höjdtillväxt, överlevnad och skador av flerstam/topp i 354d Tamsberg.

Table 4: Height growth¹, survival² and double stems/tops³ in 354d Tamsberg.

| Försöksled | Höjd (cm) ¹ | Relativ höjd | % levande ² | % flerstam/topp ³ |
|------------------------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------------|
| Beståndsfrö - Ängelsfors | 182,3 | 100 | 59,4 | 26,3 |
| EttO-plantage - Rörby | 209,1 | 115 | 57,3 | 20,0 |
| TvåO-plantage - Ålbrunna | 306,2 | 168 | 65,6 | 19,0 |
| "TreO" - helsyskonkorsningar | 409,2 | 224 | 74,0 | 56,3 |
| | 285,5 | | 64,1 | 31,7 |

I försöksytan 356 Älgberget rangordnar sig alla sorterna som förväntat i tillväxt utom Rörby som växer lite sämre än beståndsfröet Ängelsfors (tabell 5). Överlevnaden är

¹ <https://www.skogforsk.se/produkter-och-evenemang/verktyg/plantval/>

väldigt hög utan skillnader mellan sorterna. Skadorna i form av flerstem/topp ligger på en mycket låg nivå, även den utan större skillnader mellan sorterna.

Tabell 5: Höjdtillväxt, överlevnad och skador av flerstem/topp i 356 Älgberget

Table 5: Height growth¹, survival² and double stems/tops³ in 356 Älgberget

| Försöksled | Höjd (cm) ¹ | Relativ höjd | % levande ² | % flerstem/topp ³ |
|------------------------------|------------------------|--------------|------------------------|------------------------------|
| Beståndsfrö - Ängelsfors | 215,3 | 100 | 97,0 | 3,0 |
| EttO-plantage - Rörby | 206,5 | 96 | 96,1 | 1,5 |
| TvåO-plantage - Ålbrunna | 240,2 | 112 | 93,5 | 2,7 |
| "TreO" - helsyskonkorsningar | 278,8 | 129 | 96,6 | 5,0 |
| | 235,4 | | 95,8 | 3,1 |

Samlade resultat över alla försöksdelar

Eftersom 354d Tamsberg inte är ett egentligt försök då det inte har några upprepningar, redovisas den samlade analysen både med (Med demo) och utan (Utan demo) denna försöksdel där den senare får anses vara den mest rättvisande bilden av sorternas inbördes prestation. Utan demodelen följer sorterna mycket väl de förväntade nivåerna gällande tillväxt, även om Rörby presterar en aning sämre än förväntat och Ålbrunna/Helsyskon något bättre. Även om det finns en viss tendens att beståndsfröet har marginellt bättre överlevnad och skadebild, är detta utan praktisk betydelse givet den generellt höga överlevnaden och låga skadenivån (tabell 6). Då även demodelen räknas med, slår en del av den försöksytans effekter igenom på totalen även om de huvudsakliga slutsatserna i mångt och mycket kvarstår.

Tabell 6: Relativ höjdtillväxt (Rel H), överlevnad (Lev) och skador av flerstem/topp (Dbst) sammanställt över 354f och 356 (Utan demo) samt 354f, 354d och 356 (Med demo).

Table 6: Relative height growth (Rel H), survival (Lev) and damages of double stems/tops (Dbst) averaged over 354f and 356 (Utan demo) and averaged over 354f, 354d & 356 (Med demo).

| Försöksled | Utan demo | | | Med demo | | |
|------------------------------|------------|-------------|------------|----------|-------|--------|
| | Rel H | % Lev | % Dbst | Rel H | % Lev | % Dbst |
| Beståndsfrö - Ängelsfors | 100 | 93,4 | 5,3 | 100 | 85,2 | 8,8 |
| EttO-plantage - Rörby | 105 | 90,3 | 8,6 | 106 | 84,5 | 9,9 |
| TvåO-plantage - Ålbrunna | 118 | 89,5 | 8,4 | 125 | 85,3 | 9,8 |
| "TreO" - helsyskonkorsningar | 129 | 90,3 | 8,4 | 144 | 87,3 | 15,9 |

Diskussion

Försöksseriens syfte var att demonstrera skillnader mellan olika praktiska skogsodlingsmaterial för granzon 5. Vid denna tidiga mätning har de olika sorterna i huvudsak presterat som förväntat, vilket är glädjande och stärker kunskapsläget om att de genetiska vinsterna som teoretiskt beräknats också materialiserar sig i praktisk föryngring. Även om sorternas prestation skiljer sig något från förväntade nivåer är detta inte förvånande eftersom det är enskilda bestånd eller fröpartier från fröodlingar som endast testats på ett fåtal platser. Givet detta är studiens resultat, både gällande tillväxt och överlevnad, mycket goda och överensstämmer väl med andra studier (Liziniwicz & Berlin 2019, Liziniwicz m.fl. 2019). Tidigare höjdmätningar, som är använda i den här studien, har också visat sig ge en bra skattning av volymproduktion under senare delar av omloppstiden, vilket är den egenskap som egentligen eftersträvas (Liziniwicz m.fl. 2018).

Ett resultat som behöver lyftas är att försöksdelarna i Tamsberg har en betydligt högre andel skador av dubbelstam/topp än det i Älgberget. En potentiell förklaring är att plantmaterialen som testats är anpassade för granzon 5, vilket innebär att de ska ha en så kallad intermediär skottskjutning/invintring för att undvika skador av höstfroster, som kan förekomma inom frözonen. Det här innebär dock att skottskjutningen på våren kan komma att vara så tidig att plantorna exponeras för sena vårfroster, vilket är vanligt förekommande i den något sydligare granzon 6. Försöken i Tamsberg ligger på gränsen mellan granzon 5 & 6 (se figur 1) och dessutom på en flack, öppen mark (gammal åkermark omgiven av nya hyggen) som sannolikt är behäftad med risk för sen vårfrost. Omfattande skador av sen vårfrost observerades i Tamsberg sommaren 2016 och det är sannolikt att vårfrostskador har kunnat vara återkommande i båda dessa försök (figur 2). Skador av vårfrost, särskilt upprepade sådana, har visat sig ha en tydlig koppling till dubbelstammar och dubbeltoppar (Hannerz m.fl. 1999) vilket troligen har spelat en betydande roll i skadefrekvensen i detta försök.

Försöket i Älgberget ligger mitt i granzon 5 på en plats där inga sena vårfroster är att vänta. Där är frekvensen dubbeltoppar/stammar obetydlig. Sammantaget pekar detta på att skadebilden i Tamsberg inte är representativ för granzon 5 utan snarare bör representeras av utfallet i Älgberget. I den totala analysen är dock skadebilden låg med små skillnader mellan sorter. Resultaten i den här studien tydliggör vikten av att noga tänka över vilken tillväxtrytm/skottskjutning som skogsodlingsmaterialet har och undvika att använda plantor avsedda för granzon 5 om det finns risk för sen vårfrost. Praktisk information om tillgängliga fröodlingars skottskjutning och risken för frostskaador finns i verktyget Plantval².

² <https://www.skogforsk.se/produkter-och-evenemang/verktyg/plantval-gran/faq/>



Figur 2: Plantor skadade av sen vårfrost i 354d (vänster) och 354f (höger) i Tamsberg sommaren 2016.
Foto: Mats Berlin

Figure 2: Seedlings damaged by late spring frost at 354d (left) and 354f (right) at Tamsberg during the summer of 2016. Photo: Mats Berlin

Demoytan i 354 Tamsberg är anlagd som större flerträdsparceller utan upprepningar och innebär att sorternas prestation inte kan särskiljas från påverkan av olika miljöförhållanden i parcellerna, vilket gör att man vanligtvis inte använder sådana ytor i beräkningar av prestation. I det här fallet kommer demoytan att förevisas, därför spekuleras här i varför resultaten ser ut som de gör. För det första verkar det finnas en markgradient i försöksdelen med sämre förhållanden för sorterna Ängelsfors och Rörby och bättre förhållanden för Åbrunna och Hellsyskon vilket gör att sortskillnaderna överdrivs. Tesen stärks av att medelhöjden för Ängelsfors och Rörby ligger på ca 2 meter, vilket är liknande siffror som i de andra försöksdelarna, medan medelhöjden är avsevärt högre för Åbrunna och särskilt Hellsyskon jämfört med parallellförsöken. Den höga mortaliteten i försöksdelen är inte representativ jämfört med nivåerna i de andra försöksdelarna. Det kan ha att göra med att ytan ligger helt öppet på en gammal åkermark utan skyddande björksly eller skogskanter i närheten, varvid frostillfällena kan bli mer frekventa och så allvarliga att det kan leda till avgångar. Om detta är en bidragande faktor till mortaliteten kan det också delvis förklara skillnaderna i skador av dubbelstam/topp mellan sorterna då Hellsyskon, som hade högst andel skador, hade en betydligt högre överlevnad än sorterna Ängelsfors och Rörby. Hade fler träd av sorterna Ängelsfors och Rörby överlevt sina frostsador hade de sannolikt haft en betydligt högre andel dubbelstam/topp som nu inte registrerats eftersom träden dött.

Två andra faktorer som kan ha spelat in på både mortalitet och skadebild är viltskador och torrsommaren 2018. Skador av rådjursfejning observerades till exempel 2018 och 2019 i vissa parceller vilket lett till att sorterna kan ha skadats/dödats olika mycket. Den torra sommaren 2018 kan också ha bidragit till avgångar hos plantor som varit nedsatta och/eller om markgradienten inneburit sämre vattentillgång för vissa parceller/sorter.

Generellt är det värt att påtala vikten av att ha upprepningar i försök så att den här typen av miljöstörningar går att särskilja från sorternas prestation.

Avslutningsvis är det av stor vikt att kunna anlägga försök med jämna mellanrum för att kunna beräkna prestation på praktiska skogsodlingsmaterial och för att kunna demonstrera och synliggöra dessa skillnader i specialdesignade försök. Försöket 356 Älgberget med sin kombinerade försöksdesign med upprepningar och flerträdsparcer är ett försök att tillgodose båda behov samtidigt men den här försöksserien visar att andra alternativ också kan vara gångbara så länge som åtminstone något av försöken i serien är designat för att kunna räkna på sortskillnader.

Referenser

- Haapanen, M., Hynynen, J., Ruotsalainen, S., Siipilehto, J., & Kilpeläinen, M-L. 2016. Realised and projected gains in growth, quality and simulated yield of genetically improved Scots pine in southern Finland, *European Journal of Forest Research*.
- Hannerz, M., Sonesson, J., & I. Ekberg. 1999. Genetic correlations between growth and growth rhythm observed in a short-term test and performance in long-term field trials of Norway Spruce, *Canadian Journal of Forest Research*, 29: 768-78.
- Liziniwicz M., Berlin M., & Karlsson B. 2018. Early assessments are reliable indicators for future volume production in Norway spruce (*Picea abies L. Karst*) genetic field trials *Forest Ecology and Management* 411:75-81
doi:10.1016/j.foreco.2018.01.015
- Liziniwicz M., & Berlin M. 2019. Differences in growth and areal production between Norway spruce (*Picea abies L. Karst*) regeneration material representing different levels of genetic improvement *Forest Ecology and Management* 435:158-169
doi:10.1016/j.foreco.2018.12.044
- Liziniwicz M., Karlsson B., & Helmersson A. 2019. Improved varieties perform well in realized genetic gain trials with Norway spruce seed sources in southern Sweden *Scandinavian Journal of Forest Research* 34(8).
doi:10.1080/02827581.2019.1622035
- Rosvall, O. 2003. Zon- och ägarvisa plantagearealer för tredje omgången fröplantager i Sverige, Skogforsk, Arbetsrapport Nr 549, 42 s.
- Rosvall, O., Jansson, G., Andersson, B., Ericsson, T., Karlsson, B., Sonesson, J., & Stener, L-G. 2001. Genetic gain from present and future seed orchards and clone mixes, Skogforsk, Redogörelse nr. 1, 2001. 41 s.