



**Kandidatarbeten  
i skogsvetenskap**  
Fakulteten för skogsvetenskap

**2015:32**

## Etablering och tillväxt av Douglasgran i ett proveniensförsök i södra Sverige

*Establishment and growth of Douglas-fir in a provenance experiment in  
southern Sweden*



Foto: Magnus Persson

**Magnus Persson**

---

Sveriges Lantbruksuniversitet  
Institutionen för skogens ekologi och skötsel  
Kandidatarbete i skogsvetenskap, 15 hp,  
Handledare: Ulf Johansson, SLU, Enheten för Skoglig fältforskning Tönnersjöheden  
Bitr handledare: Tommy Mörling, SLU, Inst för Skogens ekologi och skötsel  
Examinator: Tommy Mörling, SLU, Inst Skogens ekologi och skötsel

Program: Jägmästarprogrammet

Kurs: EX0592 Nivå: G2E

Umeå 2015



# Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap,  
Sveriges lantbruksuniversitet

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Magnus Persson
Titel, Sv	Etablering och tillväxt av Douglasgran i ett proveniensförsök i södra Sverige
Titel, Eng	<i>Establishment and growth of Douglas-fir in a provenance experiment in southern Sweden</i>
Nyckelord/ Keywords	<i>Pseudotsuga menziesii, proveniens, frost, överlevnad, inland, kust / Pseudotsuga menziesii, provenance, frost, survival, interior, coastal</i>
Handledare/Supervisor	<i>Ulf Johansson, SLU, Enheten för skoglig fältforskning Tönnersjöhedens försökspark. Tommy Mörling, SLU, inst skogen ekologi och skötsel.</i>
Examinator/Examiner	Tommy Mörling Institutionen för skogens ekologi och skötsel/ Department of Forest Ecology and Management
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2015

## **SAMMANFATTNING**

I denna studie utvärderades ett proveniensförsök med douglasgran som anlades 2010 på Tönnersjöhedens försökspark, SLU i samarbete med Södra Skog. Syftet var att utreda skadebilden, tillväxten och avgång efter tre tillväxtsåsonger för 7 olika provenienser av Douglasgran, och genom statistiska analyser peka på skillnader i mellan kust-och inlandsprovenienser.

Försöksytan är ett randomiserat blockförsök med tre block på samma lokal. Frömaterialet kommer från British Columbias kust och inland. Försöksytan inventerades våren 2010, hösten 2010, hösten 2011 och våren 2013. Höjd, toppskottslängd, skadetyper, skadans omfattning och avgång mättes.

Denna studie visade på liknande genomsnittliga överlevnad som för Owe Martinssons försöksserie. Kustprovenienser hade genomgående lägre överlevnad jämfört med inlandsprovenienser men högre tillväxt. Skadebilden dominerades i denna studie av frostsador, dock utan att kunna påvisa typ och när på säsongen det skedde. Frostskadans typ bör framgå vid framtida liknande försök för att kunna göra mer detaljerade analyser.

Nyckelord: Pseudotsuga menziesii, proveniens, frost, överlevnad, inland, kust

## **ABSTRACT**

This study evaluated a provenance experiment with Douglas fir, established in 2010 at Tönnersjöheden Experimental Forest, SLU in cooperation with the Södra Skog. The experiment included seven provenances that were analyzed in two groups, coastal and interior provenances.

The trial-site is a randomized block design with three blocks on the same premises. The seed comes from the British Columbia Coast and hinterland. Trial-sites were surveyed in spring 2010, fall 2010, fall 2011 and spring 2013. Height, top shoot length, type of injury, extent of damage and the departure was measured.

This study shows similar average survival for Owe Martinson trial series. Coastal provenances had consistently lower survival compared with interior provenances but higher growth. The damage was characterized in this study of frost damage, but without being able to show the type and when the season it happened. Frost injury type should be evident in future similar attempts to make more detailed analyzes.

Keywords: *Pseudotsuga menziesii*, provenance, frost, survival, interior, coastal

# INLEDNING

## Bakgrund

Douglasgranen (*Pseudotsuga menziesii* [Mirb.]) härrör från Nordamerikas västkust och har ett stort utbredningsområde i både altitud och latitud (**Figur 1**). Arten uppmärksammades för omkring 200 år sedan av biologen Archibald Menzies på Vancouver Island utanför British Columbias kust. Efter upptäckten rådde det oenighet om vilket släkte trädet tillhörde och diskussionen kretsade både mellan gran, hemlock, silvergran och tall. Först 1825 blev den artbestämd av den skotske botanisten David Douglas, vilket resulterade i en nya art vid namn *Pseudotsuga menziesii*, i folkmun kallad Douglas-fir (svensk översättning: Douglasgran) (Vidakovic, 1991).

År 1827 importerades frö från douglasgran till Europa och har använts i skogsbruket i över 100 år. I Frankrike och Tyskland är det ett av de mest använda av de införda trädslagen.



**Figur 1.** Douglasgranensutbredning i Nordamerika. (Wallertz, et al., 2013)

**Figure 1.** Geographic distribution of Douglasfir in North America (Wallertz, et al., 2013).

Douglasgranen som avverkas i de gamla skogarna i USA säljs som "Oregon pine" och virket är mycket värdefullt då äldre träd kan uppnå 80 m höjd och har en stor andel kvistfritt virke. Douglasgran anses vara ett möjligt komplement till skogsbruket i Sverige, då det med framgång odlats på Europeiska kontinenten under en lång tid.

I Sverige är marknaden för virket av douglasgran begränsad då tillgången och efterfrågan på trädslaget är låg (Hansson, 2014). Idag vidareförädlar specialiserade sågverk högkvalitativt virke men det är ofta enstaka order med små volymer och kravet på råvarans kvalitet är högt. Fördelen är att priset på sågtimmer av god kvalitet är betydligt högre än för tall och gran. Södra Cell i

Mörrium tar emot Douglasgran som massaved i små volymer och blandar in det i ordinarie barrmassavedsortiment.

Marknaden för Douglasgran är större i Danmark än i Sverige och är starkt etablerad på den franska och tyska där douglasgran anses vara ett av de vanligast sågade barrträdslagen. Enligt en marknadsundersökning (Hansson, 2014) är utländska aktörer positiva till att köpa svenskodlad Douglasgran i framtiden.

## Varieteter och biologi

Arten delas in i två varieteter (Vidakovic, 1991). (Utbredning se fig 1):

1. Kustvariant - *P. menziesii* var. *Viridis* – ”grön Douglasgran”. Utbredningsområdet är längs kustbergen på Stillahavskusten i Nordamerika (Kalifornien, Oregon, Washington och British Columbia).
2. Inlandsvariant
  - a. *P. menziesii* var. *Glauca* – ”blå Douglasgran”. Härrör från höga höjder i Klippiga bergen och ner till centrala Mexiko.
  - b. *P. menziesii* var. *Caesia* – ”grå Douglasgran”. En intermediär art som förekommer i British Columbia öster om kustbergen och norra Klippiga bergen.

Douglasgranen är en sk sub-klimaxart; dvs den är varken utpräglad pionjär- eller sekundärart utan intermediär (Malmquist, *pers.com*). Arten är skuggtålig i plantstadiet men kräver mer ljus och utrymme ju större den blir. Den förnygrar sig både under etablerade bestånd och efter störningar exv. brand. Artens stora utbredningsområden i latitud och altitud tyder på en stor inneboende morfologisk och fysiologisk förmåga att anpassa sig till nya växtförhållanden (Karlberg, 1961). Arten har en stor spännvidd i altitud och växer från 0 – 1800 m ö h.

Vid skogsodling i Sverige bör Douglasgranen planteras på frisk mark av medelgod bonitet och högre (Malmquist, *pers.com*). Tumregel är på ”granmark” men inte de fuktigaste och ”tallmark” men inte för torrt. Plantering rekommenderas ske i sluttningar, men inte i svackor för att undvika frostsador. (Stål, 2009).

## Skadebild

Skadebilden (typ, frekvens och intensitet) hos Douglasgran liknar den på vanlig gran (*Picea abies* L.Karst) (Arvidsson, 2006). I etableringsfasen förekommer skador av snytbagge, viltbete samt tork- och frostsador. I södra Sverige angriper rotröta (p-formen) med ökad ålder.

## Svamp

Skyttesvampen (*Rhabdocline pseudotsugae*) går specifikt på Douglasgran och angriper under hela trädets livstid. Enligt (Karlberg, 1961) är *Vridis* typen mindre mottaglig för douglasgranens skyttesvamp och har mindre problem med frostsador.

## Vindtålighet

Douglasgranen är mer stormkänslig i ungdomen i jämförelse med gran, men får ett bättre utvecklat rotsystem med ökad ålder och blir därför mer stabil med korrekt utförda gallringar (Karlberg, 1961). Av denna anledning valde vissa skogsägare att plantera Douglasgran efter stormen Gudrun 2005 (Svensson, 2011).

## Frostskador

Frostskador förekommer på gran och Douglasgran och påverkar överlevnad och tillväxt (Malmquist, *pers.com*). Ett dilemma med etablering av Douglasgran är att man inte kommit så långt i urvalet av provenienser till föryngringar som klarar av frostskadeproblemen i Sverige.

Processen då plantan går från total vila till tillväxtstadiet styrs olika abiotiska faktorer som triggar fysiologiska reaktioner i plantan, och alla är inte kartlagda. Dock visar forskningen att lokalklimatet påverkar. Perioden för invintring och tillväxtavslutning är då plantan är som mest utsatt för frostskador då skotten inte är härdade och vädret varierar mest.

Tillväxtavslutning initieras delvis av temperatursänkningar men till största del av den kritiska nattlängden. Tröskelvärde för nattlängden uppnås efter midsommar och därefter härdas plantan gradvis till dess att plantan invintrat helt. Knoppsättning sker under tidig höst.

Tillväxtstarten inleds på vår-vintern då plantan bryter vintervilan och skotten mognar. Avhärdningen sker gradvis och skottskjutningen sker under våren. Avhärdningen och skottskjutning styrs främst av att en temperatursumma skall uppnås. Tröskelvärde för nattlängd och temperatursumman skiljer mellan provenienser och populationer och gör dem olika mottagliga för frost.

Mottagligheten för frostskador är inte enbart kopplat till geografiskt avstånd till kusten och latitud utan beror även på lokalklimatet (bla medeltemperatur, humiditet, nattlängd och instrålning) (Bigras & Colombo, 2001). Ståndortsförhållanden i Douglasgranens utbredningsområden varierar mycket och populationer har under en lång tid selekterats och anpassats till det rådande lokalklimatet. Därför kan tidpunkten för knoppskjutning och tillväxtavslutning skilja även mellan populationer som befinner sig geografiskt nära varandra men på olika höjd över havet. Det leder till anpassningar som maximerar tillväxt i förhållande till skador för populationens specifika utbredningsområde och kan leda till att sämre överlevnad om föryngring sker på en annan ståndort.

Enligt (Darychuk, et al., 2012) finns det en samband mellan vinterhärdighet och tillväxt för provenienser. Provenienser från inlandet har selekterats mot att klara av frostproblematiken i inlandet och på höga höjder. Konsekvensen blir att de har en kortare tillväxtsång. Generellt har provenienser närmare kusten inte haft lika mycket problem med frostskador. Därför drabbas kustprovenienser i större utsträckning utsatt för höstfrost och vinterskador än inlandsprovenienser (Lemoine & Wirtén, 1988).

En annan skadetyper som förekommer hos Douglasgranen, och även på vanlig gran, är frystorka (Hannertz, 1994). Frystorka uppstår tidigt på våren då plantan står i knopp och innan skottskjutningen initierats. Om lufttemperaturen ökar och håller sig kvar i några dagar medan tjälen är kvar i marken börjar växten transpirera utan att kunna tillgodose vätskeförsörjningen. Detta kan leda till att hela plantan får rödbruna barr vilket kan sänka tillväxten och i värsta fall kan plantan dö. Effekten förstärks om det blåser samtidigt och drabbar såväl plantor som äldre träd.

## Tidigare studier

Radvis plantering med varannan douglasgran och varannan hybridlärk rekommenderas vid beståndsanläggning i södra Sverige (Wallertz, et al., 2013). Hybridlärkens snabba ungdomstillväxt syftar till att via skärmeffekt ge Douglasgranen ett gynnsamt mikroklimat. En annan fördel med blandbestånd är att beståndet kan röjas till ett rent lärkbestånd och på så sätt vidmakthålla produktionen om föryngringen med Douglasgran misslyckas (Karlsson, 2007).

Forskningsresultat från Sverige visar både positiva och negativa resultat av skärmens effekt på föryngringen av Douglasgran. I ett examensarbete (Magnusson, 2004) med föryngring av gran, tall, douglasgran och bok under högskärm (gles alt tät) jämfördes överlevnad och tillväxt med plantering på kalytor (referensyta). Av de fyra trädslagen påverkade douglasgranen mest negativt av skärmen. Efter 11 år var höjdtillväxten 40 % lägre i skärmytorna än på kalytorna. Dessutom var överlevnaden 66 % på kalytan och 36 % under den glesa skärmen och 51 % under den täta skärmen. I en annan studie minskade mortaliteten (Karlsson, et al., 2010). I denna studie användes lågskärm av björk och planterades samtidigt som Douglasgranen. Resultatet visade att sprötkvistandelen på plantorna minskade och att skottskador minskade, förmodligen beroende på lägre förekomst av frostsador.

Owe Martinsson anlade på 1990-talet ett nationellt kombinerat proveniens- och avkommeförsök med Douglasgran i Sverige som syftade till att undersöka frömaterialet från det naturliga utbredningsområdet på Stillahavskusten i Nordamerika (Martinsson & Kollenmark, 1993). Frömaterialet kom från ett stort geografisk område och bestod av provenienser både från kust och inland. Försöket omfattade 6 lokaler varav 3 i södra Sverige och 3 i norra Sverige. Efter två tillväxtsåsonger hade douglasgranen på lokalerna i södra Sverige i många fall högre överlevnad än gran, ofta runt 96 % men något lägre tillväxt. I norra Sverige varierade överlevnaden mer bland provenienserna.

Resultatet nio år efter plantering i samma försöksserie (Martinsson & Kollenmark, 2001) visade att provenienser av den ”grå” varieteten från inlandet i British Columbia lämpade sig bäst för det svenska klimatet. Ju längre norrut i Sverige man avser att plantera Douglasgranen desto nordligare provenienser och från högre altituder skall användas för att få en bra överlevnad och tillväxt.

I den senaste rapporten (19 år efter etablering) från det nationella proveniens- och avkommeförsöket (Karlsson, et al., 2010) dras följande slutsatser:

- Kustprovenienser hade högre tillväxt än inlandsprovenienser men var känsligare för höstfrost. Dock var de mindre känsliga för douglasgranens skyttesvamp.
- Egenskaperna varierade mycket men det var svårt att välja ut enskilda provenienser till fortsatt förädling. Urvalet bör därför ske mellan familjer och syskon inom provenienser.

## Syftet med denna studie

SLU anlade 2009 och 2010 i samarbete med Södra Skog odlingstester och proveniensförsök med douglasgran. Proveniensförsöken anlades i försöksparkerna Asa i Småland och Tönnersjöheden i Halland och odlingstesterna runt om i hela Götaland. Syftet var att på kort sikt studera etablering (överlevnad, tillväxt och skador) i olika klimatförhållanden och långsiktig produktion med



avseende på virkeskvalitet och volymproduktion. Proveniensförsöken anlades som randomiserade blockförsök.

Detta kandidatarbete syftade till att utvärdera resultaten för tre tillväxtperioder för proveniensförsöken. Asa-försöket utnyttjades inte då det drabbades av frostsador vintern 2011/2012 och därför nedlades.

Tillväxten sägs vara högre för kustprovenienserna än för inlandsprovenienserna på samma breddgrad (Bigras & Colombo, 2001). Min hypotes är att det är högre tillväxt men lägre överlevnad hos kustprovenienserna eftersom att de har en längre tillväxtperiod och sträcker sig längre in på hösten. Resultaten från tidigare försök med Douglasgran i Sverige förekommer frostsador i båda proveniensgrupperna men mest bland kustprovenienserna (Karlsson, et al., 2010). Finns det en statistisk skillnad mellan proveniensgrupperna?

Litteraturen som studerats visar på att det finns ett samband mellan frostsadefrekvensen och hög tillväxt för provenienserna och/eller proveniensgrupperna (Bigras & Colombo, 2001). Kan det påvisas i denna studie?

# MATERIAL OCH METODER

## Frömaterial

Frömaterial till proveniensförsöken på Asa och Tönnersjöheden var samma som användes till odlingstesterna som anlades 2009 och 2010. Anskaffningen av frömaterial skedde i samråd med British Columbias statliga skogsträdsförädling, Skogforsk i Ekebo och medarbetare från Kanada. Syftet var att införskaffa frömaterial från både fröplantage och beståndsfrö. Uppodling av plantor genomfördes i Sverige.

Valet av provenienser från BC utfördes genom att jämföra klimatdata (nederbörd, latitud, altitud och temperatursumma) för odlingslokalerna i Sverige med klimatdata för provenienserna i BC. De provenienser som bäst överensstämde med odlingslokalen valdes. Beståndsfrö valdes från vardera 3 provenienser ur kust- respektive inlandsgruppen, samt från en fröplantage vid kusten. (Tabell 1, Figur 2).

Mellanlagring av det införskaffade frömaterial skedde hos Skogforsk i Ekebo. Uppodlingen av plantor skedde hos Odlarna i Falkenberg och ett referensfröparti lagrades i Ekebo. Vitalisering av frömaterial skedde innan insådd och grobarheten testades innan insådd 2007 respektive 2008.

**Tabell 1:** Provenienserna, latitud, longitud, altitud och beräknad grobarhet (Wallertz, et al., 2013).

*Table 1: Provenances, latitude, longitude, altitude and estimated germination (Wallertz, et al., 2013)*

Proveniens-grupp	Proveniens	Latitud	Longitud	Medel altitud (möh)	Min altitud (möh)	Max altitud (möh)
Kust	Ladysmith	48,57 N	123,58 W	549	199	899
Kust	Caycuse River	48,50 N	124,29 W	550	200	900
Kust	Bowser Heaman	49,26 N	124,41 W		Värden saknas	
Kust	Bella Coola	52,25 N	126,15 W	150	1	500
Inland	Larch Hill	50,48 N	119,00 W	670	470	970
Inland	Three Valley	50,55 N	118,27 W	710	510	1010
Inland	Anstey Arms	50,58 N	118,58 W	610	410	910



**Figur 2.** Provenienserernas lokalisering i British Columbia (Wallertz, et al., 2013).

*Figure 2. Geographic location of provenances in British Columbia (Wallertz, et al., 2013).*

## Plantmaterial

Insådd skedde i två omgångar. I första omgången 2007 producerades plantor till de nationella odlingstesterna och den andra omgången till anläggning av bestånd på andra lokaler och delvis hjälpplantering. Den 5 juni 2008 påbörjades andra insådden och syftet var att producera plantor som inte var lika stora vid utplantering som vid första omgången.

## Metod

Försöksytan på Tönnersjöheden består av 24 parceller uppdelade i tre block med 8 parceller per block (Wallertz, et al., 2013). Varje parcell är 40x40 m och i 7 av dem är douglasprovenienserna planterade. Gran är planterad i den 8:e parcellen i varje block och tjänar som referensyta. Försöksytan är hägnad, ligger inom trakt 32A och benämns T237.

Försöksytan ligger 100 m ö h och är måttligt skyddad mot vind då den är omgärdad av andra högre bestånd. Marken är frisk, av sandig-moig morän med mäktigt jorddjup och är odikad. Den årliga nederbörden på försökslokalen är ca 1000 mm. Topografin är svagt sluttande (0 – 5°) mot syd-väst och den sydligaste delen av försöket ligger i en sänka men frostrisken bedöms överlag vara måttlig.

Försöksleden lottades ut på parcellerna i varje block (bilaga 2). I maj 2009 planterades hybridlärk (1/1, fröplantage Maglehem) på varannan rad i 2,5x4 m förband i de 21 parcellerna som avsåg douglasgran. I samma parceller planterades 2010 douglasgran (täckrot) i 2x4 m förband. Plantorna snytbaggebehandlades i fält samma år. Förseningen berodde på att plantorna var slut i plantskolan men avsikten var att de skulle planteras samma år som hybridlärken. Granparcellerna planterades 2012. Hjälpplantering med respektive proveniens skedde 2012.

Revision av försöksytan på Tönnersjöheden skedde direkt efter plantering våren 2010, hösten 2010, hösten 2011 och våren 2013 (Bilaga 1). Referensytorna med gran inventerades ej. Parametrar som dokumenterades:

1. Identitet: Lokal (T237) Tönnersjöheden, parcell 11-18, 21-28, 31-38; rad 3 eller 6; planta 1-18.  
  
Rad 3 och 6 inventerades på alla parceller. Mättraderna hade 20 plantor, den första och sista mättes inte. Mätplantorna markerades i fält.
2. Kontinuerliga variabler (intervalldata): Planthöjd (cm) och årets toppskottslängd (mm).
3. Kategoriska variabler (ordinaldata):
  - a. Snytbaggeskadans omfattning och plantans vitalitetsstadie beroende på skadan.
  - b. Barravfall orsakat av Douglasgranskytte.
  - c. Annan skada än Douglasgranskytte och snytbagge och dess påverkan på plantans vitalitet.
  - d. Vid inventeringen våren 2010 mättes även barksprickor.

Data för varje enskild planta registrerades i Excel och vidare analyser genomfördes i Minitab 17. Analyserna genomfördes inte på proveniensnivå utan mellan proveniensgrupper. Kontinuerliga och kategoriska variabler analyserades med olika analysmetoder eftersom skillnaden i datanivå gjorde att inga analysmetoder fanns att tillgå för att genomföra analys som behandlade båda datanivåer samtidigt. För statistiska analyser av kontinuerliga data gjordes ANOVA-tester och för höjdtillväxten användes General Linear Model (GLM) samt en tilläggs-test för parvisa jämförelser mellan proveniensgrupperna (Tukey Pairwise Comparison). I analysen användes tvåsidigt, 95 % som konfidensnivå.

För analysen av kategoriska data användes Chi-två-tester. Analys-metoden används vanligtvis för att utvärdera flervalssenkäter med antingen kategoriska svar som går att rangordna eller ej. Analysmetoden kan användas för andra syften men datanivån ska vara nominal eller ordinal.

I analysen av kategoriska data jämfördes olika antal variabler. För analysen mellan proveniensgrupperna och en variabel användes metoden Chi-Square-Goodnes-of-fit test. Om det var två eller fler kategorier användes Chi-Square-test-for-association. Nollhypotesen var att det inte fanns något samband mellan variabeln och kategorin. Alternativa hypotesen var att det fanns ett samband och gällde då p-värdet för testet är underskred signifikansnivån. Om testet visade på ett signifikant utslag förkastades nollhypotesen och den alternativa hypotesen gällde. För analys av data där det fanns fler nivåer än två användes. Då genomfördes även jämförelser mellan block.

Ekvation för GLM och Chi-Square:

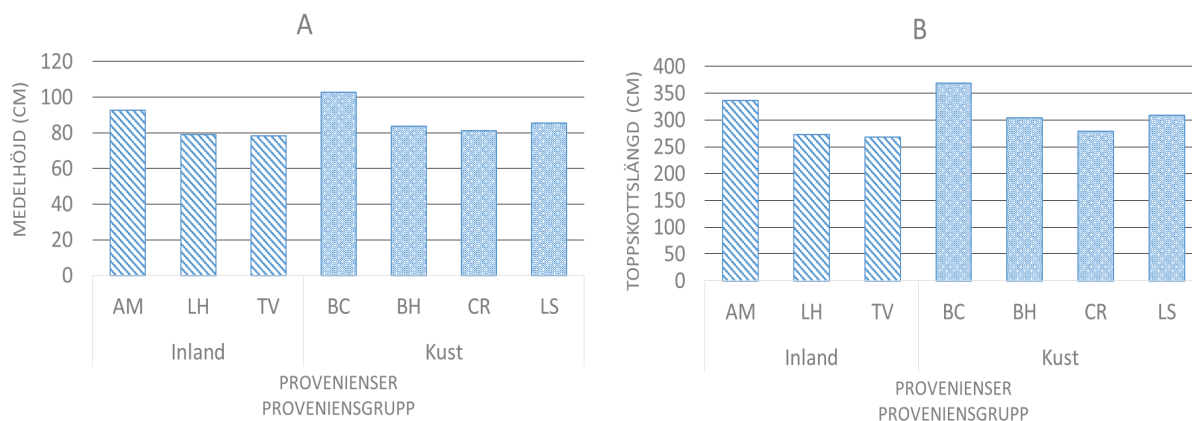
$$Y_{ijm} = \mu + \beta_i + \gamma_{ij} + \varepsilon_{ijm}$$

$\mu$ : medelvärde.  $\beta_i$ : Blockeffekten ( $i = 1 - 3$ ).  $\gamma_{ij}$ : Proveniensgruppseffekten ( $j = 1 - 2$ ).  $\varepsilon_{ijm}$ :

radeffekt ( $m = 3$  eller  $6$ ).

## RESULTAT

Kustprovenienserernas medelhöjd efter tre år var 88,5 cm jämfört med inlandsprovenienserernas medelhöjd 83,6 cm (Figur 3A). P-värdet för skillnaden i medelvärden mellan proveniensgrupperna blev 0,042. Det var ingen signifikant skillnad mellan blocken (p-värde=0,7).

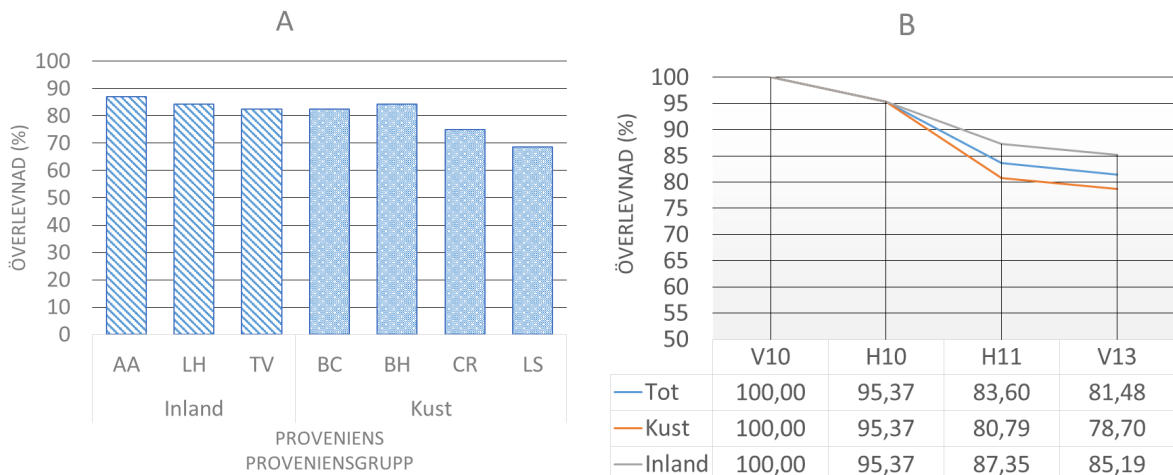


**Figur 3: Höjdtillväxt och toppskottslängd vid inmätning våren 2013. A(vänstra)** Medelhöjd efter tre tillväxtperioder. **B (högra)** Toppskottslängd efter den tredje tillväxtperioden. AA: Ansley Arms, LH: Larch Hill, TV: Three Valley, BC: Bella Coola, BH: Bowser Heaman, CR: Caycuse River, LS: Ladysmith.

**Figure 3: Height Growth and leading shoot length at surveying the spring of 2013. A (left)** Average height after three periods of growth. **B (right)** Topshot length after the third growth period. AA: Ansley Arms, LH: Larch Hill, TV: Three Valley, BC: Bella Coola, BH: Bowser Heaman, CR: Caycuse River, LS: Ladysmith.

Chi-två-test-Goodness-of-fit testet visade på signifikant skillnad i överlevnad efter tre tillväxtperioder mellan proveniensgrupperna med p-värdet 0,001. Kustproveniensererna hade i antal dubbelt så hög avgång som inlandsproveniensererna, 97 st resp 50 st. Ladysmith och Caycuse River hade klart lägre överlevnad än de övriga och de hade sydligast ursprung av kustproveniensererna, förutom Bowser Heaman, (Figur 4 A-BFigur 2).

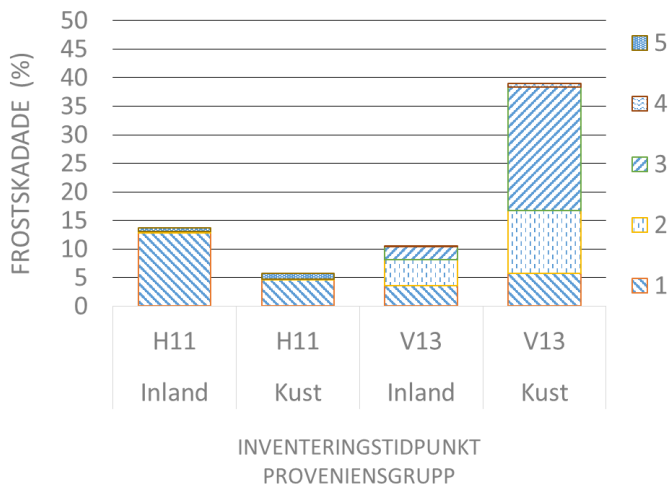
Störst årlig avgång dokumenterades hösten 2011. Mellan inventeringstidpunkterna på hösten 2010 och hösten 2011 dog 89 plantor från båda proveniensgrupperna sammanlagt.



**Figur 4: Överlevnad vid inmätning våren 2013. A (vänstra)** Överlevnad efter tredje tillväxtperioden. Hjälpplantering exkluderad. AA: Ansley Arms, LH: Larch Hill, TV: Three Valley, BC: Bella Coola, BH: Bowser Heaman, CR: Caycuse River, LS: Ladysmith. **B (högra):** Ackumulerad årlig överlevnad för tre tillväxtsäsonger för proveniensgrupperna och total. X-axeln är inventeringstidpunkterna.

**Figure 4: Survival at surveying the spring of 2013. A (left)** Survival after the third growth period. Planting is excluded. AA: Ansley Arms, LH: Larch Hill, TV: Three Valley, BC: Bella Coola, BH: Bowser Heaman, CR: Caycuse River, LS: Ladysmith. **B (right):** Cumulative annual survival for the three growth seasons for provenance groups and total. The X-axis is inventory occasions.

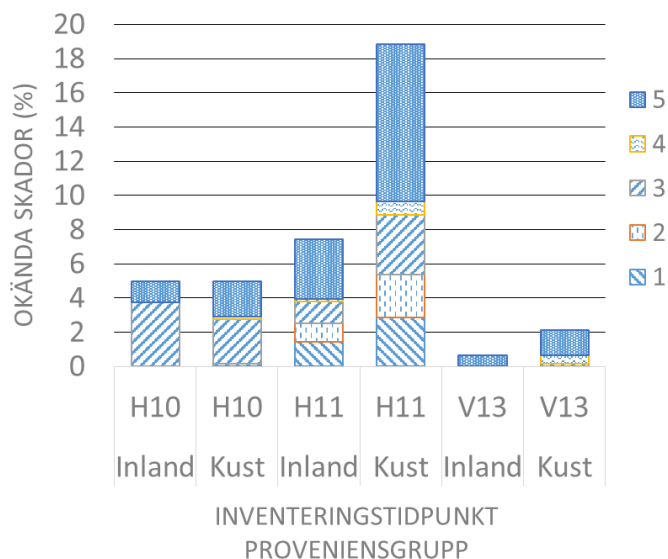
Få planter har dött av frostsador men det har varit den vanligast förekommande skadetyper. Kustprovenienserna visade på signifikant högre frostsadeandel, p-värde 0,001 vid inventeringarna våren 2013 (Figur 5). År 2010 förekom inga frostsador och de är därför inte inkluderade i diagrammet.



**Figur 5: Frostsadade planter per med olika skadegrad.** 0 = Ingen skada, 1 = Obetydlig/tveksam skada, 2 = Något skadad, 3 = Starkt skadad, 4 = Livshotande skada, 5 = Död. X-axeln är inventeringstillfällena.

**Figure 5: Frost damaged plants distributed by degree of damage.** 0 = no damage, 1 = Slight / uncertain damage, 2 = Slightly damaged, 3 = severe damage, 4 = Life-threatening injury, 5 = Dead. The X-axis is inventory occasions.

Kustprovenienser blev under alla tre tillväxtsångerna utsatta för dubbelt så mycket okända skador jämfört med inlandsprovenienser. Dödsorsaken bestod till stor del av skador vars orsak inte kunde bestämmas eller så hade de varit döda så länge att den inte kunde identifieras (Figur 6).



**Figur 6: Okända skador.** Andel planter med skador klassificerade som okända fördelat på proveniensgrupp och inventeringår. 0 = Ingen skada, 1 = Obetydlig/tveksam skada, 2 = Något skadad, 3 = Starkt skadad, 4 = Livshotande skada, 5 = Död. X-axeln är inventeringstillfällena.

**Figure 6: Unknown damage.** Percentage of plants with injuries classified as unknown distributed on provenance groups and inventories. 0 = no damage, 1 = Slight / hesitant damage, 2 = Slightly damaged, 3 = severe damage, 4 = Life-threatening injury, 5 = Dead. The X-axis is inventory occasions.

# DISKUSSION

## Försöksdesignen

Försöksdesignen på Tönnersjöheden bestod av tre upprepningar (3 block) på samma lokal. Analysen genomfördes på hela försöket och blockindelningen syftade till att kunna göra ett starkare test där eventuella blockeffekter kunde redovisas. Blockeffekter beror på skillnader mellan blocken avseende fuktighet och instrålning. Ståndorten var homogen och sluttade mot sydväst. Den södra delen, som innefattade mindre delar av block 2 och 3, kan vara något mer frostlänt än den norra delen då den låg i en svacka, vilket möjligtvis påverkat resultatet. Inga av blockjämförelserna tydde på det.

Försöket i Asa hade kunnat ge ännu mer resultat på douglasgranens etablering på Småländska högländet, men drabbades av stora frostskador. En värdefull slutsats är dock att hårdigare plantmaterial krävs för etablering av Douglasgran på kärvare klimatlägen i Götaland. Vidare forskning bör därför syfta till att testa hårdigare plantmaterial för frostlänta lokaler samt utveckla metoder för beståndanläggning såsom intensivare markberedning och val av ståndort.

## Resultat

I denna studie inventerades inte granparcellerna, varför någon jämförelse mellan douglasgran och gran kan inte göras inom detta försök.

Höjdtillväxten var signifikant högre för kustprovenienser. I den senaste rapporten angående Owe Martinsson försöksserie med douglasgran (Karlsson, et al., 2010) följde proveniensgrupperna initialt samma mönster i höjdtillväxt. Efter 19 år hade inlandsprovenienser högre volymproduktion eftersom kustprovenienser hade högre avgång. Inlandsprovenienser kan därför ha en uthålligare produktion eftersom de klarar frostproblematiken bättre.

Provenienser från inlandet hade signifikant högre överlevnad efter både 2 och 3 år. I Owe Martinsson försöksserie (Martinsson & Kollenmark, 1993) var en av försöksytorna belägen på Tönnersjöheden och efter två år var överlevnaden 86,6 %. Försök var hägnat och enligt författaren förskonat från större viltskadeangrepp. Jämfört med denna studie var överlevnaden 83,6 % för båda proveniensgrupperna. Skillnaden i överlevnad mellan försöksserierna är inte stor och kustprovenienser har i båda studierna lägre överlevnad än inlandsprovenienser.

Analysen visar att frostskador förekommer mer hos kustprovenienser, vilket kan bero på att de haft mer problem med kylan vid invintring och tillväxtstart. Tillväxten och frostskadeandelen var signifikant högre för kustprovenienser, vilket tyder på ett samband men det är ej statistiskt säkert då inga analyser genomförts. Sambandet mellan tillväxt och frosthårdighet kan urskiljas i Figur 3 och Figur 5. Detta tyder på att provenienser med högre tillväxt i något avseende drabbas av mer frostskador. Initialt genomfördes analyser på detta i studien genom att beräkna medelvärden för antalet frostskador per planterad rad. Datat konverterades därmed från ordinaldata till frekvensdata. Tanken var att utföra en variansanalys och jämföra höjdtillväxt med frostskadefrekvensen per rad. Dock visade det sig vara en felaktig metod då data inte får konverteras eftersom att det ger opålitliga resultat.



Revisionsintervallet borde varit tätare och mer exakt för att fånga upp fördelningen av frostskadetyperna. Frostskadorna särskildes inte vid registreringen så det framgick inte om skadan var frystorka, vår- eller höstfrost. Det hade varit önskvärt att koppla den årliga skadebilden till specifika faktorer eller datum som eventuellt gett en mer fördjupad insikt i vilket proveniensval som lämpar sig. Det är konstigt att frostskadorna inte visat på högre avgång eftersom det varit så omfattande (Figur 5). En del av de okända skadorna hade kunnat vara frostskadeavgångar som inte registrerats. Hypotesen hade kunnat fördjupas angående frostskadeproblematiken och eventuellt dra slutsatser om någon av proveniensgrupperna utsattes mer för vår eller höstfrost, eller om skadorna berodde på extremt väder.

Svårigheten med att identifiera skadorna har lett till att många skador registrerats som okända. Hösten 2011 var det ca 25 % av plantorna som erhållit en skada som klassificerades som okänd och hälften av det okända skadorna ledde till plantors död (Figur 6). Eventuellt hade detta problem kunnat undvikas om inventeringen skett med tätare tidsspann.

## REFERENSER

- Arvidsson, B., 2006. *Douglas*. [Online] Available at: [www.skogsplantor.se](http://www.skogsplantor.se) [Använd 21 Mars 2015].
- Bigras, F. J. & Colombo, S. J., 2001. Section 1: Ecology and ecophysiology. In: *Conifer cold hardiness*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 1-23.
- Darychuk, N., Hawkins, B. & Stoehr, M., 2012. Trade-offs between growth and cold and drought. *Canadian Journal Of Forest Research-Revue Canadienne De Recherche Forestier*, 23 Juli, Volume 42, pp. 1530-1541.
- Hannertz, M., 1994. Vinterskador på gran. *Skogforsk Resultat nr 18*.
- Hansson, J., 2014. *Marknadsanalys av douglasgran (Pseudotsugamenziesii [Mirb.] Franco) i Sverige, Danmark och norra Tyskland, Examensarbete 144*, Uppsala: SLU, Institutionen för skogens produkter.
- Karlberg, S., 1961. *Development and yield of Douglas fir (Pseudotsuga taxifolia) and Sitka spruce (Picea sitchensis) in southern Scandinavia and on the Pacific Coast*, Stockholm: BULLETIN OF THE ROYAL SCHOOL OF FORESTRY.
- Karlsson, B., 2007. Sitka- och Douglasgran - alternativ för ett nytt klimat. *Resultat från Skogforsk, Nr 17*, pp. 1-4.
- Karlsson, B., Johansson, U. & Martinsson, O., 2010. *Performance of combined provenance and progeny tests of Douglas fir (Pseudotsuga Franco) in South and Central Sweden and suggestions for further breeding activities*, u.o.: Skogforsk.
- Lemoine, K. & Wirtén, H., 1988. *Douglas i Sverige - Förekomst och produktion*, Umeå: SLU, Institutionen för skogsskötsel.
- Magnusson, P. O., 2004. *Utveckling av gran, Douglasgran, bok och tall under skärm av hybridlärk, examensarbete 56*, Alnarp: Institutionen för sydsvensk skogsvetenskap.
- Martinsson, O. & Kollenmark, R., 1993. Överlevnad i proveniensförsök av Douglasgran (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) ett eller två år efter plantering. *Institution för skogsskötsel, Arbetsrapport 70*.
- Martinsson, O. & Kollenmark, R., 2001. Tillväxt och överlevnad i familjetest av Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) åtta eller nio år efter anläggning i södra och mellersta Sverige. *Institutionen för skogsskötsel, Arbetsrapport 168*.
- Stål, P. H., 2009. Kap 16 - Produktionshöjande åtgärder. In: *Skogsskötselserien*. s.l.:s.n., pp. 33-37.
- Svensson, J., 2011. *Överlevnad och tillväxt för Douglasgran i södra Sverige, Examensarbete 24*, Skinskatteberg: Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU.

Wallertz, K., Frisk, J., Johansson, U. & Örlander, G., 2013. *Odlingstester och proveniensförsök med douglasgran i södra*, Asa: Enheten för skoglig fältforskning, fakulteten för skogsvetenskap vid SLU.

Vidakovic, M., 1991. *Conifers - morphology and variation*. Zagreb: Graficki zavod Hrvatske.

# BILAGA 1 - Instruktion för revision hösten 2012/våren 2013

## 1. Identitet:

Lokal (T237) Tönnersjöheden, parcell 11-18, 21-28, 31-38; rad 3 eller 6; planta 1-18. Mätning sker av rad 3 och 6 på alla parceller. Mättraderna har 20 plantor, den första och sista mäts inte. Mätplantorna markeras i fält.

## 2. Höjd, cm.

## 3. Toppskottslängd 2012, mm

### 4a. Snytbaggegnag, omfattning

- 0 = Inget synligt gnag
- 1 = 1-10% gnagd yta
- 2 = 11-20%
- 3 = 21-40%
- 4 = 41-60%
- 5 = 61-100%

### 4b. Snytbaggegnag, skadans betydelse

- 0 = Ingen skada
- 1 = Obetydlig/tveksam skada
- 2 = Något skadad
- 3 = Starkt skadad
- 4 = Livshotande skada
- 5 = Död

## 5. Rhabdoline needle cast

- 0 = Ej bedömd
- 1 = Inget barravfall
- 2 = Litet barravfall
- 3 = Omfattande barravfall

### 6a. Annan skada, typ

- 0 = Ingen skada
- 1 = Svamp
- 2 = Frost
- 3 = Torka
- 4 = Syrebrist
- 5 = Vegetation
- 6 = Vilt (Älg, Rådjur, Hare, Sork etc)
- 7 = insek (annan än snytbagge)
- 8 = reserv
- 9 = annan eller okänd

### 6b. Annan skada, skadegrad

- 0 = Ingen skada
- 1 = Obetydlig/tveksam skada
- 2 = Något skadad
- 3 = Starkt skadad
- 4 = Livshotande skada
- 5 = Död
- 6 = Plantan saknas eller är död sedan tidigar

