

Tillväxt och skador hos provenienser av svartgran

– Försök i Salsta och Andersbo efter 9–10 säsonger

Mats Hannerz



Omslag:

Svartgranförsöket i Salsta, nov. 1992 (överst)
svartgranförsöket i Andersbo, nov. 1992

(underst) **Foto:** Mats Hannerz

Ämnesord: Frost, gran, *Picea mariana*, proveniens, svartgran, tillväxt

SkogForsk – Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

SkogForsk arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolag, skogsägareföreningar, stift, gods, allmänningar, plant-skolor, SkogsMaskinFöretagarna m.fl., som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

SkogForsk arbetar med forskning och utveckling med fokus på fyra centrala frågeställningar: Produktvärde och produktionseffektivitet, Miljöanpassat skogsbruk, Nya organisationsstrukturer samt Skogsodlingsmaterial. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien **Arbetsrapport** dokumenterar långliggande försök samt inventeringar, studier m.m. och distribueras enbart efter särskild beställning.

Forsknings- och försöksresultat från SkogForsk publiceras i följande serier:

SkogForsk-Nytt. Nyheter, sammanfattningar, översikter.

Resultat. Slutsatser och rekommendationer i lättillgänglig form.

Redogörelse. Utförlig redovisning av genomfört forskningsarbete.

Report. Vetenskapligt inriktad serie (på engelska).

Handledningar. Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Inledning	3
Material och metoder	4
Försöken	4
Plantor och provenienser	4
Mätningar.....	6
Resultat	6
Försöksmedelvärden	6
Proveniensskillnader.....	7
Jämförelser mellan svartgran och gran	7
Effekter av tillväxtrytmen.....	12
Diskussion	14
Referenser.....	15

Sammanfattning

I rapporten sammanfattas resultat från två proveniensförsök med svartgran och gran. Försöken, som ingår i en pilotstudie med 10 olika svartgransproveniens, ligger på frostlänt lågmark i Uppland och har mätts med avseende på tillväxt, överlevnad och skador upp till 9–10 års ålder. I torvmarksförsöket S22F816C1 Salsta återfanns de bästa sorterna bland proveniens från Ontario och Quebec. I försöket S22F826C1 Andersbo, som ligger på fastmark med avskalat matjordstäck, hade proveniens från Manitoba högst medelhöjd. I båda försöken var västliga svartgransproveniens från Yukon och Alberta sämst både avseende tillväxt, överlevnad och skador. Gran hade sämre tillväxt än samtliga svartgransproveniens i Salsta. I Andersbo växte däremot granen bättre än samtliga svartgransproveniens. Tillväxtrytmen, uttryckt som skottskjutningstidpunkt och förvedning av toppskottet (gröna centimetrar), var mätt på samma proveniens i ett plantskoleförsök. Provenienserna från Ontario och Quebec hade senare skottskjutning och invintring än övriga svartgransproveniens. Skottskjutningen hos samma proveniens var ungefär samtidigt med gran från Vitebsk, medan förvedningen skedde något senare. Sambandet mellan skottskjutning, froster och höjdtillväxt var starkt i Salsta, såtillvida att sen skottskjutning innebar färre frostsador och högre tillväxt. Motsvarande förhållande, men ej lika starkt, gällde för svartgransprovenienserna i Andersbo.

Inledning

Dåvarande Institutet för skogsförbättring anlade åren 1983–1984 en försöksserie i mellersta Sverige med proveniens av svartgran. Serien etablerades som en pilotstudie med ett begränsat antal proveniens. Några år senare kompletterades den med en ny försöksserie med en mer fullständig uppsättning av proveniens.

Försöken i pilotserien mättes första gången 1989 och resultaten redovisades i en arbetsrapport (Hannerz, 1989). Två av försöken mättes dessutom hösten 1992, men dessa resultat kom aldrig att avrapporteras. År 2001 gjordes en kraftsamling för att reda ut frågan om lämpliga svartgransproveniens i södra och mellersta Sverige. Aktuella mätningar från försök anlagda på 1980-talet av både SLU och SkogForsk analyserades och dokumenterades inom ramen för ett examensarbete (Gyllemark, 2001). De försök i pilotserien som mättes 1992 togs dock aldrig med i examensarbetet. Skälet var främst att några nya mätningar inte kunde genomföras. I ett fall (försöket Salsta) var försöket utlagt som ett korttidsförsök i tätt förband. I ett andra fall (Andersbo) var avgångarna så stora att någon mätning inte heller ansågs prioriterad.

I denna arbetsrapport redovisas resultaten från 1992 års mätningar i Salsta och Andersbo. Syftet är att ge ett ytterligare bidrag till kunskapen om olika svartgransproveniensers lämplighet för skogsodling i mellersta Sverige.

Material och metoder

Försöken

De två fältförsöken ingår i en serie med totalt fyra fältförsök och ett plantskoleförsök. Ett av fältförsöken (S22F816C2 Brunsberg) lades ned några år efter planteringen p.g.a. omfattande sorkangrepp. Ett annat försök (S22F816C3 Tärnsjö) reviderades under 2001 och ingick i det nämnda examensarbetet (Gyllemark, 2001). I denna arbetsrapport redovisas resultat från de två övriga fältförsöken (S22F816C1 Salsta och S22F826C1 Andersbo, tabell 1). Korttidsförsöket på Vipängens plantskola användes för att inventera tillväxtrytm och tidig tillväxt. Resultaten fram till och med 1989 har dokumenterats av Hannerz (1989). Försöket lades därefter ned. Resultaten från plantskoleförsöken återrapporteras i denna arbetsrapport då tillväxtrytmen är en viktig komponent vid tolkningen av fältförsökens resultat.

Tabell 1.
Data om försöken.

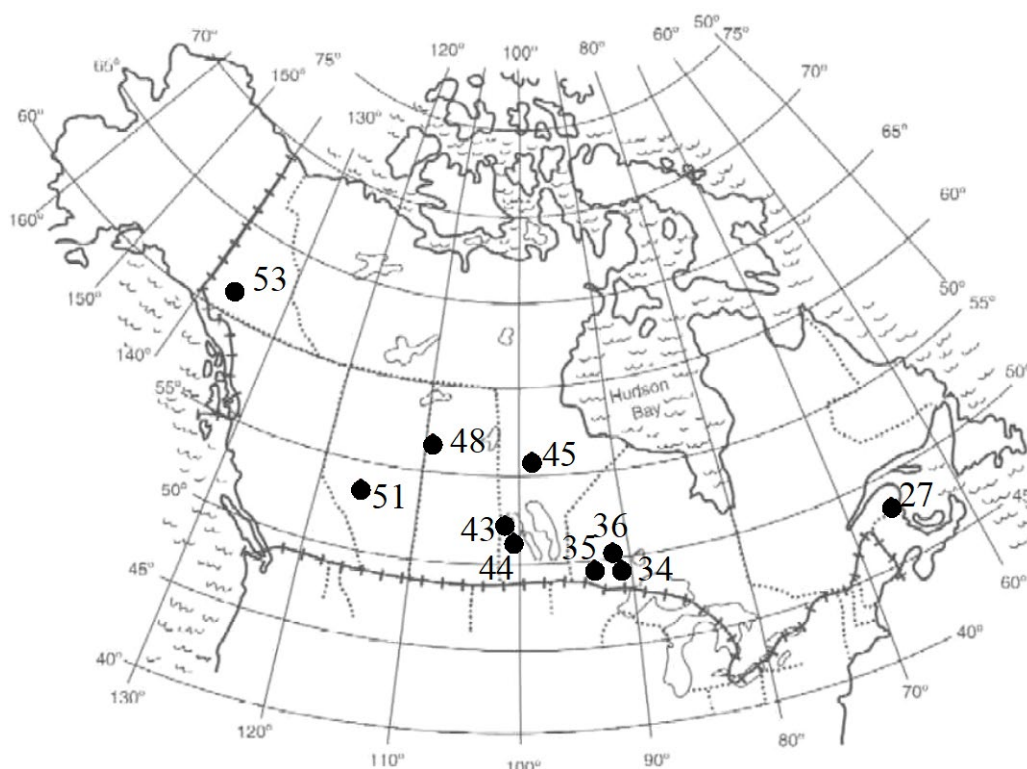
Namn	Salsta	Andersbo
Försöks-ID	S22F816C1	S22F826C1
Plantering	våren 1983	våren 1984
Förband	1 x 1 m	2 x 2 m
Topografisk karta	12I SV	12I NV
Latitud	60°03'N	60°18'N
Longitud	17°48'Ö	17°48'Ö
H.ö.h.	60 m	25 m
Mark	Låglänt torvmark	Låglänt fastmark. Nedlagd åkermark med borttransporterad matjord

Plantor och provenienser

Försöken planterades med 2-åriga täckrotsplantor odlade i systemet Cellpot II. I Salsta ingick 10 svartgransprovenienser och i Andersbo 9, med en spridning från Quebec i öster till Yukon i väster (tabell 2, figur 1). Dessutom ingick 2 frökällor av gran i Salsta och 3 i Andersbo. Försöksutformningen var ett-trädsparceller med 20 plantor per proveniens och försök fördelade på 20 upprepningar.

Tabell 2.
Provenienser i försöken.

Id-nr	Provens	Lat	Long	H.ö. h.	Andersbo	Salsta
<i>Picea mariana</i>						
27	Matapedia, Quebec	47°55'	66°55'	500	X	X
34	Region 4W, Ontario	48°00'–49°00'	89°15'–93°50'	300	X	X
35	Region 5S, Ontario	48°30'–50°00'	93°00'–95°10'	400	X	X
36	Region 4S, Ontario	49°30'–50°30'	91°45'–95°10'	400	X	X
43	Pulp River, Manitoba	51°48'	100°12'	300	X	X
44	Birch River, Manitoba	52°23'	101°07'	350	–	X
45	Paint Lake, Manitoba	55°30'	98°40'	225	X	X
48	Peter Pond Lake, Saskatchewan	56°03'	108°42'	450	X	X
51	Whitcourt, Alberta	53°45'	115°43'	800	X	X
53	Whitehorse, Yukon	62°22'	136°25'	800	X	X
<i>Picea abies</i>						
202	Minsk Krupki	54°18'	29°08'	150	–	X
203/212	Vitebsk Besenkovichi	55°04'	29°28'	–	X	X
210	Värmland	59°20'	–	100	X	–
211	Emmaboda	56°38'	–	150	X	–



Figur 1.
Karta över ingående svartgransprovenienser.

Mätningar

Skador och överlevnad inventerades hösten 1984 i Salsta och hösten 1986 i Andersbo. Den dominerande skadeorsaken var frost i form av frusna årsskott. Skadorna registrerades som vårfrostskador, men eftersom inventeringen gjordes på hösten går det inte att säkert fastställa när under säsongen frostskadorna inträffade.

I april–maj 1989 mättes skador och höjd i båda försöken. I Salsta noterades också förekomst av sprötkvist och i Andersbo de levande plantornas kondition.

Försöken reviderades också i slutet av november 1992. I Salsta mättes höjd, förekomst av prolepsis på toppskottet samt om sprötkvist förekommit sedan 1989 års knopp. I Andersbo mättes höjd på de få levande plantorna. Försöken var vid denna mätning 10 (Salsta) respektive 9 år (Andersbo), räknat som tillväxtsånger sedan planteringen. Plantorna var ytterligare 2 år äldre.

I korttidsförsöket i Vipängens plantskola mättes skottskjutning när plantorna var 3, 4, 6 och 7 år gamla, och förvedning ("gröna centimetrar") när plantorna var 4 och 7 år (tillväxtsånger sedan sådd) gamla. Både förvedning och skottskjutning räknades om till standardavvikelser från medelvärdet vid respektive mätning.

Resultat

Försöksmedelvärden

Den genomsnittliga överlevnaden efter 10 resp. 9 år var 85 % i Salsta och 56 % i Andersbo. Motsvarande medelhöjder var 75 resp. 264 cm (tabell 3).

Tabell 3.
Försöksmedelvärden. Sprötkvist och prolepsis uttryckt som procent av levande plantor vid inventeringstillfället.

	Medel	Standardavv.
Salsta		
Överlevnad 10 år, %	85,2	35,5
Överlevnad 6 år, %	85,7	35,1
Höjd 10 år, cm	263,8	97,8
Höjd 6 år, cm	140,9	51,7
Sprötkvist 10 år, %	35,4	47,9
Sprötkvist 6 år, %	38,4	48,8
Prolepsis 10 år, %	19,7	39,9
Andersbo		
Överlevnad 9 år, %	63,5	48,2
Överlevnad 5 år, %	55,8	49,8
Höjd 9 år, cm	75,3	40,4
Höjd 5 år, cm	39,6	18,2

Proveniensskillnader

I tabellerna 4–5 presenteras medelvärden för enskilda provenienser i respektive försök. I figurerna 2–8 presenteras resultaten som medelvärden för provinser, vilket innebär sammanslagningar av 1–3 provenienser. I båda försöken hade de västliga provenienserna Yukon och Alberta sämst tillväxt och överlevnad. I Salsta hade provenienserna från Quebec och Ontario bäst tillväxt. Överlevnaden var god för alla provenienser från Quebec, Ontario, Manitoba och Saskatchewan. I Andersbo hade provenienserna från Manitoba och två av provenienserna från Ontario högst tillväxt. Bästa överlevnaden återfanns hos proveniensen från Saskatchewan och en av provenienserna från Ontario.

Förekomsten av sprötkvist i Salsta var högst hos de västliga provenienserna Yukon och Alberta, och lägst hos de östliga Quebec och Ontario. Frostskadorna vid 2 års ålder i Salsta var också de lägsta hos de östliga provenienserna från Quebec och Ontario, och högst hos Manitoba, Saskatchewan och Alberta. I Andersbo var frostskadorna vid 3 års ålder högst hos de västliga provenienserna och minskade sedan successivt ju längre österut fröet kom från.

Andelen träd med proleptiska skott var högst, 30–40 %, för svartgran från Ontario och Quebec, och något lägre för provenienser från Manitoba och Saskatchewan (figur 8). Svartgran från Alberta och Yukon samt gran hade inga proleptiska skott alls.

Jämförelser mellan svartgran och gran

I Salsta hade båda provenienserna av gran betydligt lägre tillväxt än samtliga svartgransprovenienser (figur 2). De bästa svartgransprovenienserna hade vid 10 års ålder mer än dubbelt så hög medelhöjd som granen. Överlevnaden var också högre för svartgranen än för granen, med undantag för svartgranproveniensen från Alberta (figur 4).

I Andersbo var förhållandet omvänt. Där hade gran störst höjd och överlevnad (figurerna 3 och 5). Det var dock stor variation mellan de olika granprovenienserna. Värmland hade den högsta medelhöjden och Vitebsk den lägsta.

Gran hade, tillsammans med svartgran från Alberta, den högsta sprötkvistfrekvensen i Salsta vid 6 års ålder (figur 6). Vid 10 års ålder hade dock gran lägst andel sprötkvistar.

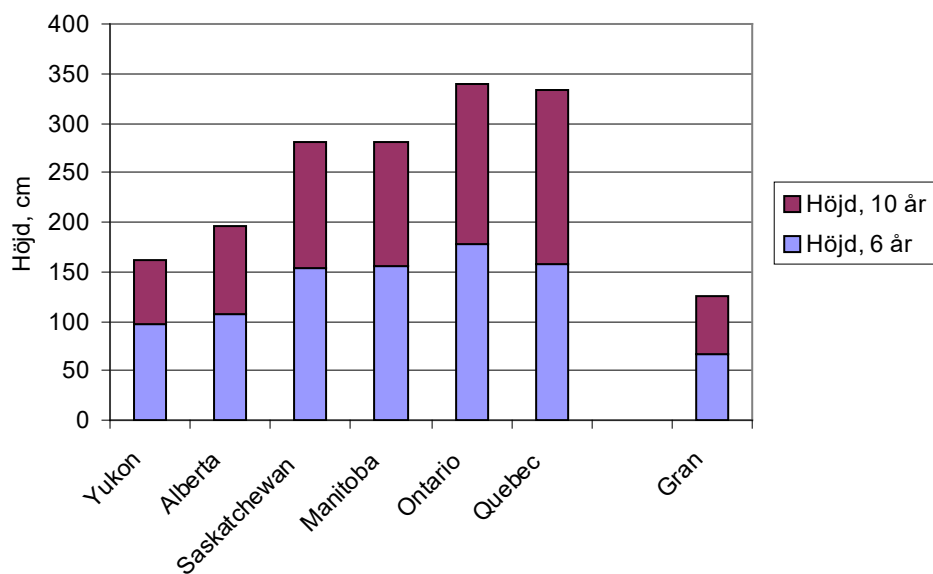
I Andersbo var andelen frostskador lägst hos gran. I Salsta hade gran, tillsammans med svartgran från Ontario och Quebec, också lägst andel frostskador.

Tabell 4.
Medelvärden för enskilda provenienser i Salsta.

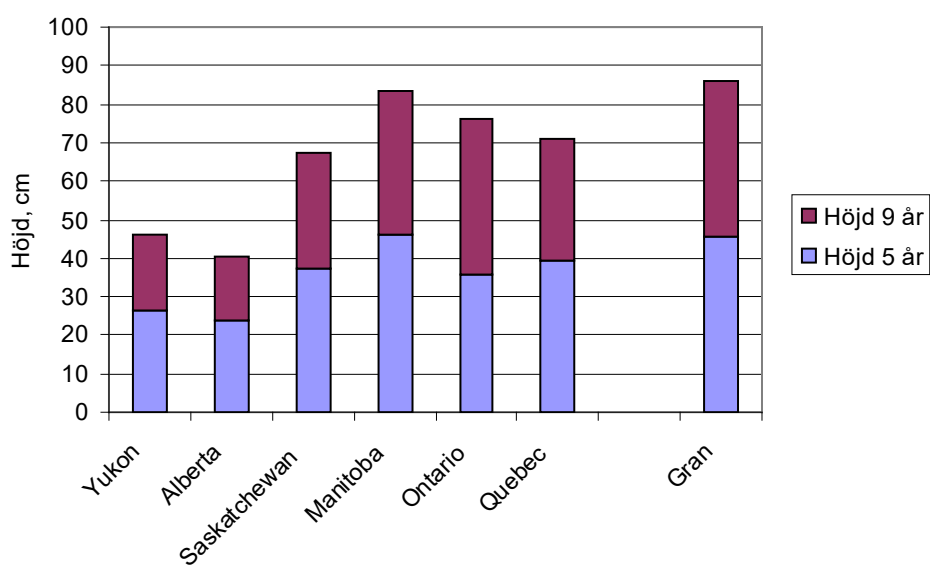
Id	Proveniens	Höjd 6 år, cm	Höjd 10 år, cm	Sprötkvis t 6 år, %	Sprötkvis t 10 år, %	Proleptis 10 år, %	Över- levnad 6 år, %	Över- levnad 10 år, %	Frost- skador 2 år, %
Svartgran									
27	Matapedia, Quebec	157,1	332,8	17	33	33	90	90	11
34	Region 4W, Ontario	172,9	326,8	33	33	33	90	90	16
35	Region 5S, Ontario	185,6	349,2	29	24	29	95	89	6
36	Region 4S, Ontario	172,5	343,2	38	19	56	85	85	0
43	Pulp River, Manitoba	162,0	297,1	28	39	28	90	90	35
44	Birch River, Manitoba	150,9	268,7	40	30	10	100	100	50
45	Paint Lake, Manitoba	155,6	277,7	12	71	24	90	90	33
48	Peter Pond Lake, Saskatchewan	153,8	280,8	37	42	11	95	95	35
51	Whitecourt, Alberta	107,4	196,6	70	30	0	62	62	36
53	Whitehorse, Yukon	96,7	161,9	47	53	0	85	80	26
Gran									
22	Minsk Krupki	70,5	138,7	60	7	0	68	73	13
23	Vitebsk Besenkovichi	63,5	112,3	73	40	0	75	75	7

Tabell 5.
Medelvärden för enskilda provenienser i Andersbo.

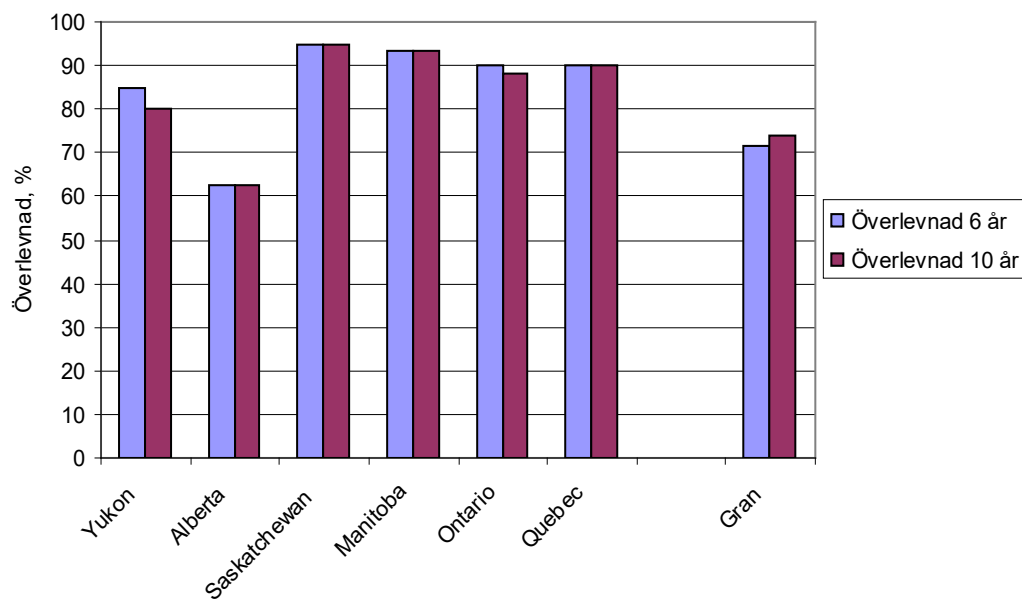
ID	Proveniens	Höjd 5 år, cm	Höjd 9 år, cm	Överlevnad 5 år, %	Överlevnad 9 år, %	Frostskador 3 år, %
Svartgran						
27	Matapedia, Quebec	39,3	70,8	65	60	67
34	Region 4W, Ontario	32,1	61,1	65	50	75
35	Region 5S, Ontario	35,9	84,1	50	40	73
36	Region 4S, Ontario	39,6	83,6	80	65	73
43	Pulp River, Manitoba	53,6	90,0	60	50	75
45	Paint Lake, Manitoba	38,8	76,9	70	60	80
48	Peter Pond Lake, Saskatchewan	37,1	67,3	70	65	86
51	Whitecourt, Alberta	23,9	40,5	45	40	89
53	Whitehorse, Yukon	26,3	46,0	31	31	100
Gran						
210	Värmland	58,4	105,9	55	55	36
211	Emmboda	43,5	81,9	85	75	63
212	Vitebsk Besenkovichi	34,2	69,9	75	70	86



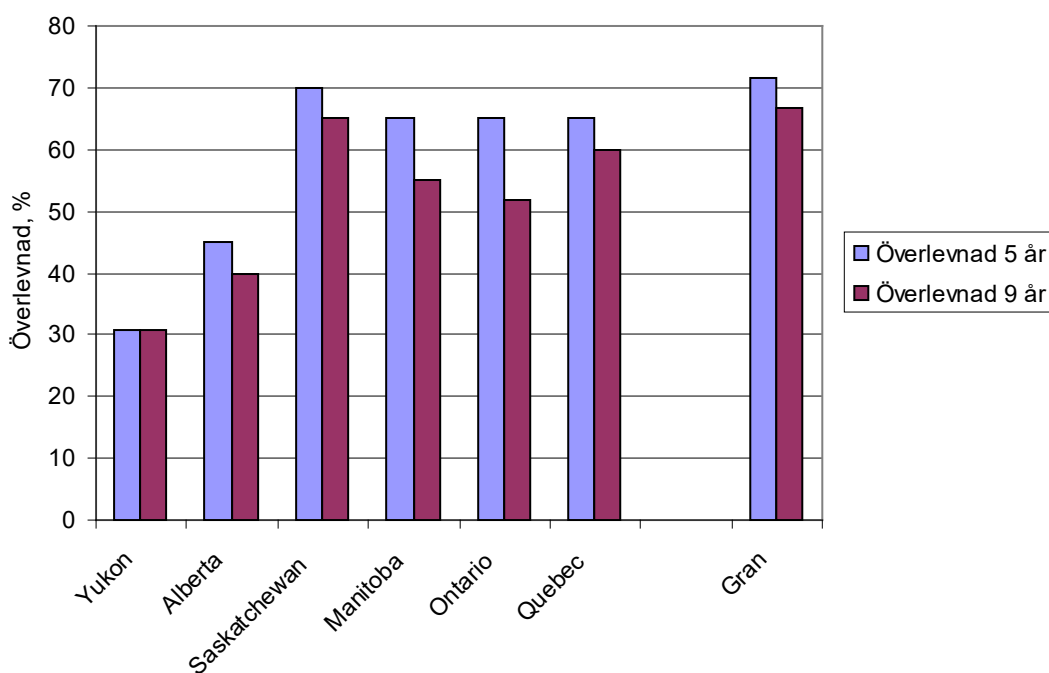
Figur 2.
Medelhöjd för proveniensgrupper, Salsta. Staplarna för Manitoba och Ontario är medelvärde av 3 provenienser var, och för gran av 2 provenienser. Övriga staplar baseras på en proveniens vardera.



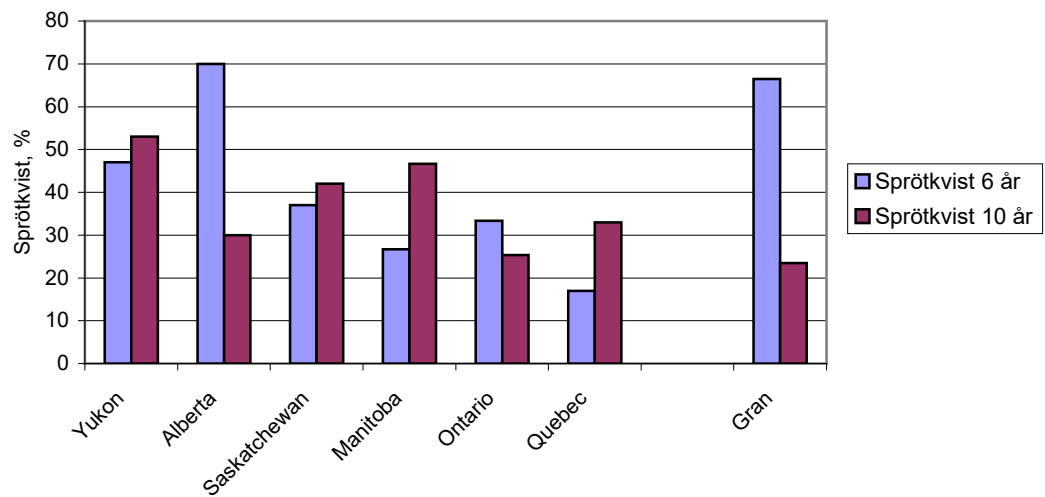
Figur 3.
Medelhöjd för proveniensgrupper, Andersbo. Staplarna för Ontario och gran är medelvärde av 3 provenienser var, och för Manitoba av 2 provenienser. Övriga staplar baseras på en proveniens vardera.



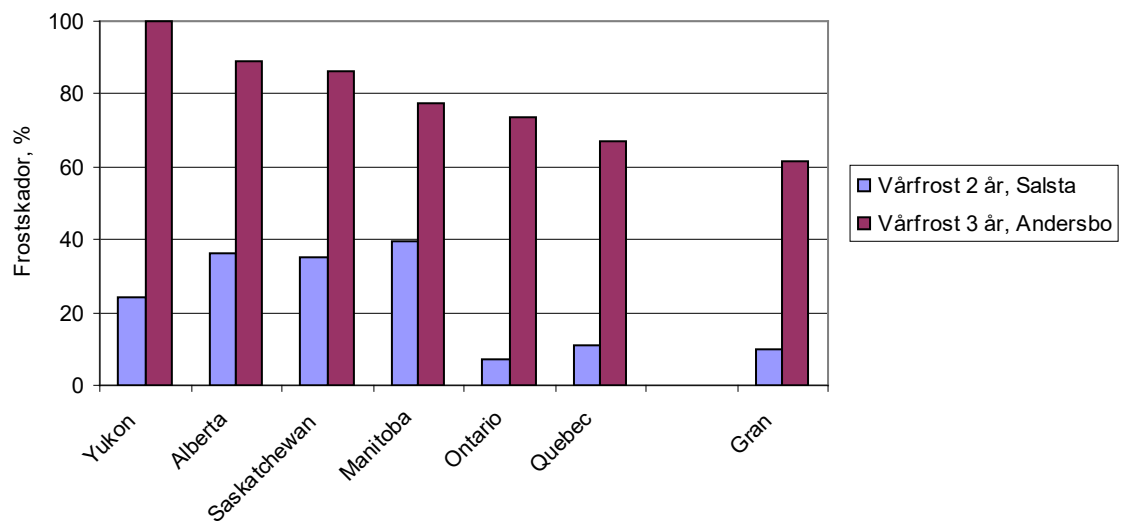
Figur 4.
Överlevnad för proveniengsgrupper, Salsta. Gruppindelning se figur 2.



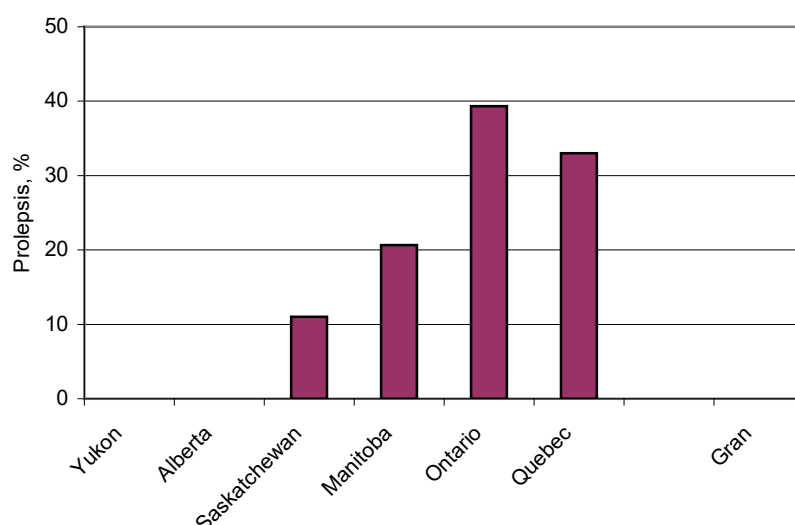
Figur 5.
Överlevnad för proveniengsgrupper, Andersbo. Gruppindelning se figur 3.



Figur 6.
Förekomst av sprötkvist på levande plantor hos olika proveniensgrupper av svartgran och gran. Salsta. Gruppindelning, se figur 2.



Figur 7.
Förekomst av frostsador på årsskottet (vårfroster) hos proveniensgrupper av svartgran och gran. Salsta 1984 och Andersbo 1986. Gruppindelning, se figurerna 2–3.

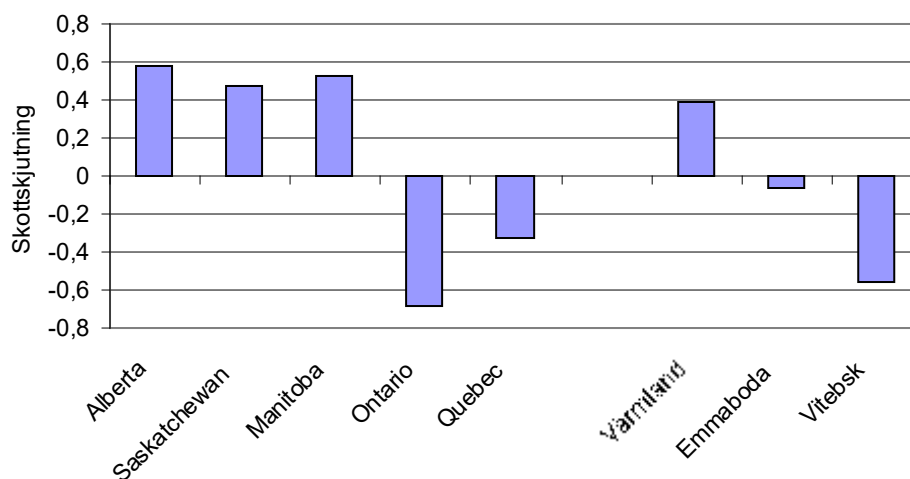


Figur 8.
Förekomst av proleptiska skott hos proveniensgrupper av svartgran och gran. Salsta 1992. Gruppindelning, se figur 2.

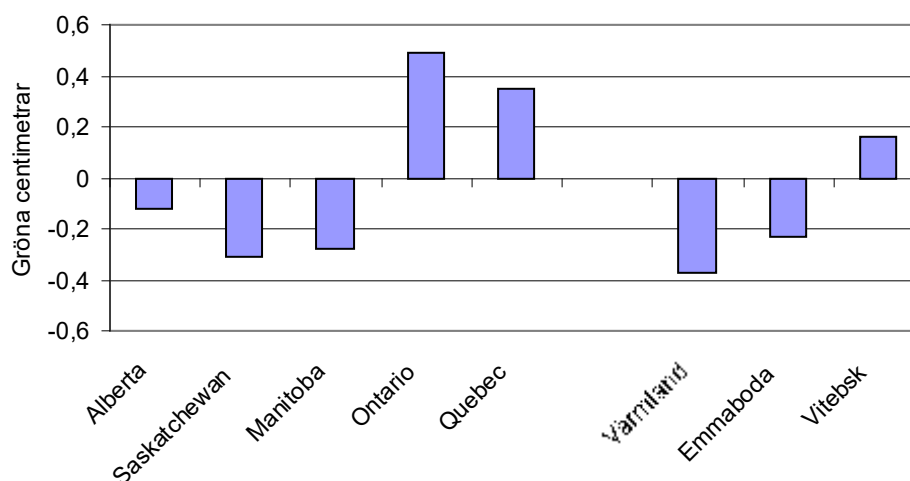
Effekter av tillväxtrytmen

I denna rapport har 4 års mätningar av skottskjutning och 2 års mätningar av invintring slagits samman till medelvärden (de enskilda årens mätresultat redovisas i Hannerz 1989). Tidigast skottskjutning hade svartgran från Alberta, Saskatchewan och Manitoba, samt gran från Värmland (figur 9). Provenienser från Quebec och Ontario hade senare skottskjutning, ungefär samtidigt med gran från Vitebsk. Gran från Emmaboda var intermediär. Svartgran från Yukon ingick inte i plantskoleförsöket.

”Gröna centimetrar” ger ett mått på plantornas invintring och förvedning. Av figur 10 framgår att invintringen följer ett omvänt mönster mot skottskjutningen. De västliga provenienserna från Alberta, Saskatchewan och Manitoba hade här den tidigaste förvedningen tillsammans med gran från Värmland och Emmaboda. Gran från Vitebsk invintrade senare men senast förvedning hade svartgran från Quebec och Ontario.



Figur 9.
Skottskjutning hos de olika proveniensgrupperna. Medelvärde från 4 års mätningar i plantskoleförsöket i Vipången, uttryckt i standardavvikelser från försökets medelvärde. Ett högt värde innebär en tidig skottskjutning.



Figur 10.
"Gröna centimetrar" hos de olika proveniensgrupperna. Medelvärde från 2 års mätningar i plantskoleförsöket i Vipången, uttryckt i standardavvikelser från försökets medelvärde. Ett högt värde innebär en sen invintring ("många gröna centimetrar").

I tabell 6 redovisas korrelationerna mellan tillväxtrytm och skador, tillväxt och överlevnad i fält. Sambandet mellan skottskjutning och frostsador var starkt i såväl Andersbo som Salsta, d.v.s. provenienser med tidig skottskjutning drabbades mest av frostsador. En tidig skottskjutning var också starkt korrelerad med låg höjdtillväxt i Salsta. Motsvarande förhållande, men betydligt svagare och ej signifikant, rådde i Andersbo. Sen invintring, d.v.s. ett högt värde på "Gröna centimetrar" var korrelerat med låg andel frostsador i Salsta. Sambandet var relativt starkt också i Andersbo ($-0,64$) men ej signifikant. Sambandet mellan gröna centimetrar och höjd var positivt i både Salsta och Andersbo, dock ej signifikant. Något samband mellan tillväxtrytm och överlevnad kunde inte fastställas för någon av lokalerna eller variablerna.

Tabell 6.

Korrelation mellan tillväxtrytm i plantskolan (skottskjutning och "gröna centimetrar") och variabler mätta i fältförsöken beräknat från medelvärden av svartgransprovenienser (n=8). P-värden kursiverade. Ett högt värde på skottskjutning resp. gröna centimetrar indikerar tidig skottskjutning respektive sen invintring.

	Skottskjutning	Gröna centimetrar
Skottskjutning	1	−0,852 <i>0,007</i>
Proleptis, Salsta 10 år	−0,755 <i>0,030</i>	0,638 <i>0,089</i>
Frostskador Salsta 2 år	0,917 <i>0,001</i>	−0,819 <i>0,013</i>
Frostskador Andersbo 3 år	0,723 <i>0,042</i>	−0,642 <i>0,086</i>
Höjd Salsta 10 år	−0,808 <i>0,015</i>	0,642 <i>0,086</i>
Höjd Andersbo 9 år	−0,296 <i>0,477</i>	0,382 <i>0,350</i>
Överlevnad Salsta 10 år	−0,232 <i>0,580</i>	0,019 <i>0,965</i>
Överlevnad Andersbo 9 år	0,036 <i>0,932</i>	−0,154 <i>0,716</i>

Diskussion

Båda försöken representerar frostlänt lågmark där det ofta är svårt att etablera gran. Salsta ligger på en torvmark, medan Andersbo var planterat på fastmark med ett tidigare organogent täcke ("svartmylla") som tagits bort för utnyttjas som matjord. I båda försöken hade västliga provenienser, med en tidig skottskjutning, lägre tillväxt och överlevnad samt högre andel sprötkvistar än övriga provenienser. Försöken skiljde sig däremot när det gäller förhållandet mellan gran och svartgran och mellan olika proveniensområden för svartgran.

Rangordningen mellan olika proveniensområden i Salsta stämde väl överens med resultaten från andra försök i Svealand (Gyllemark, 2001), d.v.s. de bästa provenienserna återfanns i Quebec och Ontario. Svartgran från dessa områden utmärktes också av en sen skottskjutning, sen invintring och få frostskador.

Granen hade mycket svårt att etablera sig på denna lokal. Gran hade visserligen inte mer frostskador än de bästa svartgransprovenienser vid 2 års ålder, men det var uppenbart vid senare inventeringar att granen troligen hade hållits tillbaks av upprepade frostskador. Svartgranen lyckades däremot starta snabbt i detta försök. Eftersom försöket planterades i tätt förband och i enträdsparceller så utsattes granen för stark konkurrens. Vid 10 års ålder var

många granar undertryckta av omgivande svartgranar, och svartgranens överlägsenhet hade förstärkts sedan inventeringen vid 6 års ålder. Om försöket hade varit anlagt i glesare förband hade granen eventuellt haft större chans att ta igen en del av svartgranens försprång. Granens långsamma start men senare återhämtning har observerats i de försök som utvärderades av Gyllemark (2001). I sex av proveniensförsöken hade granens medelhöjd förstärkts i förhållande till svartgranens från en tidig (6–7 år i fält) till en sen (10–18 år) mätning. I ytterligare ett försök var förhållandet mellan arterna oförändrat.

I Andersbo var tyngdpunkten för de bästa svartgransprovenienserna förskjuten längre västerut än i Salsta. Svartgran från Manitoba hade den högsta medelhöjden och provenienserna från Saskatchewan den högsta överlevnaden. Gran hade här både högre överlevnad och tillväxt än svartgran. Förhållandet mellan granprovenienserna var också oväntat för denna del av landet eftersom gran från Värmland var högst och Vitryssland var lägst. Gran av Värmlandsproveniens hade också färre frostsador än gran från Vitryssland. Detta tyder på att försöket har varit utsatt för froster i slutet av säsongen, när en sen invintring innebär större risk för frostsador. Vid senare besök har också omfattande vårvinterskador observerats i försöket. Vårvinterskador kan drabba sent invintrande proveniensmer än tidigt invintrande (Hannerz 1994). Överlevnaden var dock lägre hos den värmländska granen, vilket kan vara en effekt av bl.a. vårfrostsador. Att vårfroster också spelat en stor roll för resultaten antyds av att en tidig skottskjutning var starkt korrelerat med hög andel frostsador hos svartgransprovenienserna.

Sammanfattningsvis så stärker de båda försöken de slutsatser som kan dras från den mer omfattande studien som rapporterats av Gyllemark (2001). De bästa provenienserna för Svealand återfinns i området från östra Manitoba till Quebec. På kärvare lokaler, där höstfroster och vårvinterskador kan ha större betydelse, kan proveniensmer med något västligare ursprung rekommenderas. De allra västligaste provenienserna, från Alberta och västerut, bör dock undvikas i Svealand. Förhållandet mellan gran och svartgran stärker också slutsatserna i Gyllemarks (2001) rapport. På frostlanta torvmarker är svartgranen oftast överlägsen, men på fastmark finns sällan skäl att rekommendera svartgran framför gran.

Referenser

- Gyllemark, M. 2001. Proveniensmer av svartgran (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.) i södra och mellersta Sverige. SLU, Institutionen för skogshushållning, Examensarbeten nr 35.
- Hannerz, M. 1989. Tillväxt och skador i ung ålder i en pilotserie med proveniensmer av svartgran (*Picea mariana*) i östra mellansverige. Institutet för skogsförbättring. Arbetsrapport nr 223.
- Hannerz, M. 1994. Winter injuries to Norway spruce observed in plantations and in a seed orchard. SkogForsk, Report no 6. 1994.