



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 905–2016

Proveniensval av svartgran i Mellansverige

Provenance choice of black spruce in central Sweden

Mats Berlin och Gustav Friberg

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 905–2016

I serien Arbetsrapport finns bakgrundsmaterial, metodbeskrivningar, resultat, analyser och slutsatser från både pågående och avslutad forskning.

Titel:

Proveniensval av svartgran i Mellansverige.

Provenance choice of black spruce in central Sweden.

Bildtext:

Från det studerade proveniensförsöket i Nässja. Längst fram en svartgran drabbad av stambrott och bakom den svartgranar med god vitalitet.

Fotograf: Curt Almqvist

Ämnesord:

Picea Mariana,

Användningsrekommendationer, anpassning, klimatförändring.

Picea mariana,

deployment recommendations, adaptation, climate change.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2016

ISSN 1404-305X



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



Mats Berlin, Teknologie doktor. Arbetar på Skogforsk sedan 2010. Ansvarig för granförädling i Mellansverige.



Gustav Friberg, jägmästare. Projektledare för STIG-projektet. Forskare inom Skötsel- och Miljöprogrammet sedan 2014.

Abstract

Black spruce (*Picea mariana*) originates from the northern part of North America, and has been suggested as an alternative to Norway spruce (*Picea abies*) on damp ground prone to freezing in southern and central Sweden. Earlier studies have shown that black spruce outperforms Norway spruce on peatland in central Sweden, but that the situation is reversed on solid ground in that region and on all ground types in southern Sweden.

In the summer of 2014, considerable mortality and broken stems were observed in a provenance trial at Nässja in central Sweden. In this study, we have assessed the trial and analysed whether the information affects previous recommendations regarding black spruce.

The main conclusion is that the mortality observed in the trial at Nässja has not fundamentally changed the earlier deployment recommendations of black spruce in central Sweden. However, the previously recommended provenances from Manitoba and Saskatchewan have been greatly affected by broken stems and poor growth, and should therefore no longer be recommended. The mortality and damage that has affected the black spruce seems to be climate related, and is caused by poorly adapted growth rhythm. Trees with late bud burst and late growth cessation seem to be better adapted and perform best.

This study has shown that Norway spruce outperforms black spruce in all measured traits, and that seed orchard crops perform better than east European stand seeds. However, the study involved only one trial on solid ground, so no conclusions could be drawn on relative performance of the two species on peatland.

Förord

Den här studien kom till stånd genom stöd från Föreningen Skogsträdsförädling för vilket författarna önskar uttrycka sitt tack. Ett tack riktas också till försökstekniker Michael Krook för inventering av fältförsöket i Nässja.

Uppsala 2016-06-28

Mats Berlin och Gustav Friberg

Innehåll

Förord	1
Sammanfattning.....	3
Bakgrund	3
Syfte.....	4
Material och Metoder	5
Resultat	8
Diskussion.....	15
Slutsatser.....	16
Referenser.....	17
Bilaga 1.....	19
Bilaga 2.....	21

Sammanfattning

Svartgran (*Picea mariana*) har sitt ursprung i norra delen av Nordamerika och har föreslagits som ett alternativ till gran (*Picea abies*) på fuktiga och frostlänta marker i Syd- och Mellansverige. Tidigare studier har visat, att svartgran varit överlägsen gran på torvmarker i Mellansverige, medan det omvända förhållandet gällt på fastmark i Mellansverige och på alla marktyper i Sydsverige. Sommaren 2014 observerades betydande avgångar och stambrott i ett proveniensförsök i Nässja i södra Gästrikland. I den här studien har vi mätt in försöket och analyserat om den nya informationen påverkar de tidigare framtagna användningsrekommendationerna för svartgran.

Den huvudsakliga slutsatsen av studien är att de kraftiga avgångar som drabbat försöket i Nässja, inte i grunden har förändrat de tidigare fastställda rekommendationerna för användning av svartgran i Mellansverige. Men de tidigare rekommenderade proveniensområdena i Manitoba och Saskatchewan har i hög utsträckning drabbats av stambrott och försämrade tillväxt och bör därför inte längre rekommenderas. De avgångar och skador som drabbat svartgranen verkar vara klimatrelaterade och bero på dålig anpassning av tillväxtrytmen. Senare skjutande och invintrande provenienser verkar mest anpassade och presterar bäst.

I den här studien är gran överlägsen svartgran i alla uppmätta egenskaper och fröplantagematerial presterar bättre än östeuropeiskt beståndsfrö. I studien ingår dock bara ett fastmarksförsök och det går därmed inte att dra slutsatser om trädslagens inbördes förhållande på torvmark.

Bakgrund

Svartgran (*Picea mariana*) är ett pionjärträdslag vars naturliga utbredningsområde omfattar norra delen av Nordamerika från kust till kust (Figur 1). Svartgranen kan växa under mycket varierande förhållanden, men verkar i sin naturliga miljö klara sig bäst på blöta och organogena marker (Morgenstern, 1978). Vidare har svartgranen tydliga och klinala proveniensskillnader i tillväxtrytm. Jämfört med vanlig gran (*Picea abies*) hade de mest senskjutande svartgransprovenienser, ungefär motsvarande tillväxstart som vitryska granprovenienser (Hannerz, 1989). De befanns dessutom vara mer hårdiga mot frostsador efter knoppsprickningen (Ståhl, 1989). På grund av sitt växtsätt och dess naturliga förutsättningar har det funnits ett intresse i, att undersöka om svartgran kan vara ett alternativ till vanlig gran på fuktiga och frostlänta marker i Syd- och Mellansverige. Försöksserier med ett större antal svartgransprovenienser samt jämförande granprovenienser, lades därför ut på både torvmark och fastmark under 1980-talet i såväl Skogforsks som i SLU:s regi. Resultaten från dessa sammanfattades av Gyllemark (2002), som kom fram till att vanlig gran var överlägsen svartgran i södra Sverige, på båda marktyper samt på fastmark i Mellansverige. Däremot var svartgranen överlägsen granen på torvmarker i Mellansverige.

Två proveniensförsök av svartgran i Mellansverige (Nässja och Forsbol), tillhörande Skogforsk, vilka fortfarande var aktiva och hade en god spridning på proveniensmaterial, besöktes under våren/sommaren 2014 (efter 28 tillväxtsäsonger). Det konstaterades då att betydande avgångar skett i båda försöken, men att många av de överlevande trädindividerna, såg väldigt fina och välväxta ut. Givet den stora variationen i proveniensursprung är det sannolikt att det finns en koppling mellan proveniens och nuvarande status. Vid den senaste revisionen år 2000 (efter 14 tillväxtsäsonger) var avgången (96 procent överlevnad i Nässja och 63 procent i Forsbol), inte tillnärmelsevis så hög som den är nu. Det innebär, att ny och sannolikt central information finns tillgänglig för att justera, alternativt omvärdera de rekommendationer för användning av svartgran, som gäller i dag (Gyllemark, 2002). När försöken skulle mätas på hösten 2015 visade det sig tyvärr, att försöket i Forsbol hade gallrats och inte längre gick att använda för denna studie. Endast revision av försöket i Nässja ingår i detta arbete.

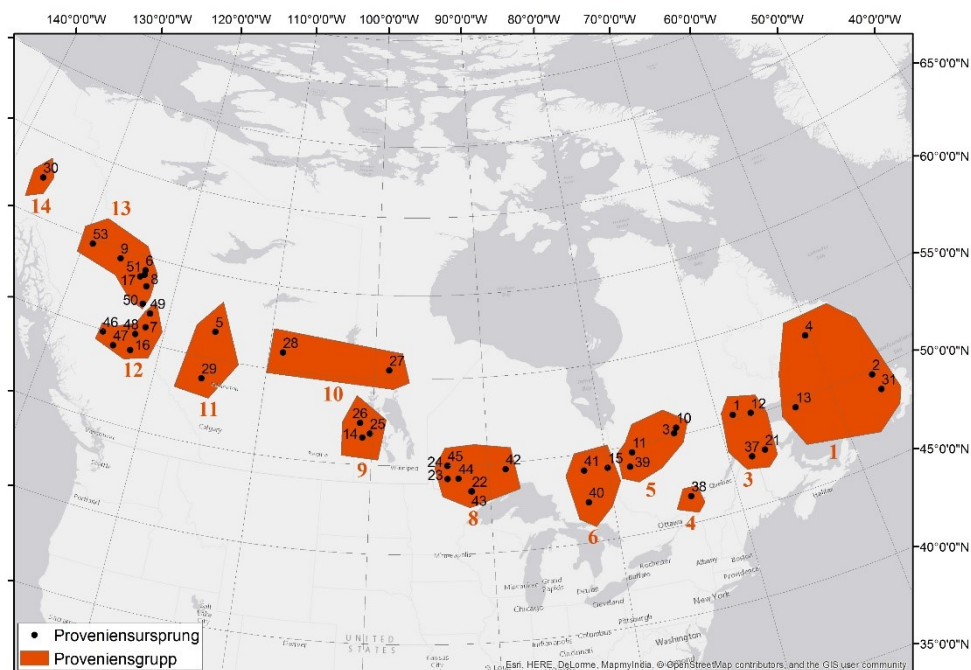
Även om intresset under senare tid har varit lågt för svartgran som alternativt skogsodlingsmaterial i Sverige, kan det ur ett klimatförändringsperspektiv finnas skäl till att säkerställa robusta användningsrekommendationer, genom en revision av försöket i Nässja. Studier har nämligen visat att risken för skador av vårfröst, kommer att öka för gran i Syd- och Mellansverige under åtminstone de kommande decennierna (Jönsson och Bärning, 2004; Jönsson och Bärning, 2011; Langvall, 2011). Detta beror på att skottskjutningen kommer att starta allt tidigare på våren (huvudsakligen temperaturstyrt), då nätterna fortfarande är långa och risken för utstrålning och frost är hög. Den förhöjda risken för frostskaador är en faktor som eventuellt kan öka intresset för svartgran i framtiden. För att kunna undersöka klimatiska faktorer med avseende på anpassning och prestation av olika provenienser, har vi valt att komplettera studien med klimatvariabler från högupplösta (1×1 kilometer) klimatdata (Hijmans et al., 2005).

Syfte

I denna studie avser vi att revidera proveniensförsöket av svartgran i Nässja, efter de nya omfattande skador och avgångar som skett efter senaste mätningen. Syftet är att utröna om de existerande användningsrekommendationerna behöver justeras och ge oss möjlighet förorda robusta och produktiva svartgranprovenienser som passar i Mellansverige.

Material och Metoder

Plantmaterialet i Nässja består av 47 svartgransprovenienser som spänner över hela utbredningsområdet i Kanada (Figur 1 och Bilaga 1) Dessa provenienser är uppdelade i 12 olika proveniensgrupper enligt Gyllemark (2002). Därtill finns fyra svenska fröplantagesorter (EttO-plantager) och ett Lettiskt beståndsfrö av vanlig gran som referenser (Tabell 1).



Figur 1.

De, i Nässja testade svartgransprovenienserans ursprung i Kanada. De orangea siffrorna representerar proveniensgrupper (Tabell 1) och de svarta siffrorna är enskilda provenienser/sorter (Bilaga 1).

Tabell 1.

Proveniensgrupper som ingår i studien (Gyllemark, 2002).

Proveniensgrupp	Trädslag	Namn
1	Svartgran	Newfoundland & NÖ Quebec
3	Svartgran	Ö. Quebec
4	Svartgran	S.Ö. Quebec
5	Svartgran	C. Quebec
6	Svartgran	Ö. Ontario
8	Svartgran	V. Ontario
9	Svartgran	S.V. Manitoba
10	Svartgran	N. Manitoba & Saskatchewan
11	Svartgran	Alberta
12	Svartgran	C. British Columbia
13	Svartgran	N. British Columbia & S. Yukon
14	Svartgran	Yukon
30	Gran	Lettisk proveniens (Rezekne)
40	Gran	Fröplantager från Mellansverige

Försöket i Nässja ligger nära Gysinge (Latitud 60.28°N och Longitud 16.47°Ö) vid Dalälvens strand (15 m.ö.h.) på sedimenterad finsand. Försöket anlades med randomiserade block av enträdsparcer med 20 plantor per försök och sort, vilket sammanlagt blir 1 080 plantor per försök.

Försöket anlades 1987 med två-åriga täckrotsplantor i manuellt markberedda fläckar. Dessa har reviderats 1988, 1992, 1995 samt senast 2000 med avseende på tillväxt, överlevnad, skador och kvalitet (Nilsson, 1993; Gyllemark, 2002).

Vi har valt ett antal tidigare mätta egenskaper för att jämföra med den senaste revisionen som gjordes under hösten 2015 då diameter, överlevnad och skador mättes efter 29 tillväxtsåsonger. Samtliga uppmätta och analyserade egenskaper framgår i Tabell 2.

Tabell 2.
I Nässja uppmätta och analyserade egenskaper.

SPR92	Sprötkvist år 1992 (0 = ej sprötkvist, 1=en sprötkvist, 2 = två eller fler sprötkvistar)
H00	Höjd mätt år 2000 (decimeter)
D00	Diameter mätt år 2000 (millimeter)
LEV00	Överlevnad år 2000 (0 = död, 1=levande)
FR00	Frostskada år 2000 (0 = ej frostskadad, 1=frostskadad)
D15	Diameter år 2015 (millimeter)
LEV15	Överlevnad år 2015 (0 = död, 1=levande)
STBR15	Stambrott år 2015 (0 = ej stambrott, 1=stambrott)

Därutöver beräknades en grundyta per hektar för varje ingående proveniens (GYTA15) för att få ett grovt mått på arealproduktionspotentialen (där både tillväxt- och överlevnadsförmåga beaktas).

I den här studien använde vi WORLDCLIM som klimatdata, vilka består av högupplösta (1 × 1 kilometer) rutnät, framinterpolerade från meteorologiska stationsdata med global täckning (Hijmans et al., 2005). För varje rutnät har ett medelvärde mellan åren 1950–2000 beräknats för att representera nuvarande klimat. I WORLDCLIM ingår 19 klimatiska indikatorer, som ofta använts för ekologisk niche-modellering och som vi bedömer är relevanta med avseende på svartgranens prestation och reaktionsmönster. Dessa har beräknats från:

- Månatliga temperatur- (min/max/medel) och nederbördsdata, vilka representerar årliga trender (t.ex. årlig medeltemperatur och årlig nederbörd),
- Säsongstrender (t.ex. årligt temperatur- och nederbördsspann).
- Extrema och/eller begränsande miljöfaktorer (t.ex. temperatur för varmaste och kallaste månad och nederbörd för våta och torra kvartal) (Tabell 3).

Tabell 3.
De klimatvariabler som undersökts i studien.

Variabel	Förklaring	Enhet
BIO1	Årlig medeltemperatur.	°C * 10
BIO2	Dygnstemperaturspann (Medelvärde av månatlig (max temp - min temp)).	°C * 10
BIO3	Isotermalitet (BIO2/BIO7) (*100).	
BIO4	Säsongsvariation i temperatur (standardavvikelse *100).	
BIO5	Maximumtemperatur under den varmaste månaden.	°C * 10
BIO6	Minimitemperatur under den kallaste månaden.	°C * 10
BIO7	Årligt temperaturspann (BIO5–BIO6).	°C * 10
BIO8	Medeltemperatur under kvartalet med mest nederbörd.	°C * 10
BIO9	Medeltemperatur under kvartalet med minst nederbörd.	°C * 10
BIO10	Medeltemperatur under det varmaste kvartalet.	°C * 10
BIO11	Medeltemperatur under det kallaste kvartalet.	°C * 10
BIO12	Årlig nederbörd.	millimeter
BIO13	Nederbördsmängd under månaden med mest nederbörd.	millimeter
BIO14	Nederbördsmängd under månaden med minst nederbörd.	millimeter
BIO15	Säsongsvariation i nederbörd (Variationskoefficient).	
BIO16	Nederbördsmängd under kvartalet med mest nederbörd.	millimeter
BIO17	Nederbördsmängd under kvartalet med minst nederbörd.	millimeter
BIO18	Nederbördsmängd under det varmaste kvartalet.	millimeter
BIO19	Nederbördsmängd under det kallaste kvartalet.	millimeter

För att analysera proveniensgruppernas prestation användes modellen:

$$y_{ijkl} = \mu + b_i + p_j + s(p)_{kj} + e_{ijkl} \quad (1)$$

där:

y_{ijkl} är värdet för träd ijkl,

b_i är effekten av block,

p_j är effekten av proveniensgrupp,

$s(p)_{kj}$ är effekten av sort inom proveniensgrupp,

e_{ijkl} är en slumpmässig residual,

i är antalet block,

j är antalet proveniensgrupper,

k är antalet sorter och j är antalet träd.

Samtliga effekter utom residualen ansågs vara fixa och analyserades med hjälp av SAS Proc GLM. Minstakvadratskattade proveniensgruppmedelvärden (LS means) beräknades och signifikanstest för parvisa jämförelser utfördes med Tukey-Kramers metodik (SAS Institute Inc., 2011).

Korrelationer mellan egenskaper beräknades på minstakvadratskattade sort-medelvärden med hjälp av SAS Proc CORR.

För att undersöka effekterna av klimatiska anpassningsmönster i de olika sorterna beräknades en förflyttning för en klimatvariabel som:

$$\Delta X = X_m - X_{lok} \quad (2)$$

där X_m är klimatvariabelvärdet för sort m och X_{lok} är klimatvariabelvärdet för försökslokalen i Nässja. Genom att skatta kvadratiske regressioner mellan sorternas egenskapsvärden (Y) och ΔX kunde eventuella förflyttningseffekter analyseras enligt:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \Delta X + \beta_2 \Delta X^2 + e \quad (3)$$

För att studera anpassningsmönstren på proveniensgruppsnivå ritades deras respektive områden ut på kartan och färglades i en skala som motsvarade prestationen för proveniensgruppen i fråga.

Resultat

För samtliga egenskaper mätta 2015 hade proveniensgrupp en signifikant effekt. För diameter fanns även en signifikant effekt av sort och modellens förklaringsgrad var avsevärt högre än för modellerna som beskrev stambrott och överlevnad (Tabell 4).

Tabell 4

P-värden för de oberoende fixa variablerna i *Ekvation 1* för de analyserade egenskaperna. Modellernas förklaringsgrad (R^2) redovisas också.

	Block	Proveniensgrupp	Sort	R^2
STBR15	<0,0001	<0,0001	0,2973	0,23
D15	<0,0001	<0,0001	0,0022	0,45
LEV15	<0,0001	<0,0001	0,1473	0,22
LEV00	0,0038	0,1522	0,2959	0,09
D00	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,40
H00	<0,0001	<0,0001	0,0024	0,40
FR00	0,0669	<0,0001	0,0470	0,33
SP92	<0,0001	0,0009	0,3353	0,13

För tidigare mätta egenskaper hade samtliga utom överlevnad år 2000 en signifikant effekt av proveniensgrupp. För tillväxtegenskaper och frostsador år 2000 var även effekten av sort signifikant och förklaringsgraden högre än för de andra tidigt mätta egenskaperna.

Proveniensmedelvärdena för de sent mätta egenskaperna visar att vissa svartgranproveniensgrupper överlag presterar över medelvärdet för svartgran (Tabell 5) men att vanlig gran konsekvent befinner sig i topp för samtliga egenskaper. För D15 finns fler parvisa jämförelser med signifikanta skillnader än för de andra egenskaperna (Tabell 5).

Tabell 5.

Minstakvadratskattade proveniensgruppmedelvärden (LSm), signifikanstest för parvisa jämförelser utfördes med Tukey-Kramers metodik (Tuk¹) samt relativtal (Rel.²) för egenskaperna mätta år 2015. För grundyta, som är en i efterhand beräknad egenskap, görs ingen parvis jämförelse. Medelvärdet för alla svartgransproveniens (PG) visas i fetstil längst ner i tabellen.

PG	LSm	LEV15		D15		STBR15		GYTA15			
		Tuk ¹	Rel. ²	LSm	Tuk ¹	Rel. ²	LSm	Tuk ¹	Rel. ²	M ³	Rel. ²
1	0,85	A	108	94,0	BC	101	0,29	AB	111	16,0	110
3	0,85	A	108	105,5	B	114	0,12	B	139	19,8	136
4	0,83	A	106	106,1	B	115	0,21	AB	124	18,0	123
5	0,87	A	110	101,8	B	110	0,19	AB	128	19,0	131
6	0,84	A	106	101,6	B	110	0,18	AB	129	18,2	125
8	0,89	A	114	100,8	B	109	0,27	AB	115	18,8	129
9	0,85	A	109	95,5	BC	103	0,45	A	87	16,2	111
10	0,78	A	100	94,7	BC	102	0,45	A	86	14,4	99
11	0,66	AB	84	80,6	CD	87	0,62	A	60	9,1	63
12	0,72	AB	91	73,4	D	79	0,49	A	81	7,9	54
13	0,80	A	102	82,5	CD	89	0,51	A	77	11,8	81
14	0,48	B	61	75,8	CD	82	0,60	A	64	5,4	37
30	0,98	A	124	113,9	B	123	0,16	AB	131	28,3	194
40	0,96	A	122	140,5	A	152	0,08	B	144	40,3	277
	0,81		100	92,1		100	0,35		100	14,7	100

Förklarande text till ovanstående tabell:

- ¹) Proveniensgrupper med olika bokstäver är signifikant skilda från varandra.
- ²) Relativa tal är beräknade på medelprestationen för svartgransprovenienserna där 100 motsvarar medelvärdet. Högre värde anger förbättrad och lägre värde försämrade prestation jämfört med medelvärdet.
- ³) Beräknad grundyta per hektar.

Proveniensmedelvärden för de tidigare mätta egenskaperna visar samma mönster som för egenskaperna mätta år 2015. Nämligen att vissa svartgransproveniens överlag presterar över medelvärdet för svartgran (Tabell 6) men att vanlig gran konsekvent befinner sig i topp för samtliga egenskaper. Vid de parvisa jämförelserna finns ett flertal signifikanta skillnader för samtliga egenskaper mätta år 2000 förutom överlevnad (Tabell 6).

Tabell 6.

Minstakvadratskattade proveniensgruppmedelvärden (LSm), signifikanstest för parvisa jämförelser utfördes med Tukey-Kramers metodik (Tuk¹) samt relativtal (Rel²) för egenskaperna mätta år 2000 eller 1992. Medelvärdet för alla svartgransproveniensers (PG) visas i fetstil längst ner i tabellen.

PG	SP92			FR00			H00			D00			LEV00		
	LSm	Tuk ¹	Rel. ²	LSm	Tuk ¹	Rel. ²	LSm	Tuk ¹	Rel. ²	LSm	Tuk ¹	Rel. ²	LSm	Tuk ¹	Rel. ²
1	0,21	A	118	0,65	AB	115	356	DE	95	53,7	BCD	97	0,96	A	100
3	0,22	A	116	0,56	B	143	402	BCD	108	60,2	AB	109	1,00	A	104
4	0,14	A	129	0,49	BC	167	429	BC	115	62,3	AB	112	0,95	A	100
5	0,24	A	114	0,27	CD	240	419	BC	112	58,4	BCD	105	0,99	A	103
6	0,27	A	110	0,62	AB	125	402	BCD	108	60,7	AB	109	0,89	A	93
8	0,31	A	104	0,65	AB	115	411	BC	110	61,0	AB	110	0,95	A	100
9	0,30	A	104	0,72	AB	93	377	CDE	101	58,0	BCD	105	1,00	A	105
10	0,58	A	62	0,84	AB	53	379	BCDE	102	59,2	ABC	107	0,96	A	100
11	0,39	A	91	0,91	A	28	325	EF	87	49,5	CDE	89	0,89	A	93
12	0,42	A	87	0,85	A	50	307	F	82	44,2	E	80	0,95	A	100
13	0,41	A	88	0,83	AB	56	346	E	93	51,5	CD	93	0,98	A	102
14	0,50	A	75	0,96	A	15	319	EF	86	46,5	DE	84	0,96	A	100
30	0,13	A	130	0,01	DE	326	450	AB	121	59,1	ABCD	107	0,99	A	103
40	0,23	A	115	0,00	E	327	499	A	134	70,0	A	126	0,97	A	101
	0,33		100	0,69		100	373		100	55,1		100	0,96		100

Förklarande text till ovanstående tabell:

- 1) Proveniensgrupper med olika bokstäver är signifikant skilda från varandra.
- 2) Relativa tal är beräknade på medel prestationen för svartgransprovenienserna där 100 motsvarar medelvärdet. Högre värde anger förbättrad och lägre värde försämrad prestation jämfört med medelvärdet.

Korrelationer beräknade på minstakvadratskattade sortmedelvärden visar på mycket starka korrelationer mellan tillväxtegenskaper. Det finns även starka korrelationer mellan egenskaperna SP92, FR00 och STBR15. Mellan tillväxt-egenskaperna och den senast nämnda egenskapsgruppen finns tydliga negativa korrelationer. Den enda egenskap som har icke-signifikanta (skilda från 0) korrelationer är överlevnad år 2000.

Tabell 7.

Korrelationer beräknade på sortmedelvärden för de uppmätta egenskaperna. Fet stil innebär att korrelationerna är signifikant skilda från 0 ($p = 0,05$).

	D00	D15	H00	LEV00	LEV15	FR00	SP92	STBR15
D00		0,91	0,93	0,18	0,62	-0,58	-0,34	-0,65
D15			0,95	0,16	0,60	-0,77	-0,42	-0,71
H00				0,16	0,66	-0,78	-0,44	-0,74
LEV00					0,30	-0,10	0,02	-0,18
LEV15						-0,51	-0,33	-0,73
FR00							0,47	0,64
SP92								0,49
STBR15								

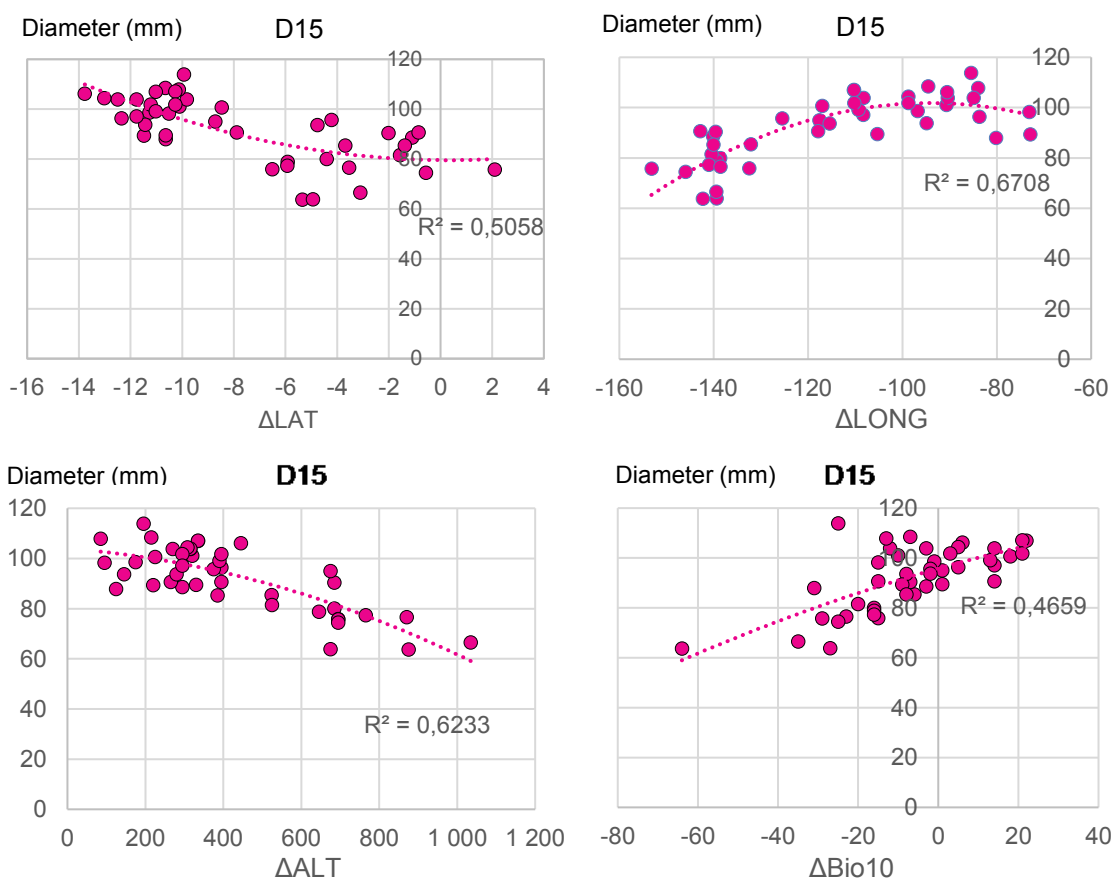
Vid analys av sorternas reaktionsmönster gjordes en avgränsning genom att särskilja egenskaper vars reaktionsmönster kunde beskrivas med en förklaringsgrad (r^2) större än 0,40. Givet detta befanns geografiska variabler (LAT, LONG, ALT) samt temperatur och nederbörd under det varmaste kvartalet (Bio10, Bio16, Bio18) vara viktiga för tillväxt- och arealproduktions egenskaper. För stambrott var bilden liknande men här tillkom egenskaper som relaterade till nederbörd under den torraste perioden (Bio14 och Bio17). För överlevnad nådde ingen modell över förklaringsgraden 0,40 (Tabell 8.).

Tabell 8.

Redovisning av de geografiska och klimatiska variabler, för vilka förklaringsgraden blev större än 0,40 vid kvadratisk regressionsanalys med de senast mätta egenskaperna som beroende variabel.

Egenskap	Variabler med $r^2 > 0,40$
D15	LAT, LONG, ALT, Bio10, Bio13, Bio16, Bio18
LEV15	
STBR15	LAT, LONG, Bio12, Bio14, Bio17, Bio18
GYTA15	LAT, LONG, ALT, Bio10, Bio16, Bio18

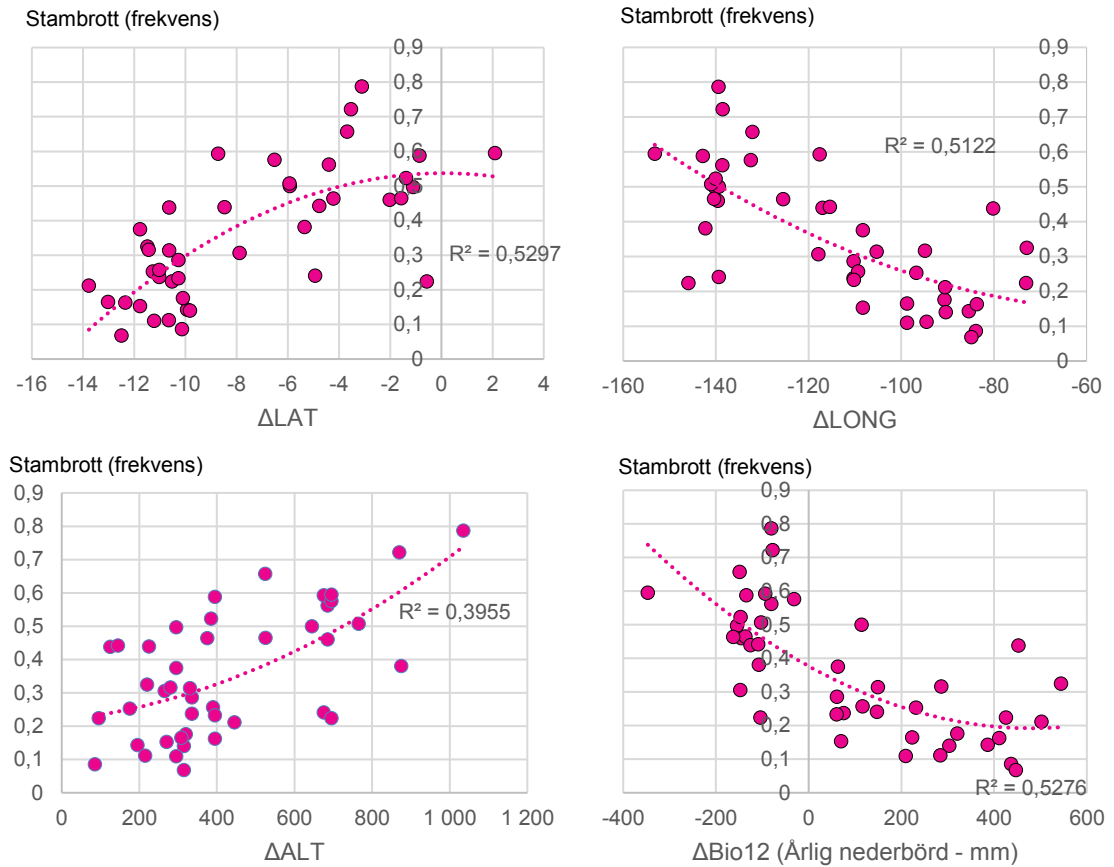
För D15 visade reaktionsmönstren att nord-västliga sorter från höga altituder och med lägre medeltemperatur än i försökslokalen, presterade sämre än syd-östliga sorter från lägre altituder och med samma eller högre medeltemperatur än i försökslokalen (Figur 1).



Figur 1.

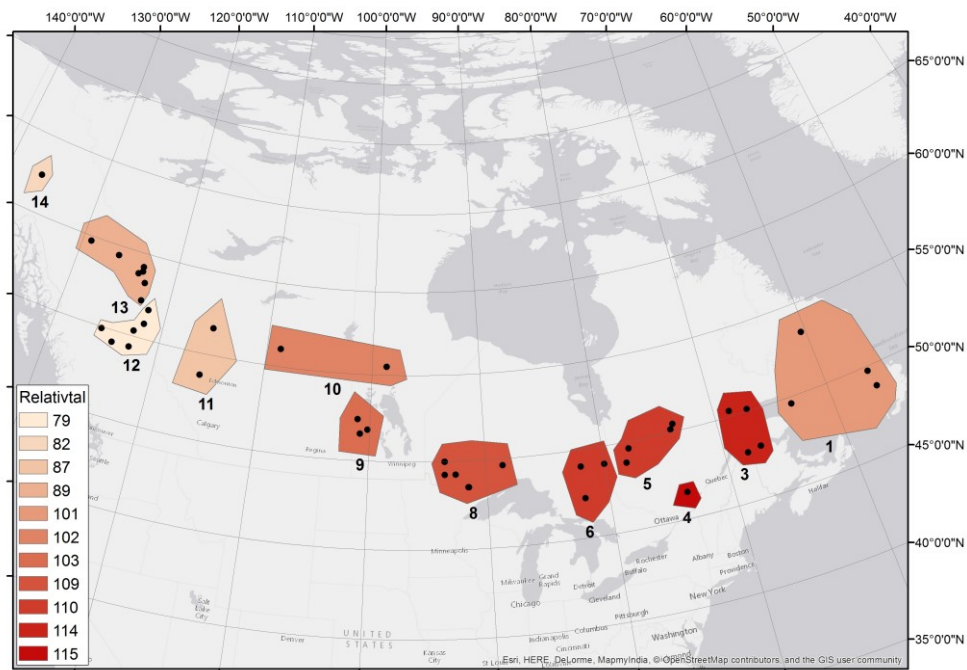
Reaktionsmönster för svartgranssorter avseende diameter mätt år 2015 vid förflyttning i latitud, longitud, altitud och medeltemperatur i det varmaste kvartalet (Bio10).

För stambrott år 2015 visade reaktionsmönstren att nord-västliga sorter från höga altituder och med mer årlig nederbörd än i försökslokalen presterade sämre än syd-östliga sorter från lägre altituder och med samma eller mindre årlig nederbörd än i försökslokalen (Figur 2).



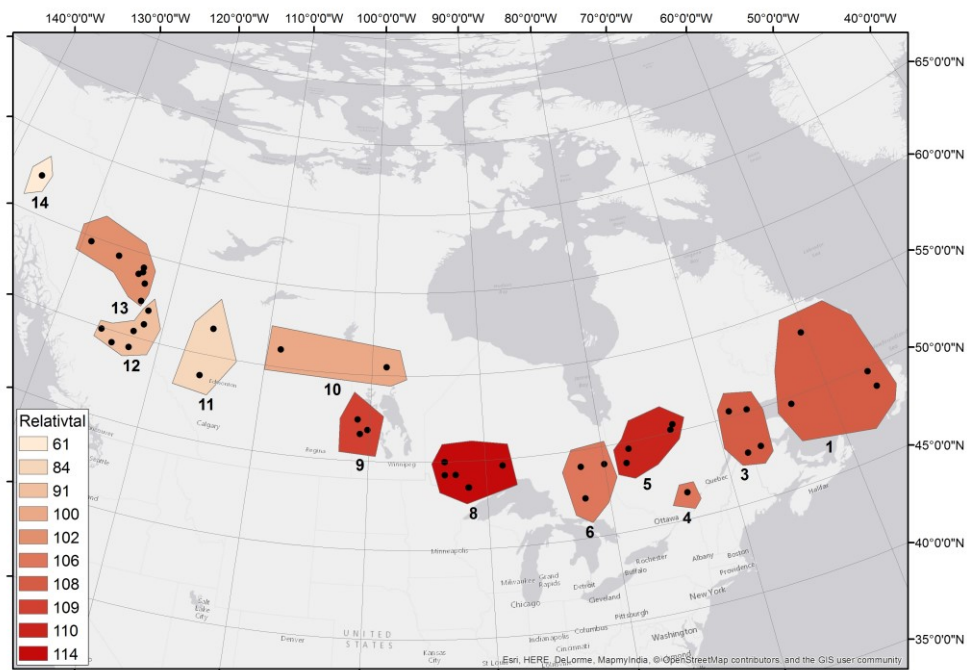
Figur 2.
Reaktionsmönster för svartgranssorter avseende stambrott mätt år 2015 vid förflyttning i latitud, longitud, altitud och årlig nederbörd (Bio12).

På proveniensgruppnsnivå visade sig ett liknande mönster som på sortnivå. För D15 är de syd-östliga *Proveniensgrupperna 3 och 4* bäst, tätt följda av de mer sydliga-centrala 5–8.



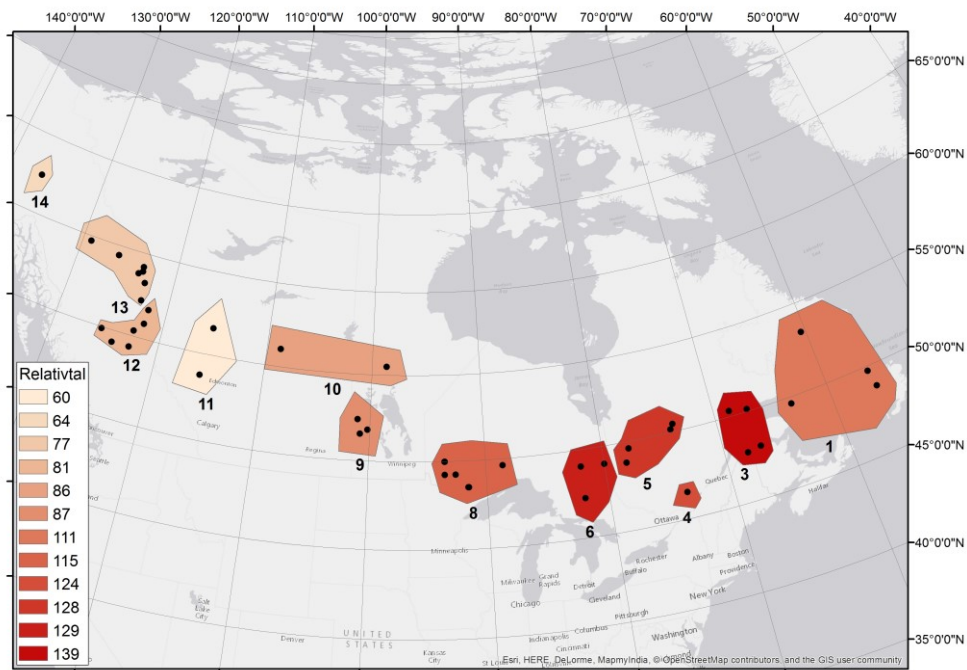
Figur 3.
Relativa tal för svartgransproveniensergrupper för diameter år 2015.

För överlevnad var de lite mer centrala *Proveniensergrupperna 5 och 8* bäst, men skillnaderna i absoluta tal var små mellan *Proveniensergrupperna 1–9* (Tabell 5).



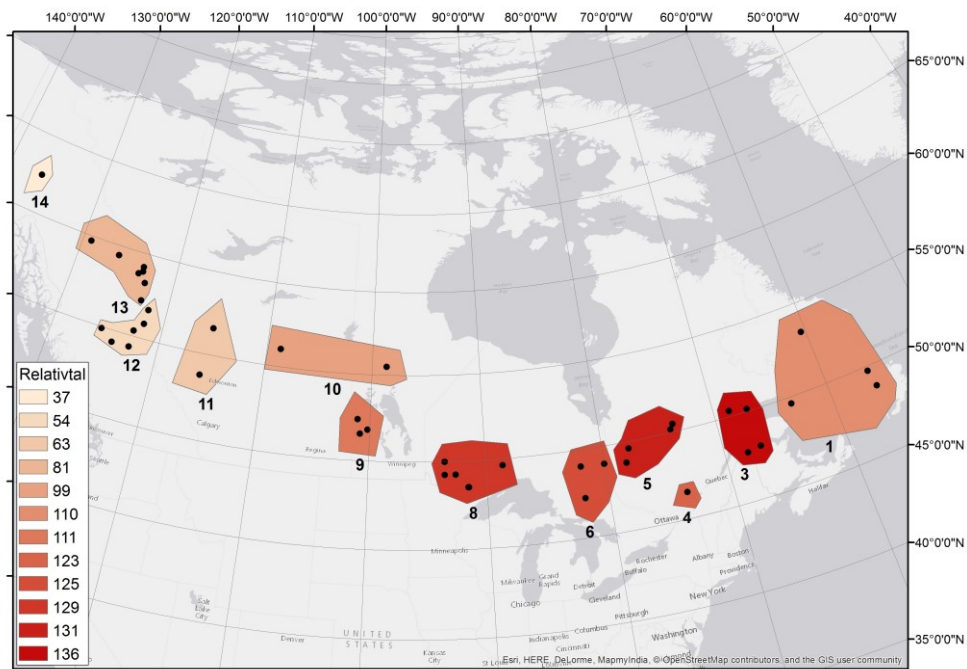
Figur 4.
Relativa tal för svartgransproveniensergrupper för överlevnad år 2015.

För stambrott var den syd-östliga *Proveniensergruppen 3* bäst följt av de närliggande *Grupperna 4–6*.



Figur 5.
Relativa tal för svartgransproveniensergrupper för stambrott år 2015.

För grunddyta år 2015, där såväl tillväxt och överlevnad bakas samman, var den syd-östliga *Proveniensergruppen 3* bäst men även de närliggande *Grupperna 4–8* presterade bra.



Figur 6.
Relativa tal för svartgransproveniensergrupper för grunddyta år 2015.

Motsvarande proveniensergruppsmönster för tidigare mätta egenskaper finns i Bilaga 2.

Diskussion

Den huvudsakliga slutsatsen från den här studien är, att de kraftiga avgångar som drabbat försöket i Nässja, inte i grunden har förändrat de tidigare fastställda rekommendationerna för användning av svartgran i Mellansverige (jfr. Gyllemark, 2002). Däremot föreslås vissa justeringar. *Proveniensgrupperna 3–8* är de absolut bästa för alla egenskaper av intresse. *Proveniensgrupperna 9 och 10* (Manitoba och Saskatchewan) presterar däremot inte så bra att de längre bör rekommenderas. De senare har också drabbats av stambrott i mycket högre utsträckning än *Grupperna 3–8*. Vidare visar också den vanliga granen sin totala överlägsenhet gentemot svartgranen i Nässjas fastmarksförhållanden. Gran med beståndsursprung Rezekne hade nästan dubbelt så stor grundyta som medelvärdet av svartgranarna och fröplantagerna var mer än 2,5 gånger bättre. Förutom bättre tillväxt hade gran också bäst överlevnad och minst andel stambrott. Detta stämmer väl överens med tidigare studier som framhåller granens överlägsenhet i Mellansverige på fastmark medan svartgran visat sig vara bättre på fuktiga och frostlanta torvmarker. Av det skälet var det mycket olyckligt att försöket i Forsbol inte var tillgängligt för analys (gallrats utan vår kännedom), eftersom försöket hade just de förutsättningarna. Det innebär att generaliserbarheten av resultaten i den här studien begränsas.

Effekten av proveniensgrupp är starkt signifikant för alla egenskaper (nya som gamla) förutom överlevnad år 2000 (sannolikt eftersom överlevnaden vid det tillfället generellt var hög), vilket styrker att det finns en tydlig proveniensvariation för svartgran. Det är dock intressant att effekten av sort också är signifikant för alla tillväxtegenskaper, vilket antyder att det kan finnas skäl att undersöka de individuella sorternas prestation (inom respektive proveniensgrupp). Det kan också tyda på att den proveniensgruppering som tidigare gjorts är något grov och att det eventuellt skulle kunna göras på ett annat sätt.

Korrelationsanalysen visar att det finns ett tydligt samband mellan sprötkvistfrekvens mätt år 1992, frostskada mätt år 2000 och sedermera stambrott mätt år 2015. Sälunda är det i hög utsträckning samma sorter som drabbats av sprötkvistar, frostsador och stambrott. De sorter som drabbats mest av skadorna är av nord-västligt ursprung med tidigare tillväxtstart och invintring, medan de sorter som är mest oskadade är de med senare tillväxtstart och invintring (Bilaga 2). Detta sammantaget antyder att vi ser de negativa effekterna av en missanpassad tillväxttrytm för försökslokalens förhållanden. För gran finns sedan tidigare många studier (t.ex. Werner och Karlsson, 1982; Persson och Persson, 1992; Hannerz, 1999) som visat på negativa effekter av dåligt anpassad tillväxttrytm för Syd- och Mellansverige. Man rekommenderar i dag sent skjutande material i dessa områden, för att undvika skador av främst sen vårfrost. Det är också värt att notera att effekten av denna missanpassning i den här studien först visade sig som sprötkvistskador och därefter som frostsador, men som vid de tillfällena hade väldigt liten effekt på överlevnad. Däremot har det nu vid den senaste mätningen blivit en tydlig koppling till överlevnad. En slutsats av detta blir att det kan ta tid innan de negativa effekterna av missanpassning slår ut i ren mortalitet men att signalerna (i det här fallet i form av klimatrelaterade skador) kan ha upptäckts tidigare.

Reaktionsmönstren visar klinala gradienter, där de geografiska variablerna (LAT, LONG, ALT) för det mesta har en tydlig systematisk effekt på prestationen. Det är också intressant att klimatvariabler som kopplar till tillväxtförutsättningar (temperatur och nederbörd under tillväxtsången) verkar viktiga för diameter år 2015 och att klimatvariabler som kan tänkas koppla mot stresstålighet (såväl torrperioder som nederbördsmängd t.ex. under vintern), verkar viktiga för stambrott år 2015. Det är dock svårt att på de här begränsade dataunderlagen, dra några slutsatser om kausaliteten i sambanden. För det skulle en mer omfattande studie vara nödvändig.

Eftersom den här studien endast kom att omfatta ett fastmarksförsök i Mellansverige går det inte att med säkerhet säga hur användningsrekommendationerna för svartgran på torvmark påverkats av den senaste tidens avgångar och skador. Eftersom det var just på torvmark som svartgran i tidigare studier i Mellansverige, var överlägsen gran, kan vi heller inte säga något om hur det förhållandet ser ut i dag. De två försök som vi avsåg studera i detta arbete tillhörde en Skogforsk-serie från 1987 och det finns en liknande försöksserie tillhörande SLU från 1988. Den serien består av fyra försök i Syd- och Mellansverige där såväl fastmarks- som torvmarksförhållanden går att studera. En ny inventering och analys av de försöken skulle kunna ge svar på detta.

Slutligen visar denna studie på vikten av en hållbar, långsiktig förvaltning av den stora mängd genetiska fältförsök som finns i Sverige. Skador och avgångar som uppstår senare i trädens utvecklingsfas kan då analyseras för att se om det finns någon genetisk variation i exempelvis motståndskraft/vitalitet. Något som kan komma att bli än mer värdefullt i ett framtida förändrat klimat.

Slutsatser

- De kraftiga avgångar som drabbat försöket i Nässja har inte i grunden förändrat de tidigare fastställda rekommendationerna för användning av svartgran i Mellansverige (jfr Gyllemark, 2002). Men en justering är att proveniensgrupperna 9 och 10 (Manitoba och Saskatchewan) inte längre bör rekommenderas.
- Gran är överlägset svartgran i alla uppmätta egenskaper och fröplantagematerial presterar bättre än östeuropeiskt beståndsfro.
- De avgångar och skador som drabbat svartgranen verkar vara klimatrelaterade och bero på dålig anpassning av tillväxtrytmen. Senareskjutande och invintrande provenienser verkar mest anpassade och presterar bäst.

Referenser

- Gyllemark, M. 2002. Provenienser av svartgran (*Picea mariana* [Mill.] B.S.P.). Skogforsk. Redogörelse nr 4, 2002.
- Hannerz, M. 1989. Tillväxt och skador i ung ålder i en pilotserie med provenienser av svartgran (*Picea mariana*) i östra Mellansverige. Institutet för Skogsförbättring. Arbetsrapport nr. 223.
- Hannerz, M. 1999. Early Testing of Growth Rhythm in *Picea abies* for Prediction of Frost Damage and Growth in the Field. Doctoral thesis. Acta Univ. Agric. Sueciae 1999:85. SLU, Uppsala. 45 pp. ISBN 91-576-5619-3(1999:85): 45.
- Hijmans, R.J., S.E. Cameron, J.L. Parra, P.G. Jones and A. Jarvis, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 25: 1965–1978.
- Jönsson, A.M., Bärning, L. 2004. Climate change and the effect of temperature backlashes causing frost damage in *Picea abies*. Glob Planet Change. 44:195–207.
- Jönsson, A.M., Bärning, L. 2011. Ensemble analysis of frost damage on vegetation caused by spring backlashes in a warmer Europe. Nat Hazard Earth Syst Sci. 11:401–411.
- Langvall, O. 2011. Impact of climate change, seedling type and provenance on the risk of damage to Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings in Sweden due to early summer frosts. Scand. J. For Res. 26(Suppl 11):56–63.
- Morgenstern, E.K. 1978. Range-wide genetic variation of black spruce. Can. J. For. Res. 8: 463–473.
- Nilsson, C.-J. 1993. Svartgran – proveniensförsök med svartgran i Mellansverige. Examensarbete, Sveriges lantbruksuniversitet, Skogsmästarskolan, nr 3. 42 pp. Skinnskatteberg.
- Persson, A. & Persson, B. 1992. Survival, growth and quality of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) provenances at the three Swedish sites of the IUFRO 1964/68 provenance experiment. Report 29. Department of Forest Yield Reserach. Swe. Univ. Agric. Sci.: 67 pp.
- SAS Institute Inc. 2011. SAS/STAT User's guide 9.3. SAS Institute, Inc. Cary, NC.
- Ståhl, E.G. 1989. Black spruce – production potential and provenance variation. Final report to The National Board of Forestry. 42 pp.
- Werner, M. & Karlsson, B. 1982. Resultat från 1969 års granprovenienser i Syd och Mellansverige. Föreningen skogsträdförädling, Institutet för skogsförbättring. Årsbok 1982: 90–158.

Bilaga 1.

Tabell över de ingående provenienserna och deras gruppering.

Fältnr	Regnr	Trädslag	Ursprung	Lat	Long ¹⁾	Alt	Provenien sgrupp
1	S22A8560001	Svartgran	North of Baie Comeau, Que	50,3	68,7	250	3
2	S22A8560002	Svartgran	Skippins Ridge, Nfld	49,8	56,3	150	1
3	S22A8560003	Svartgran	Northeast of Chibougamau, Que	50,2	73,9	375	5
4	S22A8560004	Svartgran	Gooes Bay, Labrador	53,3	60,4	10	1
5	S22A8560005	Svartgran	Loon Lake, Alta, Canada	56,6	115,3	579	11
6	S22A8560006	Svartgran	British Columbia, Canada	59,2	123,3	350	13
7	S22A8360210	Svartgran	SCA nr 5 745-v-72	55,9	121,8	740	12
8	S22A8360211	Svartgran	SCA nr 9 749-v-72	58,3	122,8	740	13
9	S22A8360212	Svartgran	SCA nr 13 753-v-72	59,4	126,1	450	13
10	S22A836712	Svartgran	Parc Mist Assini, Que	50,5	73,6	370	5
11	S22A836713	Svartgran	Matagamt, Que	49,6	77,8	270	5
12	S22A836714	Svartgran	Parc Cartier, Que	50,1	67,2	140	3
13	S22A836715	Svartgran	Anticosti Island, Que	49,6	63,4	180	1
14	S22A836716	Svartgran	Manitoba, Can	51,6	100,9	730	9
15	S22A836717	Svartgran	Kapuskasing, Ontario	49,0	80,0	230	6
16	S22A836718	Svartgran	Bear Lake, BC	54,4	122,6	700	12
17	S22A836720	Svartgran	Steam Boat, BC	58,7	123,7	580	13
21	S22A8061001	Svartgran	Matapedi, Que	47,9	66,9	450	3
22	S22A8061002	Svartgran	DLF SR 4W, Ontario	48,5	91,5	325	8
23	S22A8061003	Svartgran	DLF SR 5S, Ontario	49,3	93,5	390	8
24	S22A8061004	Svartgran	DLF SR 4S, Ontario	50,0	93,5	390	8
25	S22A8061005	Svartgran	Manitoba Pulp River	51,8	100,2	280	9
26	S22A8061006	Svartgran	Manitoba Birch Rlver	52,4	101,1	320	9
27	S22A8061007	Svartgran	Manitoba Paint Lake	55,5	98,7	200	10
28	S22A8061008	Svartgran	Saskatchewan Peter Pond	56,1	108,7	430	10
29	S22A8061009	Svartgran	Alberta Sec 22T.55 R.12 Whitecourt	53,8	115,7	750	11
30	S22A8061010	Svartgran	Yukon Mile 120, HWY Whitehorse, Mayo	62,4	136,4	750	14
31	S22A8568301	Svartgran	Sandy Brook Near Badger, Nfld	48,8	56,1	275	1
37	S22A8568313	Svartgran	Co. Matapeoia, Que	47,8	68,1	370	3
38	S22A8568314	Svartgran	St Zenon Co., Berthier, Que	46,5	73,8	500	4
39	S22A8568316	Svartgran	Co Abititi Est., Que	48,8	78,1	335	5
40	S22A8568317	Svartgran	DLF SR 4E, Ont	47,3	82,0	363	6
41	S22A8568318	Svartgran	DLF SR 3E, Ont	49,1	82,0	350	6
42	S22A8568319	Svartgran	DLF SR 3W, Ont	49,6	88,6	385	8

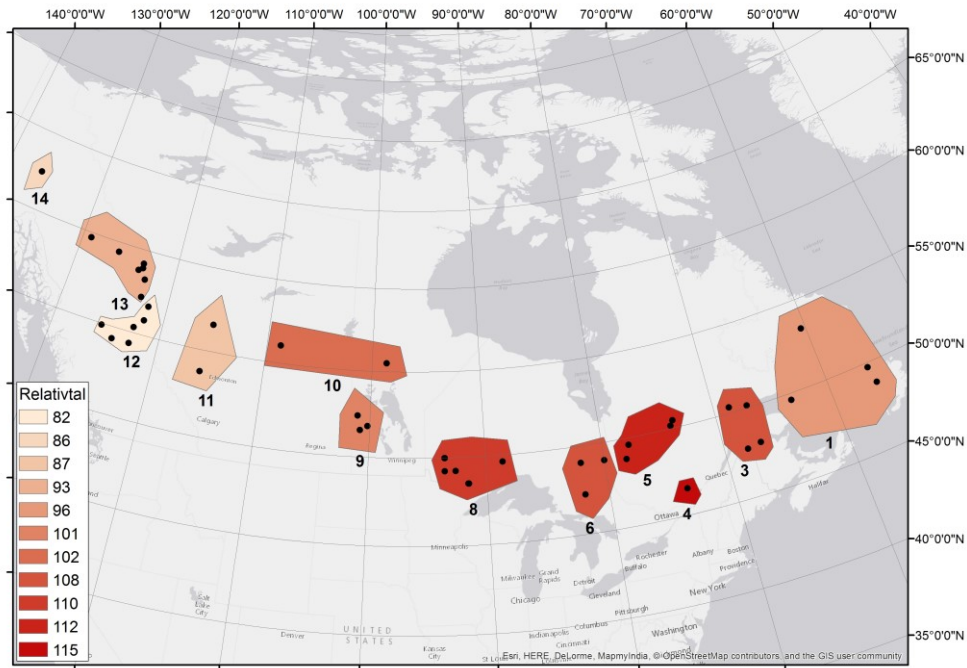
Fortsättning på tabell:

Fältnr	Regnr	Trädslag	Ursprung	Lat	Long ¹⁾	Alt	Proveniensgrupp
43	S22A8568320	Svartgran	DLF SR 4W, Ont	48,5	91,6	350	8
44	S22A8568321	Svartgran	DLF SR 5S, Ont	49,3	92,6	445	8
45	S22A8568322	Svartgran	DLF SR 4S, Que	50,0	93,5	450	8
46	S226SCA1	Svartgran	British Columbia 1	54,9	125,5	930	12
47	S226SCA2	Svartgran	British Columbia 2	54,3	124,3	820	12
48	S226SCA4	Svartgran	British Columbia 4	55,3	122,6	730	12
49	S226SCA6	Svartgran	British Columbia 6	56,7	121,8	925	12
50	S226SCA7	Svartgran	British Columbia 7	57,2	122,7	1090	13
51	S226SCA10	Svartgran	British Columbia 10	58,9	123,3	440	13
53	S226SCA16	Svartgran	British Columbia 16	59,7	129,2	750	13
514	S22A8120014	Gran	Rezekne, Lettland	55,5	27,3	200	30
601	S22P8320217	Gran	Fp65 Rörby (Svenska kloner)				40
602	S22P8320218	Gran	Fp65 Rörby (Polska kloner)				40
606	S22P8320213	Gran	Fp66 Saleby				40
607	S22P8320219	Gran	Fp496 Myra				40

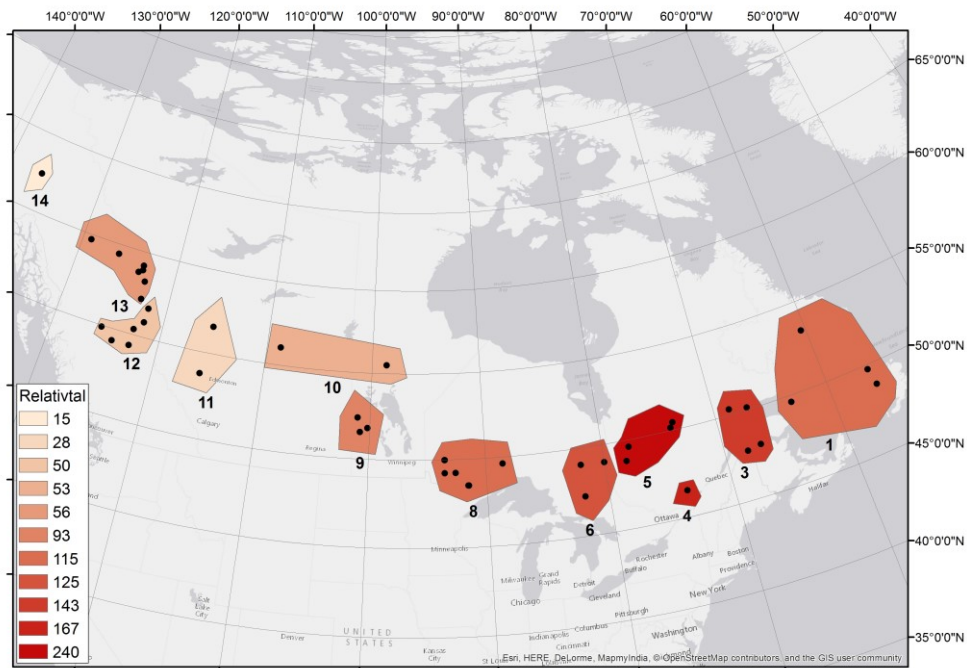
¹⁾ För samtliga svartgranprovenienser anges longituden i grader väst om nollmeridianen medan det för granproveniensen Rezekne anges i grader öst om nollmeridianen.

Bilaga 2.

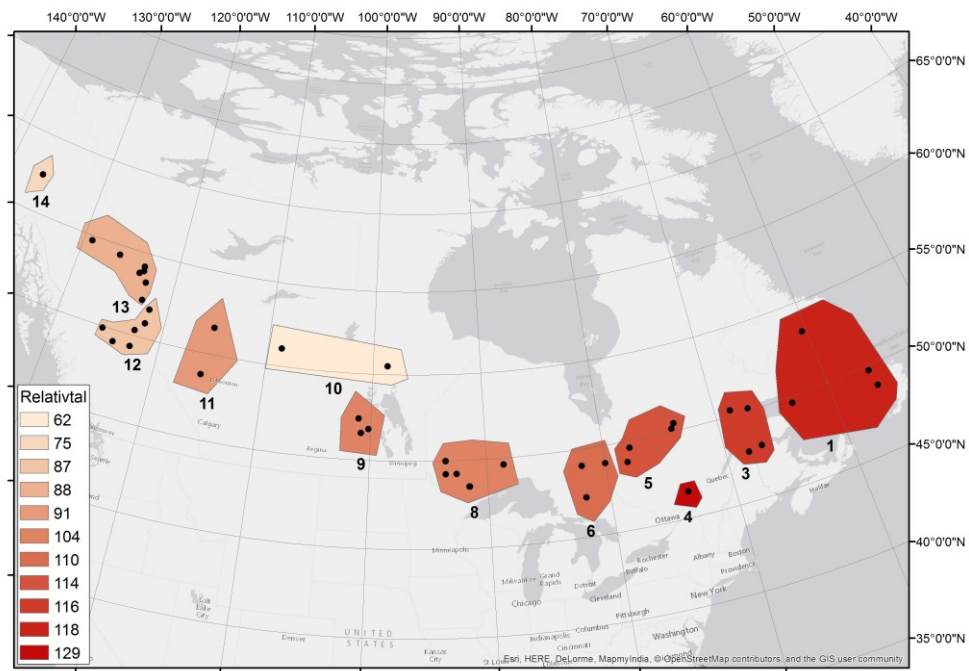
Figurer över relativtal för proveniensgrupper för egenskaper mätta före år 2015.



Figur 1.
Relativa tal för svartgransproveniensgrupper för höjd år 2000.



Figur 2.
Relativa tal för svartgransproveniensgrupper för frostsador år 2000.



Figur 3.
 Relativa tal för svartgransprovenienser för sprötkvist år 1992.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2015

År 2015

- Nr 856 Widinghoff, J. 2015. Logistiklösning för delkvistat sortiment – Lätta skyddsplåtar på virkesbilar för transport av träddeklar och delkvistade sortiment. – Lightweight side-shields on timber trucks transporting partly delimbed energy wood. 15 s.
- Nr 857 Hannrup B, Bhuiyan N. Möller J.J. 2015. Rikstäckande utvärdering av ett system för automatiserad gallringsuppföljning. – Nationwide evaluation of a system for automated follow-up of thinning. 56 s.
- Nr 858 Frisk, M., Rönnqvist, M. & Flisberg, P. 2015. Vägrust – Projekt rapport. 2015. – Vägrust – Project Report. 48 s.
- Nr 859 Asmoarp, V. & Jonsson, R. 2015. Fokusveckor 2014. Bränsleuppföljning för tre fordon inom ETT-projektet, ST-RME, ETT1 och ETT2. – Monitoring fuel consumption of three rigs in the ETT project: ST-RME, ETT1 and ETT2 42 s.
- Nr 860 Johannesson, T. 2015. Ny teknik för askåterföring i skogsmark. – New technology for ash recycling on forest floor. 14 s.
- Nr 861 Asmoarp, V., Nordström, M. & Westlund, K. 2015. Stämmer väglagervolymer? – En fallstudie inom projektet "Skogsbrukets digitala kedja". – "Are roadside stock volumes correct? – A case study in the Digital Chains in Forestry project. 17 s.
- Nr 862 Möller, J.J., Bhuiyan, N. & Hannrup, B. 2015. Utveckling och test av beslutsstöd vid automatiserad gallringsuppföljning. – Development and test of decision-support tool for automated monitoring of thinning 38 s.
- Nr 863 Jonsson, R. 2015. Prestation och kvalitet i blädning med skördare och skotare. – Performance and costs in selective harvesting with harvester and forwarder. 27 s.
- Nr 864 Englund, M., Adolfsson, Niklas, Mörk, A., & Jönsson, P. 2015. Distribuerad arbetsbelysning – LED öppnar nya möjligheter för belysning hos arbetsmaskiner. – Distributed work lighting – LED lamps improve lighting on forest and agricultural machines. 20 s.
- Nr 865 Hofsten von, H. & Funck, J. 2015. Utveckling av HCT-fordon i Sverige. – HCT, heavier vehicle, truck design, ST, ETT. 28 s.
- Nr 866 Fridh, L. 2015. Utvärdering av fukthaltsmätare PREDIKTOR Spektron Biomass. – Evaluation of the Prediktor Spektron Biomass moisture content analyser. 10 s.
- Nr 867 Fridh, L. & Öhgren, J. 2015. Förstudie Automatisk skäppmätning av flis med laser. 20 s.
- Nr 868 Eriksson, A., Hofsten von, H. & Eliasson, L. 2015. Systemkostnader, logistik och kvalitetsaspekter för sju försörjningskedjor för stubbränslen. – System costs, logistics and quality aspects relating to seven supply chains for stump fuel. 29 s.
- Nr 869 Englund, M., Lundström, H., Brunberg T. och Löfgren, B. Utvärdering av Head up-display för visning av apteringsinformation i slutavverkning. 15 s.
- Nr 870 Löfroth, C. 2015. ETTaero – En förstudie av aerodynamisk utformning av skogsfordon. – A pilot study of aerodynamic design of forest vehicles 32 s.
- Nr 871 Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Hjerpe, T. och Sonesson, J. 2015. Skadeförekomst efter tidig gallring. – Damage after early thinning. 14 s.
- Nr 872 Fogdestam, N. & Löfroth, C. 2015 ETTdemo, demonstration av ETT- och ST-fordon. – ETTdemo, demonstration of ETT- and ST-vehicles. 34 s.
- Nr 873 Fridh, L. 2015. Produkttegenskaper för skogsbränsle. – Förslag till indelning, struktur och definitioner. – Forest fuel product characteristics- proposal for categories, structure and definitions. 46 s.

- Nr 874 Enström, J. 2015. Möjligheter till inrikes sjötransporter av skogsbränsle. – Possibilities for coastal maritime transport of forest fuel in Sweden. 22 s.
- Nr 875 Grönlund, Ö. & Iwarsson Wide, M. 2015. Uttag av skogsbränsle vid avveckling av låg skärmar av björk. – Harvest of forest fuel when birch shelterwoods are removed. 15 s.
- Nr 876 Jacobson, S. 2015. Lågskärm av björk på granmark – Modellerings av beståndsutveckling och ekonomisk analys. – The use of birch as a shelter in young Norway spruce stands – Modelling stand development and economic outcome. 39 s.
- Nr 877 Grönlund, Ö., Iwarsson Wide, M., Englund, M. & Ekelund, F. 2015. Sektionsgallring en arbetmetod för täta klena gallringar. – Thinning in Sections – a work method for small-tree harvest. 17 s.
- Nr 878 Eliasson, L. & Nilsson, B. 2015. Skotning av GROT direkt efter avverkning eller efter hyggeslagring. – Forwarding of logging residue immediately after felling or after stor age on the clear-cut. – Effects on nutrient extraction, needle shedding, and moisture content. 10 s.
- Nr 879 Eriksson, B., Widinghoff, J., Norinm K. & Eliasson, L. 2015. Processkartläggning – Ett verktyg för att förbättra försörjningskedjor. – Process mapping – a tool for improving supply chains. 46 s.
- Nr 880 Möller, J.J., Nordström, M. & Arlinger, J. 2015. Förbättrade utbytesprognoser. – En förstudie genomförd hos SCA, Sveaskog och Södra. – Improved yield forecasts – a pilot study by SCA, Sveaskog and Södra. 14 s.
- Nr 881 von Hofsten, H. 2015. Vägning med hjälp av inbyggda vågar i fjädringen på lastbilar. – Payload weighing using onboard scales connected to the air suspension of trucks. 10 s.
- Nr 882 Rosvall, O., Kroon, J. & Mullin, T.J. 2015. Optimized breeding strategies at equivalent levels of population diversity. 61 s.
- Nr 883 Högbom, L. & Rytter, R.-M. 2015. Markkemi och fastläggning av C och N i bestånd med snabbväxande trädslag - Etapp 2. – Slutrapport till Energimyndigheten 2015. – Soil chemistry and C and N sequestration in plantations with fast-growing tree species – Phase 2. – Final report to The Swedish Energy Agency 2015. 17 s.
- Nr 884 Hannrup, B., Andersson, M., Henriksen, F., Högdahl, A., Jönsson, P. & Löfgren, B. 2015. Utvärdering av V-Cut – en innovation med potential att minska förekomsten av kapsprickor. – Evaluation of V-Cut – an innovative saw bar with potential to reduce the occurrence of bucking splits. 32 s.
- Nr 885 Willén E. & Andersson, G. 2015. Drivningsplanering. En jämförelse mellan sju skogsföretag – A comparison of seven forest companies 2015. 31 s. + Bilaga 2-8.
- Nr 886 Johansson, F. 2015. Kontinuerlig uppföljning av drivmedelsförbrukning och lastfyllnadsgrad för ETT- och ST-fordon 2014. – Continual monitoring of fuel consumption and load utilisation of ETT and ST vehicles 21 s.
- Nr 887 Högberg, K.A. 2015. Selektionseffekter vid förökning av gran med somatisk embryogenes. – Selection effects of somatic embryogenesis in propagation of Norway spruce. 11 s.
- Nr 888 Enström, J. & von Hofsten, H. 2015. ETT-Chips 74-tonne trucks – Three 74-tonne chip trucks monitored in operation over one year. 23 s.
- Nr 889 Rytter, L., Stener, L.G. 2015. Gråal och hybrid alder.-En potential för ökad energiinriktad produktion i Sverige. – Grey alder and hybrid alder-Potentials for increased biomass production for energy in Sweden. 28 s.
- Nr 890 Asmoarp, V. & Enström, J. 2015. Fokusveckor 2015-Bränsleuppföljning för ETT 74 tons flisfordon inom projektet ETT-Flis. – Focus Weeks 2015 Monitoring fuel consumption of a 74-tonne chip truck in the ETT project. 25 s.
- Nr 891 Johannesson, T., Enström J. & Ohls, J. 2015. Test av paraffinolja för att motverka fastfrysning av flis i containrar. – Test of paraffin oil to prevent wood chips freezing onto surfaces in steel containers. 5 s.

År 2016

- Nr 892 Ågren, K., Hannrup, B., Jonsson, R., Jönsson, P., Lundström, H. och Nordström, M. Utvärdering av dimensionsmätning och förekomst av kapsprickor vid avverkning med Komatsu X19. – Evaluation of measurement quality and frequency of bucking splits in harvesting with the Komatsu X19 Harwarder. 21 s.
- Nr 893 Ågren, K., Möller, J. J. och Bhuiyan, N. 2016. Utveckling av en standardiserad metod för kalibrering av volymsbestämning vid avverkning med flerträdshanterande skördaraggregat. – Development of a standardised method for calibrating volume measurements when using a multi-tree handling harvester head. 27 s.
- Nr 894 Almqvist, C. & Rosenberg, O. 2016. Bekämpning av grankotterost (*Thekopsora areolata*) med fungicider – Försök utförda 2014 och 2015. – Control of cherry spruce rust infection (*Thekopsora areolata*) by use of fungicides – Trials performed in 2014 and 2015. 10 s.
- Nr 895 Westin, J., Helmersson, A. & Stener, L.-G. 2014. Förädling av lärk i Sverige. – Kunskapsläge och material. Genetic improvement of larch in Sweden – knowledge status and seed materias. 55 s.
- Nr 896 Mohtashami, S., Nordlund, S., Krook, M., Bergkvist, I., Ring, E. & Högbom, L. 2016. Körskador vid slutavverkning – en inventeringsstudie i Mälardalen. 16 s.
- Nr 897 von Hofsten, H. & Eliasson, L. 2016. Skotning av grot och rundved med en kombiskotare eller med två dedikerade skotare. 8 s.
- Nr 898 Rytter, L. & Mc Carthy, R. 2016. – Uthållig produktion av hybridasp efter skörd – Slutrapport 2016 för Energimyndighetens projekt 30346. - Sustainable production of hybrid aspen after harvest – Final Report 2016 from Swedish Energy Agency Project 30346.
- Nr 899 Bhuiyan, N., Möller, J.J., Hannrup, B. & Arlinger, J. 2016. Automatisk gallringsuppföljning. – Arealberäkning samt registrering av kranvinkel för identifiering av stickvägsträd och beräkning av gallringskvot – Automatic follow-up of thinning-stand area estimation and use of crane angle data to identify strip road trees and calculate thinning quotient.. 47 s.
- Nr 900 Pettersson, F. 2016. Effekter av olika gallringsformer och stickvägsavstånd på virkesproduktion och ekonomi i tallförsöket Kolfallet. – Resultat efter två gallringar och en 20-årig försöksperiod. – Effects of type of thinning and strip road distance on timber production and economy in the Scots pine field experiment at Kolfallet. – Results after two thinnings and a 20-year study period. 45 s.
- Nr 901 Eliasson, L., Mohtasami, S. & Eriksson, A. 2016. Analys av ett högproduktivt flissystem – Analysis of factors affecting a high productive chip supply system. 20 s.
- Nr 902 Enström, J., Asmömarp, V., Davidsson, A., Johansson, F., Jönsson, P. & Mohtashami, S. 2016. Transportsystemet Inlandsbanan – The Inlandsbanan transport system. 50 s.
- Nr 903 Klingberg, A., Persson, T. & Sundblad, L.G. 2016. Projektrapport – Fröskörd från tallfröplantage T2 Alvik – Effekt av inkorsning på planteringsresultatet i fält (projekt nr 244). – Project report Harvests from the T2 Alvik orchard – Effect of cross-pollination on operational planting outcome.
- Nr 904 Friberg, G. & Bergkvist, I. 2016. Så påverkar arbetsrutiner och markfuktighetskartor körskador i skogsbruket – Inventering av avverkningstrakter och intervjustudie visar hur det moderna skogsbruket arbetar mot körskador. 27 s.
- Nr 905 Berlin, M. & Friberg, G. 2016. Proveniensval av Svartgran i Mellansverige – Provenance choice of black spruce in central Sweden.. 22 s.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiftelsen, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar 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.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Från Skogforsk nr. 905–2016



www.skogforsk.se