



Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

Proveniensskillnader i fem klontester med gran i Mellansverige

**Johan Sonesson
1996**

Arbetsrapport nr 344

**SkogForsk, Glunten, 751 83 UPPSALA
Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00**

SkogForsk

–Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

arbetar för ett långsiktigt, lönsamt skogsbruk på ekologisk grund. Bakom SkogForsk står skogsbolagen, skogsägareföreningarna, stift, gods, allmänningar, plantskolor, 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. Forskning och utveckling bedrivs inom fyra huvudområden: råvara och marknad, förädling och förökning, skötsel och miljö samt driftsystem. På de områden där SkogForsk har särskild kompetens utförs även i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter.

Serien Arbetsrapporter dokumenterar långliggande försök, 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.

Handledningar: Anvisningar för hur olika arbeten lämpligen utförs.

Innehåll

Innehåll.....	1
Sammanfattning	2
Inledning	3
Material och metoder	4
Försöken	4
Mätningar	5
Variansanalys kloner	5
Variansanalys fröplantor	6
Korrelationsanalys	7
Jämförelse av höjd mellan olika fenologiklasser	7
Resultat.....	8
Skillnader mellan proveniensgrupper av kloner.....	8
Skillnader mellan mätarsorter	9
Korrelationer med fenologi	11
Jämförelse av höjd mellan olika fenologiklasser	12
Diskussion	15
Begränsningar i materialet.....	15
Skillnader mellan proveniensgrupper av kloner.....	15
Skillnader mellan mätarsorter	16
Samband med fenologi	16
Referenser	17

Sammanfattning

Kontinentaleuropeiska provenienser har länge använts i Sverige. Användningen av rumänska och slovakiska provenienser började under 1970-talet men har dock kraftigt minskat sedan slutet av 80-talet, framför allt för att dessa provenienser anses ha en hög variabilitet i tillväxt och överlevnad. Hilleshög AB använde en del slovakiska och även rumänska kloner i sitt klonskogsbruksprogram under 80-talet. En serie klontester utlagda av Hilleshög AB 1982 har reviderats efter 14 år i fält och resultaten presenteras i denna undersökning. Serien omfattar 490 kloner valda ur slovakiska och vitryska fröplantspartier. Samtliga kloner finns testade på fem lokaler i Mellansverige med tio upprepningar per lokal.

Syftet med undersökningen är att studera skillnader i tillväxt, överlevnad och skador mellan provenienser och att studera samband mellan dessa egenskaper och tidiga fenologiregistreringar.

Vid revisionen 1995 mättes sju block i varje försök och höjd, tillväxt och skador registrerades. Datum för knoppsprickning och knoppsättning registrerades i samband med ett tidigt klonurval i plantskolan vid två års ålder. Skillnader mellan proveniensgrupper av kloner har undersökts m.h.a. variansanalys. Även skillnader mellan sju provenienser av fröplantsmätare har studerats. Samband mellan genotypvärden från revisionen 1995, och de tidiga fenologiregistreringarna har studerats m.h.a. korrelationsanalys och jämförelser av medelvärden för olika fenologiklasser.

Resultaten visar att:

- Slovakiska kloner har i genomsnitt haft en högre tillväxt än kloner från Minsk-området i Vitryssland. Skillnader i överlevnad och skador är obetydliga.
- Rumänska provenienser kan växa betydligt bättre än svenska och vitryska även i Mellansverige.
- Sen knoppsprickning är korrelerat med god tillväxt. De mest extremt senskjutande har dock ingen bättre tillväxt än tidigt skjutande kloner.
- Kloner med tidig knoppsättning har i genomsnitt lägre tillväxt. Kloner med medel- och sen knoppsättning har i genomsnitt likvärdig tillväxt.

Inledning

Vid anläggning av granbestånd används i Syd- och Mellansverige sedan länge plantor med kontinentaleuropeiskt ursprung. Under seklets första hälft användes huvudsakligen tyska provenienser medan man under de senaste decennierna använt östligare provenienser, huvudsakligen från Polen och Vitryssland (Almäng, 1996). Provenienser från Slovakien och framför allt Rumänien började användas under 70-talet i södra Sverige. I mitten av 80-talet upphörde detta i stort sett då man ansåg att dessa provenienser var för ojämna vad avser tillväxt och överlevnad.

Utförda studier visar att provenienser från Rumänien och Slovakien har hög volymtillväxt men låg veddensitet och grova kvistar (Persson & Persson, 1992). Vitryska provenienser har en något lägre volymtillväxt än de rumänska men dock bättre än svenska provenienser (Persson, 1987; Werner & Karlsson, 1982). Vitryska provenienser anses kombinera hög tillväxt med god veddensitet och kvistkvalitet (Persson & Persson, 1992; Werner & Karlsson, 1982) de har också en mycket sen skottskjutning vilket gör dem särskilt lämpade på marker med vårfrostproblem. I en sammanställning av nordiska proveniensförsök fann Dietrichsson (1977) att Rumänska och Slovakiska provenienser var mer variabla än vitryska.

Persson & Axelsson (1985) undersökte förekomsten av stamsprickor i sex proveniensförsök. Endast i ett av försöken, Abild i Halland fann man stamsprickor. Här konstaterades framför allt ett samband mellan diametertillväxt och frekvens stamsprickor. Rumänska och slovakiska provenienser hade dock högre frekvens stamsprickor i förhållande till sin diameter än andra provenienser. Vitryska provenienser hade färre sprickor i förhållande till sin diameter.

Persson & Persson (1992) belyser frågan om hur långt upp i Sverige man bör använda kontinentala provenienser. De rekommenderar vitryska provenienser på låg altitud upp till 62° N. Norr därom och på högre altituder rekommenderas nordförflyttade svenska eller finska provenienser. En studie av Hannerz (1993) i ett försök i södra Gästrikland antyder att sydsvenska eller baltiska provenienser kan vara att föredra före vitryska i detta område.

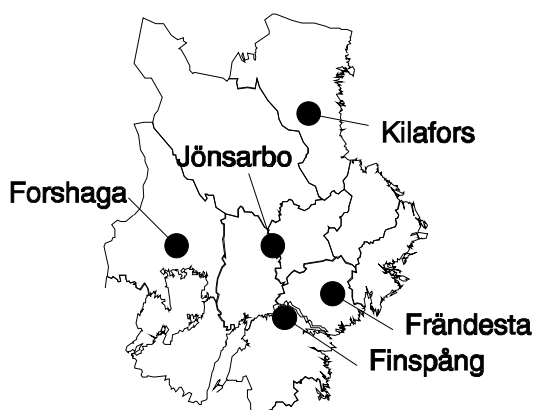
De ovan refererade studierna bygger ofta på en eller ett fåtal försökslokaler. Utökad kunskap om olika granproveniencers beteende i södra och mellersta Sverige är därför fortfarande av intresse. När den serie klontester som behandlas i denna rapport mättes och utvärderades för andra ändamål, bedömdes det som intressant att även undersöka de skillnader som fanns mellan de olika provenienser som klonerna valts ur.

Syftet med denna undersökning är att undersöka skillnader i tillväxt, överlevnad och skador mellan proveniensgrupper i en serie om fem 14 år gamla klontester i Mellansverige. Samband mellan mätta egenskaper och tidiga fenologiregistreringar skall också undersökas.

Material och metoder

Försöken

Den analyserade försöksserien består av fem klontester utlagda i Mellansverige (figur 1) våren 1982 av Hilleshög AB. Syftet var att testa grankloner så att dessa skulle uppfylla då gällande regler för klonskogsbruk. I försöken ingår 490 grankloner, av dessa är 476 st valda ur proveniensfröplantpartier (tabell 1) och 14 st är valda ur provenienshybridfamiljer. De senare klonerna ingår ej i denna undersökning. Urvalen är gjorda 1975, -76 och -77 i plantskolan i Falkenberg på tvååriga fröplantor. Urvalskriterier har varit höjd, diameter, knoppspricknings- och knoppsättningstidpunkt.



Figur 1.
Försökens lokalisering.

Tabell 1.
Provenienser ur vilka klonerna valts och antal kloner av varje proveniens.

Provens	Grupp	Land	Lat. (°N)	Long. (°E)	Alt. (m)	Antal fröpartier	Antal Kloner
Minsk	Minsk	Vitryssland	54,02	29,40	200	2	124
Banska-Bystrica	L Tatra	Slovakien	48,33	19,30	850	1	2
Benus	L Tatra	Slovakien	48,54	19,44	650	2	176
Cierny-Balog	L Tatra	Slovakien	48,46	19,40	730	5	58
Kram	L Tatra	Slovakien	48,46	19,34	550	2	6
Kosice	Kosice	Slovakien	48,48	20,40	700–840	2	43
Namestovo	V Beskiderna	Slovakien	49,26	19,28	850	1	2
Pozehov	V Beskiderna	Slovakien	49,21	19,15	720–800	1	4
Rusnacka	V Beskiderna	Slovakien	49,22	19,10	820–860	2	6
Zakammenne	V Beskiderna	Slovakien	49,27	19,15	700	5	51
Zilina	V Beskiderna	Slovakien	49,28	18,53	600	2	4

Försöksplantorna var tvååriga barrotssticklingar i andra och tredje vegetativa cykeln. Sticklingarna planterades i 1,4 m × 1,4 m förband. Klonerna är indelade i tio klonblandningar och försöken består av tio block där varje block består av tio avdelningar med en klonblandning i varje avdelning. Klonerna är randomiserade i etträdsparcerer inom varje avdelning. Samtliga kloner finns i tio upprepningar på var och en av de fem lokalerna. I försöken ingår en avdelning per block med treåriga barrotsfröplantor av fyra provenienser per försök som mätare. De flesta fröplantor var av typen 2/1 men provenienserna Remeti och Fagersta var 1½/1½ och Vitebsk 3/0. Mätarsorternas fördelning

på de olika försöken finns beskrivna i tabell 2. Plantorna har skyddats mot snytbagge med perimetripreparat och försöken har lövröjts vid behov. Samtliga försök ligger på skogsmark, jordarten är morän och markfuktighetsklassen är frisk. Övriga ståndortsförhållanden på försökslokalerna beskrivs i tabell 3.

Tabell 2.
Mätarsorter i de olika försöken

Proveniens	Land	Finspång Antal	Frändesta Antal	Forshaga Antal	Jönsarbo Antal	Kilafors Antal
Remeti	Rumänien	200	200	200	200	200
Molodovita	Rumänien	140	140		140	
Vitebsk	Vitryssland	210	210	210	210	210
Minsk	Vitryssland	140	140		140	
Bollebygd	Sverige			140		
Emmaboda	Sverige			140		140
Fagersta	Sverige					140

Tabell 3.
Försökslokalernas ståndortsförhållanden

Lokal	Latitud (°N)	Longitud (°E)	Altitud (möh)	Mark- vegetation	Ståndortsindex H100	Temp.summa (dygnsgrader)
Finspång	58,37	15,38	100	Bredbladigt gräs	G28	1277
Frändesta	59,00	16,51	40	Bredbladigt gräs	G30	1323
Forshaga	59,38	13,31	80	Bredbladigt gräs	G28	1254
Jönsarbo	59,38	15,57	45	Bredbladigt gräs	G26	1288
Kilafors	61,09	16,19	255	Blåbärsris	G24	1004

Mätningar

Försöken mättes hösten 1995 efter 14 år i fält. Huvudsyftet var att ge underlag för urval av ett antal kloner till förädlingspopulationer i Mellansverige. Flera av försöksmarkerna är ej helt homogena vad avser ståndorten, av denna anledning valdes de sämsta delarna bort på ett sådant sätt att sju upprepningar av varje klonblandning mättes i varje försök. Varje träd totalhöjd och höjdtillväxt de senaste fyra åren registrerades och en klassning i kvalitativt helhetsintryck utfördes. Dessutom registrerades skador i en tvåställig kod som anger skadans art och grad.

Variansanalys kloner

Provenienser har grupperats i fyra olika proveniensgrupper (tabell 1). Proveniensen Minsk utgör som enda vitryska proveniens en egen grupp med 124 kloner. Den östsllovakiska proveniensen Kosice utgör också den en egen grupp med 43 testade kloner. Fyra provenienser från trakterna kring bergskedjan Lägre Tatra i Centrala Slovakien utgör en grupp med 242 kloner huvudsakligen från Benus och Cierny-Balog. Fem provenienser från Västbeskidernas södra delar i nordvästra Slovakien utgör den sista gruppen med 67 kloner huvudsakligen från Zakamenne. Skillnader mellan dessa fyra grupper har undersökts.

Klassindelade variabler som överlevnad och skador har transformerats till normal scores (Danell, 1991) och efter analysen återtransformerats till en medelnivå för försöken.

Variansanalyser har utförts med SAS proc GLM enligt modellen:

$$y_{ijkl} = \mu + b_i + p_j + k_{jk} + e_{ijkl}$$

där

y_{ijkl} = observation på enskild stickling

μ = totala medelvärdet

b_i = fix effekt av block

p_j = fix effekt av proveniensgrupp

k_{jk} = slumpmässig effekt av klon inom proveniensgrupp

e_{ijkl} = slumpmässig residualterm

Medelvärden för de fyra proveniensgrupperna har beräknats i SAS (LSMEAN) och medelfelet till denna skattning har beräknats med klon inom proveniens som felterm. Skillnaden mellan de fyra proveniensgrupperna har testats i SAS (option TEST) med klon inom proveniensgrupp som felterm.

Variansanalys fröplantor

Mätarsorterna utgörs av fröplantor är därför ej helt jämförbara med sticklingplantorna vad avser tillväxt och överlevnad (Gemmel et. al.; 1991). Dessutom var fröplantorna ett år äldre vid försöksanläggningen, vilket ytterligare försvårar en jämförelse mellan klonernas och mätarsorternas provenienser. Av denna anledning har en separat analys av mätarsorterna utförts.

Klassindelade variabler som överlevnad och skador har transformerats till normal scores (Danell, 1991) och efter analysen återtransformerats till en medelnivå för försöken.

Variansanalyser har utförts med SAS proc GLM enligt modellen:

$$y_{ijk} = \mu + b_i + p_j + e_{ijk}$$

där

y_{ijk} = observation på enskild fröplanta

μ = totala medelvärdet

b_i = fix effekt av block

p_j = fix effekt av proveniens

e_{ijk} = slumpmässig residualterm

Medelvärden för provenienser har beräknats i SAS (LSMEAN) och skillnader mellan provenienser har testats med option TEST i SAS.

Korrelationsanalys

Genotypvärden för samtliga kloner har beräknats med BLUP-teknik (Sonesson, 1996). Korrelationer mellan genotypvärden för olika egenskaper, dels för varje försök och dels hela serien sammanvägd, och de fenologiregistreringar som utförts i samband med klonurvalet har beräknats med SAS proc CORR. Medelvärden för knoppspricknings- och knoppsättningstidpunkt för de olika proveniensgrupperna har beräknats och skillnaden undersökts med t-test. Dessutom har korrelationen mellan skottskjutnings- och invintringstidpunkt beräknats.

Både knoppspricknings- och knoppsättningstidpunkt är registrerade som ”antal dagar efter 1 maj”, ett högt värde anger alltså sen skottskjutning eller invintring. Fenologiregistreringar finns ej för hela materialet varför korrelationsanalyserna är utförda på 399 kloner (knoppsprickning) respektive 310 kloner (knoppsättning).

Jämförelse av höjd mellan olika fenologiklasser

Klonerna har delats in i knoppspricknings- och knoppsättningsklasser enligt tabell 4. För varje försök och för de sammanvägda värdena har sedan klassvisa medelvärden för genotypvärdet för totalhöjd beräknats. Skillnader mellan klasser har signifikant testats med Duncan multiple range test.

Tabell 4.
Indelning av klonerna i klasser efter fenologi.

Knoppsprickning			Knoppsättning		
Klass (dagar e 1/5)	Klassbredd (dagar e 1/5)	Antal kloner	Klass (dagar e 1/5)	Klassbredd (dagar e 1/5)	Antal kloner
5	0 – 7	11	95	90 – 99	23
10	8–12	19	105	100–109	11
15	13–17	77	115	110–119	98
20	18–22	69	125	120–129	87
25	23–27	167	135	130–139	5
30	28–32	52	145	140–149	7
35	33–37	4	155	150–159	51
			165	160–169	10
			175	170–179	16
			185	180–189	3

Resultat

Skillnader mellan proveniensgrupper av kloner

Försöksvisa medelvärden (tabell 5) visar att de tre försöken Finspång, Frändesta och Forshaga är mycket likartade vad avser medelhöjder, överlevnad och skadebild. Dessa tre har även de högsta ståndortsindexen. I försöket Jönsarbo tyder sprötkvistfrekvensen och frostskadorna på att lokalen är något frostlänt, trots detta är överlevnaden högre än i de tre tidigare nämnda försöken. Försöket Kilafors avviker ståndortsmässigt från de övriga försöken och har också haft en betydligt lägre tillväxt än dessa, överlevnaden är dock god.

Tabell 5.
Medelvärden för mätta egenskaper och skador i försöken.

Egenskap/skada	Finspång	Frändesta	Forshaga	Jönsarbo	Kilafors
Totalhöjd år 14, cm	420	406	405	338	235
Årlig höjdtillväxt år 11–14, cm	46	49	44	42	15
Överlevnad, %	64	64	68	70	79
Sprötkvist, %	8	9	17	50	–
Frostskador, %	–	–	–	16	–

Variationsanalysen visar på signifikanta skillnader mellan proveniensgrupperna i flera egenskaper (tabell 6). I försöken Finspång, Frändesta och Forshaga är höjd och höjdtillväxt högre för de Slovakiska provenienserna än för Minsk. Rangordningen bland de Slovakiska proveniensgrupperna varierar dock mellan dessa tre försök. I Jönsarbo har Minsk-klonerna växt relativt bättre än i de övriga försöken och är tillsammans med provenienserna från Västbeskiderna signifikant bättre än övriga Slovakiska proveniensener. I Kilafors är höjdskillnaderna mindre men bästa proveniensgruppen, Lägre Tatra, är signifikant bättre än Minsk även på denna relativt nordliga lokal.

Tabell 6.

Medelvärden (LSMEANS) för proveniensgrupper och medelfel till dessa (inom parentes). Värden med samma bokstav är ej signifikant skilda (P >0,05).

Proveniens-grupp	Höjd (cm)	Höjdtillväxt (cm)	Överlevnad ¹ %	Sprötkvistar ¹ %
Finspång				
Minsk	361 (9,2) a	40 (1,0) a	65,0 a	7,4 a
Kosice	363 (16,7) a	40 (1,8) a	61,9 a	8,8 b
L Tatra	401 (8,2) b	45 (0,9) b	64,7 a	8,4 ab
V Beskiderna	414 (13,4) b	45 (1,5) b	63,7 a	8,0 ab
Frändesta				
Minsk	370 (7,3) a	44 (0,9) a	66,7 b	8,3 a
Kosice	430 (10,4) b	52 (1,2) c	71,1 c	9,7 a
L Tatra	411 (5,7) b	49 (0,7) c	62,2 a	8,9 a
V Beskiderna	390 (9,5) a	47 (1,1) b	64,1 ab	8,4 a
Forshaga				
Minsk	378 (7,9) a	41 (0,8) a	69,8 b	15,6 a
Kosice	456 (14,3) c	49 (1,4) c	65,7 a	16,4 a
L Tatra	405 (5,9) b	45 (0,6) b	67,2 a	18,1 b
V Beskiderna	389 (10,6) ab	43 (1,1) ab	69,6 ab	16,3 a
Jönsarbo				
Minsk	347 (6,0) c	43 (0,8) c	70,3 a	45,0 a
Kosice	299 (11,5) a	36 (1,5) a	68,3 a	48,4 ab
L Tatra	328 (4,3) b	40 (0,6) b	69,1 a	54,6 b
V Beskiderna	355 (7,4) c	43 (1,0) c	74,3 b	48,8 a
Kilafors				
Minsk	226 (4,9) a	15 (0,4) ab	80,4 bc	
Kosice	235 (8,3) ab	16 (0,7) b	79,0 ab	
L Tatra	239 (3,7) b	16 (0,3) b	78,2 a	
V Beskiderna	225 (6,4) ab	14 (0,6) a	82,5 c	

¹ Värden återtransformerade från normal scores med det aktuella försöksmedelvärdet (se tabell 3) som tröskelvärde.

Skillnaderna i överlevnad är små och endast i några fall signifikanta. Om man överblickar samtliga fem försök kan ingen proveniensgrupp sägas ha en generellt högre överlevnad än andra. Slovakiska provenienser uppvisar en något högre sprötkvistförekomst än Minsk-provenienser i samtliga försök utom Kilafors där sprötkvistfrekvensen var så låg att ingen analys utfördes. Skillnaderna är dock små och endast i något fall signifikanta.

Frostskador av någon omfattning har endast konstaterats i Jönsarbo. Ingen skillnad på vår- eller höstfrostskador har gjorts. Andelen träd med frostskador var för: Minsk 15,4 %, Kosice 23,7 %, L Tatra 16,8 % och för Västbeskiderna 14,3 %. Endast Kosice hade signifikant mer frostskador än de tre övriga.

Skillnader mellan mätarsorter

Resultat från analysen av skillnader mellan mätarsorter redovisas i tabell 7. Förutom resultaten i tabellen har frostskador mätts i Jönsarbo. Andelen frostskadade träd var för Remeti 10,6 %, Molodovita, 12,9 %, Vitebsk 14,3 % och för Minsk 10,3 %. Vitebsk hade signifikant mer frostskador än

Remeti och Minsk. Skattningar av värden för olika egenskaper för mätar-sorterna ger större medelfel än motsvarande skattningar för klonerna, varför större skillnader krävs för signifikans. Trots detta finns vissa signifikanta skillnader.

Tabell 7.
Medelvärden (LSMEANS) för mätarprovenienser och medelfel till dessa (inom parentes). Värden med samma bokstav är ej signifikant skilda (P>0,05).

Provens	Höjd (cm)	Höjdtillväxt (cm)	Överlevnad ¹ %	Sprötkvistar ¹ %
Finspång				
Remeti	485 (14,7) b	56 (1,7) b	69,8 b	7,1 a
Molodovita	375 (19,3) a	44 (2,3) a	62,5 ab	8,0 a
Vitebsk	354 (15,2) a	41 (1,8) a	66,2 b	7,1 a
Minsk	327 (21,1) a	38 (2,5) a	56,0 a	8,4 a
Frändesta				
Remeti	410 (13,1) c	46 (1,5) c	67,0 ab	10,4 a
Molodovita	393 (16,2) bc	46 (1,8) c	66,8 ab	7,8 a
Vitebsk	313 (13,8) a	37 (1,5) a	61,7 a	8,0 a
Minsk	361 (15,3) b	42 (1,7) b	71,5 b	7,8 a
Forshaga				
Remeti	443 (12,9) b	49 (1,5) b	72,8 b	18,8 a
Vitebsk	332 (14,0) a	39 (1,6) a	65,1 a	16,8 a
Bollebygd	309 (16,6) a	36 (1,9) a	67,8 ab	14,7 a
Emmaboda	300 (15,7) a	37 (1,8) a	71,7 ab	15,1 a
Jönsarbo				
Remeti	360 (8,7) b	44 (1,1) ab	70,8 b	52,9 b
Molodovita	358 (10,1) b	44 (1,3) ab	73,8 b	53,4 b
Vitebsk	327 (9,2) a	43 (1,2) a	69,3 a	38,6 a
Minsk	378 (10,0) b	47 (1,3) b	75,8 b	38,7 a
Kilafors				
Remeti	220 (7,7) b	16 (0,9) c	83,2 c	
Vitebsk	167 (8,7) a	13 (1,0) ab	73,2 a	
Emmaboda	153 (10,0) a	11 (1,2) a	78,5 ab	
Fagersta	206 (9,2) b	15 (1,1) bc	82,0 b	

¹ Värden återtransformerade från normal scores med det aktuella försöksmedelvärdet (se tabell 3) som tröskelvärde.

För höjd och höjdtillväxt är proveniensen Remeti bäst i samtliga försök utom Jönsarbo där den överträffas, dock ej signifikant, av Minsk. Den andra rumänska proveniensen Molodovita har även den växt bra i de tre försök där den ingår. De svenska provenienserna har växt sämre än de Rumänska och Vitryska i de två försök, Forshaga och Kilafors, där de ingår med undantag av Fagersta som i Kilaforsförsöket växt nästan lika bra som bästa proveniensen Remeti och signifikant bättre än Vitebsk.

Skillnaderna i överlevnad är små och endast i några fall signifikanta. Proveniensen Remeti har i samtliga försök uppvisat hög överlevnad, av övriga proveniensers är det ingen som avviker genomgående i hela försöksserien.

Skillnader i andelen sprötkvistar är små och ej signifikanta i försöken Finspång, Frändesta och Forshaga. I Jönsarbo däremot visar de Rumänska provenienserna signifikant och betydligt högre andel sprötkvistar än de Vitryska.

Korrelationer med fenologi

Korrelationen mellan knoppspricknings- och knoppsättningstidpunkt var 0,319 ($P = 0,0001$), kloner som skjuter sent invintrar alltså i genomsnitt senare. De fyra proveniensgrupperna uppvisar små skillnader i fenologi, Minsk-klonerna skjuter senast på våren och kloner från Västbeskiderna invintrar signifikant tidigare än de övriga proveniensgrupperna (se tabell 8).

Tabell 8.

Medelvärden för fenologivariabler för de olika proveniensgrupperna, standardavvikelse inom parentes. Värden med samma bokstav är ej signifikant skilda ($P > 0,05$).

Proveniensgrupp	Knoppsprickning (dagar e. 1/5)	Knoppsättning (dagar e. 1/5)
Minsk	23 (5,3) a	127 (23,1) b
Kosice	20 (6,1) b	134 (24,6) b
L Tatra	22 (6,3) a b	129 (22,5) b
V Beskiderna	22 (6,5) a b	111 (7,6) a

Korrelationer mellan fenologi och genotypvärden (tabell 9) visar att kloner med sen skottskjutning har högre höjd och höjdtillväxt än kloner som skjuter tidigt. Detta gäller både för sammanvägda värden och i tre av försöken, i övriga två försök saknas signifikanta korrelationer med höjd och tillväxt. På samma sätt är sen invintring korrelerad med god höjd och tillväxt. Skottskjutning är generellt starkare korrelerad till höjd och tillväxt än invintring och korrelationerna är starkare för totalhöjd än för höjdtillväxten de fyra senaste åren.

I två av försöken är sen skottskjutning starkt korrelerad med hög överlevnad medan korrelation saknas i två försök och är svagt negativ i ett försök. För de sammanvägda genotypvärdena är dock hög överlevnad korrelerad med såväl sen skottskjutning som sen invintring.

Sprötkvistfrekvensen är korrelerad med tidig skottskjutning i ett försök och med sen skottskjutning i ett annat. I det senare försöket är dessutom sprötkvistfrekvensen korrelerad med sen invintring. Sammanvägt finns en svag korrelation mellan sen invintring och hög frekvens sprötkvistar medan korrelation med skottskjutning saknas.

I Jönsarbo är sen skottskjutning och invintring starkt korrelerad med låg frekvens frostsador.

Tabell 9.

Korrelation mellan fenologimätningar vid 2 års ålder i plantskolan och genotypvärden efter 14 år i fält. (Signifikansnivåer * 0,05>P>0,01 ** 0,01>P>0,001 * 0,001>P).**

Försök	Fenologivariabel	Höjd	Höjdtillväxt	Överlevnad ¹	Sprötkvistar ²	Frostskada ³
Finspång						
	Knoppsprickning	0,297***	0,305***	0,236***		
	Knoppsättning	0,203***	0,153**	0,170**		
Frändesta						
	Knoppsprickning	-0,069	-0,084	-0,119*	-0,082	
	Knoppsättning	0,115*	0,095	0,050	0,051	
Forshaga						
	Knoppsprickning	-0,040	0,000	-0,009	-0,131**	
	Knoppsättning	0,071	0,069	0,089	0,076	
Jönsarbo						
	Knoppsprickning	0,434***	0,381***	0,018	0,102*	-0,586***
	Knoppsättning	0,176**	0,138*	0,016	0,132*	-0,210***
Kilafors						
	Knoppsprickning	0,325***	0,204***	0,177***		
	Knoppsättning	0,126*	0,077	0,063		
Sammanvägt⁴						
	Knoppsprickning	0,371***	0,328***	0,141**	-0,005	
	Knoppsättning	0,219***	0,172**	0,139*	0,144*	

¹ Korrelationerna beräknade på normalscorevärden, positiva värden = hög överlevnad

² Korrelationerna beräknade på normalscorevärden, positiva värden = fler sprötkvistar

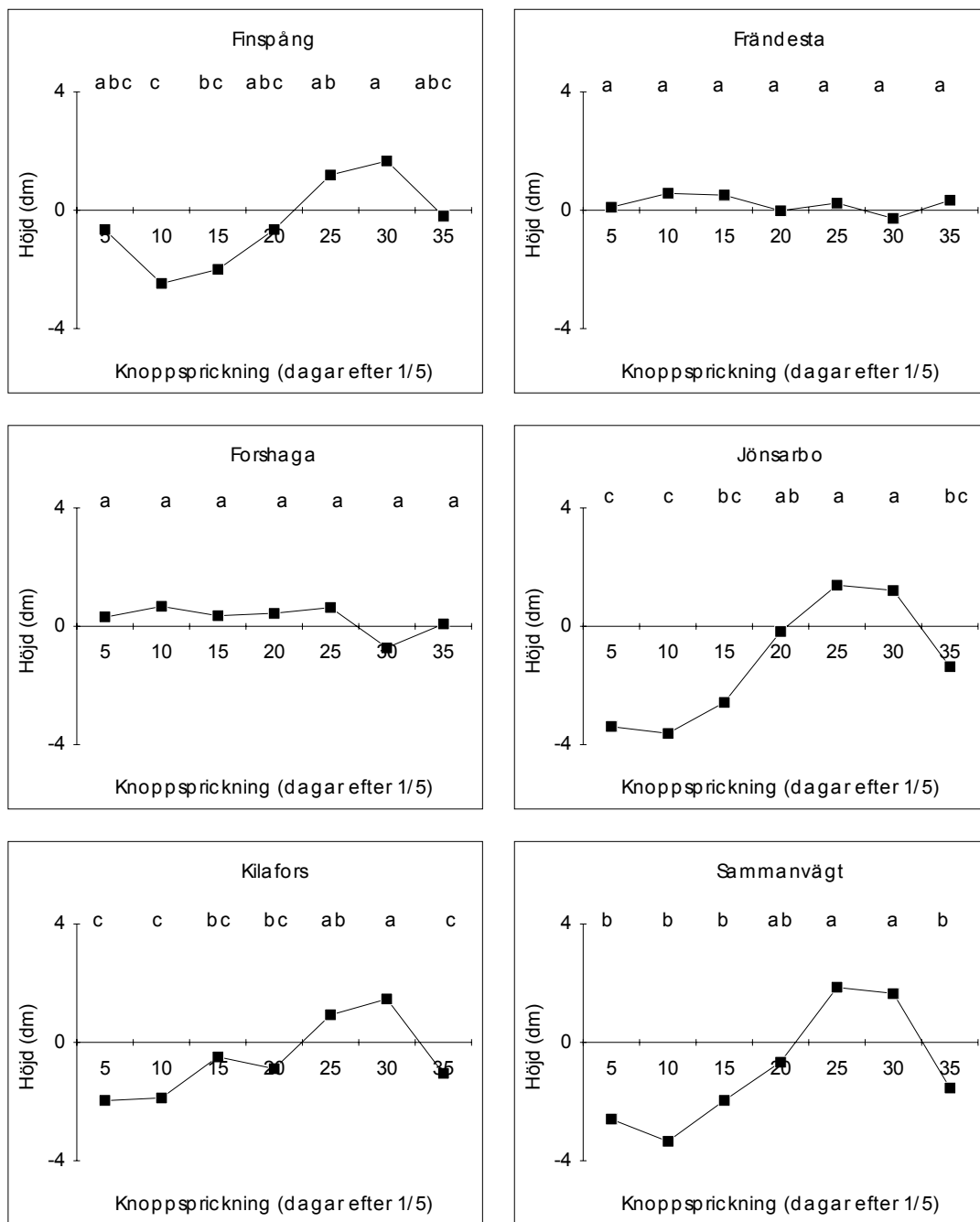
³ Korrelationerna beräknade på normalscorevärden, positiva värden = fler frostskador

⁴ Sammanvägda genotypvärden för alla fem försök (tre försök för sprötkvistar).

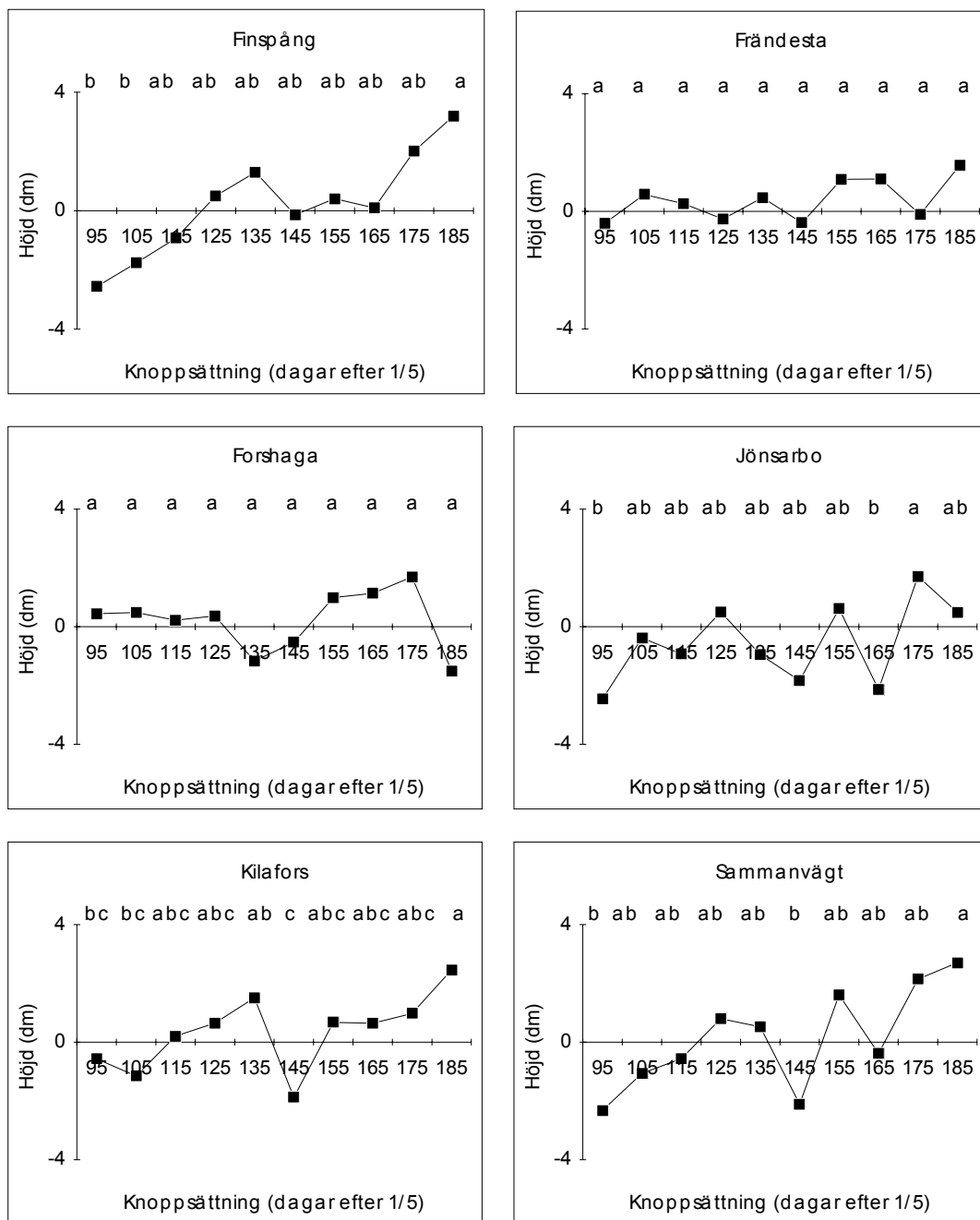
Jämförelse av höjd mellan olika fenologiklasser

Av figur 2 framgår att i försöken Frändesta och Forshaga finns inga skillnader i höjd mellan kloner med olika knoppsprickningstidpunkt. I Finspång, Jönsarbo och Kilafors finns däremot ett tydligt samband där kloner som börjar skottskjutningen relativt sent har signifikant högre genotypvärde för höjd än kloner med tidig knoppsprickning. I Jönsarbo och Kilafors är dessutom de mest senskjutande klonerna signifikant lägre än de som skjuter 5–10 dagar tidigare. Sambandet med de sammanvägda genotypvärdena följer samma mönster som i de senast nämnda försöken.

Sambanden mellan höjd och knoppsättning åskådliggörs i figur 3. Även här saknas signifikanta samband för försöken Frändesta och Forshaga. I övriga försök samt för de sammanvägda genotypvärdena är kloner med tidig knoppsättning signifikant lägre än kloner med sen knoppsättning. Sambanden för knoppsättning är ej lika starka som för knoppsprickning.



Figur 2.
Medelvärden av genotypvärde för höjd för kloner i olika knoppspricknings-klasser.
Klasser med samma bokstav är ej signifikant åtskilda, ($P > 0,05$).



Figur 3.
Medelvärden av genotypvärde för höjd för kloner i olika knoppsättnings-klasser.
Klasser med samma bokstav är ej signifikant åtskilda ($P > 0,05$).

Diskussion

Begränsningar i materialet

Generaliserbarheten för dessa försök är god p.g.a. antalet försök och kloner samt den geografiska spridningen i Mellansverige. Försöken är dessutom välskötta och har haft en relativt lyckad etablering. En begränsning för jämförelser mellan provenienser är dock det urval av kloner som gjorts i plantskolan, med fenologi och tidig tillväxt som kriterier. Detta urval kan ha minskat variationen inom provenienserna, framför allt kan extremt tidigt skjutande samt mycket sent invintrande kloner ha sorterats bort. Olika kloner har dock valts för olika egenskaper varför större delen av variationen mellan kloner sannolikt finns med i försöksmaterialet.

Jämförelsen mellan mätarsorterna påverkas av att plantorna av olika provenienser var odlade med olika tidpunkt för omskolning. I vilken grad detta påverkat resultaten av undersökningen är oklart eftersom inga noteringar om de olika sorternas relativa storlek och kvalitet vid planteringstillfället finns att tillgå.

Skillnader mellan proveniensgrupper av kloner

De slovakiska klonerna har i genomsnitt en högre tillväxt än klonerna från Minsk, även på den nordligaste lokalen Kilafors. Vad gäller överlevnad och skador är slovakiska kloner likvärdiga eller i något fall lite sämre än de vitryska. De olika slovakiska proveniensgrupperna är inbördes olika rangordnade i olika försök, om detta är ett utslag av slovakernas omtalade variabilitet (Dietrichsson, 1977) kan ej bedömas eftersom vi endast har en Vitrysk proveniens att jämföra med.

Försöket Jönsarbo är det enda där frostsador av någon omfattning noterats. Den höga sprötkvistfrekvensen i försöket antyder också att försöket tidigare drabbats av upprepade frostsador. Försöket är dock ej belägen på en lokal som man normalt skulle betrakta som frostlänt. Proveniensgruppen Västbeskiderna har här den högsta höjden och överlevnaden. Detta skulle kunna vara kopplat till denna proveniensgrupps relativt tidiga invintring. Huvuddelen av de äldre frostsadorna i försöket skulle därför möjligen vara orsakade av höstfroster. De nyare frostsadorna i försöket som noterades vid inventeringen är dock starkt korrelerade med tidig skottskjutning vilket talar för att försöket kan vara utsatt även för vårfrost vissa år.

Försöken visar att slovakiska provenienser kan växa bra även i Mellansverige och att man vid urval av kloner som kombinerar hög tillväxt med få skador och lämplig tillväxtrytm kan få ett mycket lämpligt material för massförökning eller fortsatt förädling. Dessa försök bör dock följas upp i framtiden för att få kunskap om skillnader i veddensitet och benägenhet för stamsprickor mellan provenienserna och bland de utvalda klonerna.

Skillnader mellan mätarsorter

Försöken visar att rumänska provenienser hävdar sig väl på mellansvenska lokaler även så långt norrut som Kilafors. I synnerhet proveniensen Remeti har visat sig ha hög tillväxt och överlevnad. Den höga andelen sprötkvistar hos Rumänerna i Jönsarboförsöket talar dock för att risker för höstfrostsador kan förekomma. Risker för stamsprickor och låg veddensitet bör också tas i beaktande. Liksom för Slovakerna bör ett klonurval efter fälttestning av rumänska kloner kunna ge ett växtligt och odlingssäkert material även i Mellansverige.

Samband med fenologi

Analyserna visar att hög tillväxt är korrelerat huvudsakligen med sen skottskjutning men även med sen invintring. Sen skottskjutning är även korrelerad med hög överlevnad i två av försöken trots att försöken ej kan betecknas som vårfrostlokaler. Ett visst samband mellan sen invintring och sprötkvistar indikerar förekomst av höstfrostsador framför allt i Jönsarbo. De relativt måttliga korrelationskoefficienterna och resultaten i figur 2 och 3 visar dock att det finns en stor spridning kring dessa samband. Det finns alltså kloner med sen skottskjutning och låg tillväxt liksom kloner med tidig invintring och god tillväxt etc.

Jämförelser mellan fenologi och genotypvärden för totalhöjd antyder att vid tidigt urval av kloner med fenologi som kriterium finns inga vinster att hämta genom att endast välja extrema kloner. Vid urval för sen skottskjutning är sambandet ganska linjärt men de få kloner i detta material som är extremt senskjutande uppvisar lägre tillväxt än kloner som skjuter 5–10 dagar tidigare. Intressant är också att det är samma knoppsprickningsklasser som är bäst i alla försök där samband konstaterats, även på så klimatiskt vitt skilda lokaler som Finspång och Kilafors.

Kloner med tidig knoppsättning har lägre höjdtillväxt än de med medel eller sen invintring. Vid urval för invintringstidpunkt bör man därför ej välja de tidigast invintrande klonerna. I denna studie finns inget som tyder på att de senast invintrande klonerna skulle ha en sämre höjdtutveckling p.g.a. höstfrostsador. Även på den nordligaste lokalen Kilafors har den senaste knoppsättningsklassen det högsta genomsnittliga genotypvärdet för höjd.

Referenser

- Almäng, A. 1996. Utländska gran- och tallprovenienser i svenskt skogsbruk. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. f. skogl. genetik och växtfysiologi. Arbetsrapport nr 54.
- Danell, Ö. 1991. Kategoriska egenskaper- transformering av avels- och genotypvärden från underliggande skala till sannolikhetskala. Institutet för skogsförbättring. Arbetsrapport nr 256.
- Dietrichsson, J. 1977. Granprovenienser i Norden. Årsskrift för Nordiske Skogsplanteskolor 1977.
- Gemmel, P., Örlander, G. Högborg, K.-A. 1991. Norway spruce cuttings perform better than seedlings of the same genetic origin. *Silvae Genetica* 40, 198–202.
- Hannerz, M. 1993. Granprovenieser i Mellansverige – tillväxt och skador i ett tolvårigt proveniensförsök i södra Gästrikland. SkogForsk. Redogörelse nr 1.
- Persson, A., Axelsson, J. 1985. Stamsprickor hos gran. Slutrapport till Skogsstyrelsens forskningsnämnd.
- 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. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för skogsproduktion. Rapport nr 29.
- Persson, B. 1987. Introducerade granprovenienser i Sydsverige – produktionens kvalitet. Slutrapport till Skogsstyrelsens forskningsråd.
- Sonesson, J. 1996. Grankloner ur Hillehögs klonskogsbruksprogram. Genotypvärdering baserad på klontesterna S31S8220004 Finspång, S31S8220005 Frändesta, S31S8220007 Forshaga, S31S8220008 Jönsarbo och S31S8220013 Kilafors. SkogForsk. Avelsvärden nr 31.
- Werner, M., Karlsson, B. 1982. Resultat från 1969 års granproveniensserie i Syd- och Mellansverige. I årsbok 1982, Föreningen skogsträdsförädling. Institutet för skogsförbättring. Uppsala. s. 90–158.