

## **Nytt referensset för gran** - beskrivning och urval

**Mats Hannerz**

**Arbetsrapport nr 313**  
**1996**

---

Serien Arbetsrapporter dokumenterar långliggande försök, inventeringsdata m.m. och distribueras ej till andra än direkt berörda.

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

Sammanfattning .....	1
Bakgrund .....	1
Syfte .....	2
Utgångsmaterial .....	2
Metoder .....	3
Registreringar .....	3
Databearbetning .....	4
Skattning av ursprungslatituder .....	4
Urval till nytt referensset .....	5
Resultat .....	5
Hela materialets utveckling .....	5
Genbanksmaterial .....	6
Korrelationer mellan Ekebo och Brunsberg .....	8
Skattad latitud .....	8
Jämförelse med tidigare skattningar av tillväxtrytmen .....	10
Urval .....	12
Diskussion .....	13
Allmänt om tillväxtrytmstudier .....	13
Kommentarer till försöksresultaten .....	14
Referenser .....	15
Bilaga 1 Utgångsmaterial för beskrivning och urval av nytt referensset för gran .....	17
Bilaga 2 Medelvärden (LSMEANS) för sorter testade i Brunsberg .....	19
Bilaga 3 Medelvärden (LSMEANS) för sorter testade i Ekebo .....	21

## Sammanfattning

I alla former av förädlingsförsök finns behov av ett stabilt och enhetligt jämförelsematerial. Vid avkommeprövningar under 1980- och 90-talen har ofta beståndsfrö från den skogliga genbanken använts som referens. Denna referens har gett värdefull information om det förädlade materialets tillväxtnivåer och tillväxtrytm. Genbanks materialet samlades in som en engångsinsats, och fröet börjar nu ta slut i SkogForsks lager. Det finns således ett stort behov av att framställa ett nytt referensset. Det är också en fördel om detta kan utgöras av kontrollerade korsningar, som dels uppvisar en lägre variation inom sort, dels är upprepbara.

I denna rapport beskrivs ett urval av helsyskonfamiljer till detta referensset. Urvalet representerar en gradient i fotoperiodisk reaktion med syfte att täcka den normala variationen hos granmaterial som används i södra och mellersta Sverige. Urvalet gjordes efter tester av tillväxt och tillväxtrytm i plantsko-lemiljö. Testerna utfördes på 1- och 2-åriga plantor och upprepades i Brunsberg och Ekebo. Totalt 33 helsyskonfamiljer jämfördes med 11 genbanksfröpartier. Tillväxtrytmen mättes som knoppsättning, tillväxtkvot och skottskjutningstidpunkt. De värden som beräknades för helsyskonfamiljerna översattes till motsvarande ursprungslatitud för genbanksmaterialen. Ett slutligt urval av 12 familjer gjordes som representerade en gradient motsvarande beståndsmaterial från 54° N till 63° N. Föräldraklonerna till dessa familjer kommer att ympas under våren 1996, och de plantor som ingått i plantskoletesterna kommer att planteras i fältförsök.

## Bakgrund

Vid alla former av försök med förädlingsmaterial finns behov av ett stabilt och enhetligt jämförelsematerial. Det är en fördel om samma material kan användas vid avkommeprövningar, klontester, tidiga tester i plantskolan och studier som berör blomning och förmåga till vegetativ förökning. Materialet kan därigenom bli kartlagt ur en mängd olika aspekter, vilket också kan öka kännedomen om sambanden mellan olika processer hos plantor och frö. Ett tidigare framlagt förslag till referensgrankorsningar, RGK (Hadders, 1982), har av olika anledningar inte nått den användning som var avsedd. Urvalet av familjer till RGK gjordes med syfte att få en bred representation av familjer från södra till norra Sverige. Föräldrarna valdes ut baserat på ursprungliga växtplatser, men inga testresultat låg bakom som kunde styrka om den eftersträvade gradienten uppnåddes med de olika familjerna. Det material som i stället har använts i avkommeprövningar under 1980- och 90-talet har ofta varit beståndsfrö från den skogliga genbanken. Försök där genbanksmaterial har ingått har gett betydelsefull information om det förädlade materialets nivåer vid jämförelser med oförädlad material från olika breddgrader. Det har också möjliggjort jämförelser mellan olika försöksserier. Genbanksfröet är dock en begränsad resurs, insamlad som en engångsinsats och därför inte upprepbar. Flera sorter börjar redan ta slut i SkogForsks frölager. En annan nackdel med genbanks materialet är att det

inte representerar tillräckligt ”sydligt” beteende. Det finns alltså starka skäl för att ta fram ett nytt material som kan användas som referens i såväl fröplantsförsök som i klontester. SkogForsk beslutade 1993 att ta fram ett nytt referensset med helsyskonfamiljer för gran.

## Syfte

Syftet med denna rapport är att beskriva de helsyskonfamiljer som valts ut till det nya referenssetet för gran. De analyserade försöken genomfördes för att ge underlag för det slutliga urvalet och för att kunna karaktärisera familjerna med avseende på tillväxtrytm. I första hand avses att referenssetet skall täcka den normala variationen hos material som används i södra och mellersta Sverige.

Med ledning av tillväxtrytmstudier i plantskola väljs ett antal helsyskonfamiljer som ger en bred representation i fenologiskt hänseende. Dessa jämförs med genbanksmaterial för att tillväxtrytmen därigenom skall kunna tolkas i termer av fotoperiod eller ursprungrad. Föräldraklonerna till de utvalda helsyskonfamiljerna ympas och odlas sedan med syfte att kontinuerligt framställa korsningsfrö. Parallellt sticklingförokas representativa plantor från respektive helsyskonfamilj, vilka juvenilhålls med häckmetod. Dessa avses att användas som jämförelsematerial i klontester och sticklingförsök.

## Utgångsmaterial

Ett utgångsmaterial bestående av 33 helsyskonfamiljer och 11 genbanksmaterial valdes ut för plantskoletesten. Dessa familjer valdes ur ett stort antal familjer där tidigare studier av tillväxt och tillväxtrytmen utförts. Kriterier för urvalet var att familjerna skulle representera en bred gradient från ”sydligt” till ”nordligt” beteende, samt att frö skulle finnas tillgängligt i lager. Genbanksmaterialet representerar en breddgradsgradient från 56° 33' N till 65° 09' N. Tre huvudgrupper av korsningsmaterial ingår (se även bilaga 1):

### ”AC-korsningar”

Sex familjer ur ursprungligen 12 helsyskonfamiljer valdes med ledning av uppmätta värden på ”Gröna centimetrar” och ”Fri tillväxt”.

Korsningarna var utförda i Hissjö granplantage 1983, och tillväxtrytmstudierna gjordes i växthus i Sävar under ansvar av Johan Westin. Familjernas ursprung är plusträd från Y, Z och AC län.

### ”Brunsbergskorsningar”

Tolv familjer valdes ur helsyskonfamiljer som ingått i en omfattande kartläggning för det Mellansvenska klonskogsbruksprojektet (Hannerz, 1992). Urvalet gjordes genom att kombinera resultat från förvednings-, skottskjutnings- och tillväxtmätningar gjorda i plantskolan vid 4 års

ålder. Familjernas ursprung är plusträd från i första hand Mellansverige, men i något fall även Polen eller med västkontinentalt ursprung.

### ”Ekebokorsningar”

Fjorton familjer valdes från helsyskonfamiljer testade med avseende på invintring och skottskjutning i plantskola i Ekebo. Familjernas ursprung är främst södra Sverige, men i något fall Polen eller med västkontinentalt ursprung.

## Metoder

Materialet såddes upp för plantskolestudier våren 1994 vid plantskolorna i Brunsberg och Ekebo. De material som ingick skiljde sig något mellan plantskolorna. I Ekebo testades endast ”Brunsbergs-” och ”Ekebokorsningar”, således ej genbanksmaterial, totalt 26 sorter. I Brunsberg testades alla material med undantag av fyra familjer ur gruppen ”Ekebokorsningar”, totalt 39 sorter. Sådderna gjordes i växthus i maj, och plantorna flyttades ut på friland under sommaren. Alla mätningar gjordes i frilandsmiljö.

Försöken utformades som fullständigt randomiserade försök med fyra upprepningar. Upprepningarna för respektive sort bestod av en rad om sju planter. Således representerades varje sort av 28 planter i vardera Ekebo och Brunsberg. I Brunsberg fördelades upprepningarna på fyra block. I Ekebo var de fullständigt randomiserade. Mätningar utfördes på samtliga levande planter.

## Registreringar

Följande registreringar gjordes på de olika plantskolorna. Vid senare hänvisning till dessa används de nämnda variabelförkortningarna.

### Brunsberg:

Knoppsättning 1994, synlig knopp eller ej synlig knopp  
(12/8, 22/8, 30/8, 6/9, 14/9, 22/9, 3/10)  
BKN1, BKN2, BKN3, BKN4, BKN5, BKN6, BKN7

Planthöjd 1994, mm

(12/8, 9/11)

BH1, BH2

Skottskjutning 1995, enligt Krutzsch (1975)

(18/5, 24/5, 31/5, 6/6, 19/6, 27/6)

BSK1, BSK2, BSK3, BSK4, BSK5, BSK6

### Ekebo:

Planthöjd 1994, mm

(26/9, 5/10)

EH194, EH294

Skottskjutning 1995, enligt Krutzsch (1975)

(5/5, 12/5, 19/5)

ESK1, ESK2, ESK3

Planthöjd 1995, mm

(14/7, 5/7, 20/10)  
EH195, EH295, EH395



## **Databearbetning**

Tillväxtkvoter skapades från de uppmätta planthöjderna enligt:

$$\text{TKVOT} = (\text{Planthöjd under tillväxt})/(\text{Slutlig planthöjd}).$$

Hösten 1994 gjordes två höjdmätningar i Ekebo respektive Brunsberg, och således skapades en tillväxtkvot för vardera plantskola, BTK94 respektive ETK94. Hösten 1995 gjordes tre höjdmätningar i Ekebo, vilket medgav att två olika tillväxtkvoter kunde skapas, ETK195 och ETK295.

Efter rutinmässig kontroll och justering av rådata utfördes variansanalyser på de enskilda plantornas mätvärden enligt modellen

$$y_{ij} = \mu + b_i + s_j + e_{ij}$$

där

$b_i$  (block) och  $s_j$  (sortidentitet) betraktades som fixa termer och  $e_{ij}$  (residual) som slumpmässig.

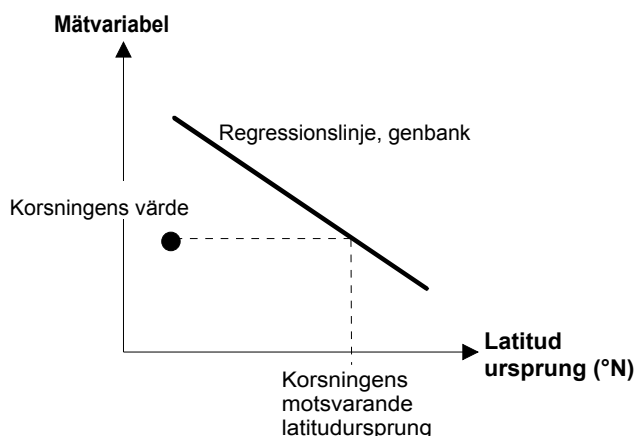
För Ekebomaterialet utelämnades termen  $b_i$  i modellen.

Variansanalyserna utfördes i SAS (Proc GLM), och i samband med denna beräknades också medelvärden för respektive sort och plantskola som LSMEANS. Dessa medelvärden utnyttjades sedan för att beräkna nya variabler.

I Brunsberg skattades för varje sort det datum när 50 % av plantorna satt knopp (BKN94) och i både Brunsberg och Ekebo de datum när skottskjutningen nått stadium 3 (BSK95 respektive ESK95). Datumen skattades grafiskt från Excel-diagram utgående från LSMEANS-värden för respektive sort och plantskola. Ett försök gjordes att beräkna logit-värden för andelen plantor med knopp, men dessa transformerade värden gav ingen ökad information till skattningen.

## **Skattning av ursprungslatituder**

För genbanksmaterialet i Brunsberg beräknades regressionsfunktioner, av modellen  $y = a + b \cdot \text{latitud}$ , för hur de olika variablerna varierade över latituden. Andra regressionsmodeller provades också. Dessa funktioner användes sedan för att skatta vilken ursprungslatitud de olika korsningarna i Brunsberg motsvarade när olika variabler jämfördes. Principen för denna skattning framgår av figur 1. Korsningarna i Ekebo, där motsvarande genbanksjämförelser inte kunde göras, jämfördes med värdena på samma korsningar i Brunsberg. Härigenom kunde en ny regressionsfunktion för Ekebomaterialet skattas, och från denna kunde ursprungslatituder för korsningar som ej ingick i Brunsbergförsöket också härledas.



**Figur 1.**  
Principen för skattning av korsningarnas latitudursprung.

### ***Urval till nytt referensset***

Med ledning av de olika värden som beräknades för respektive korsning gjordes ett subjektivt urval av 12 helsyskonfamiljer som skall utgöra det nya referenskorsningssetet. Urvalet gjordes så att det representerar en bred gradient från ”sydligt” till ”nordligt” beteende. Stabilitet mellan olika mätvariabler och inom familj var viktiga kriterier vid urvalet.

## **Resultat**

### ***Hela materialets utveckling***

Som ett mått på de olika materialens genomsnittliga utveckling visas medelvärden från mätningarna i tabellerna 1–3. Sortvisa medelvärden för de uppmätta och transformerade variablerna finns i bilagorna 2 och 3. Den bästa upplösningen mellan olika material erhålls när material finns jämnt representerade längs hela skalan från t.ex. ”ej satt knapp” till ”satt knapp”. För variabler med 0 eller 1 erhålls denna normalt när 50–75 % av sorterna befinner sig i endera klassen. Den breda representationen av material i denna studie gör dock att enstaka mätningar är svåra att utnyttja, då en stor andel antingen hamnar i gruppen ”ingen har skjutit” eller ”alla har satt knapp” etc. Flera på varandra följande mätningar fick då i stället utnyttjas för att skapa nya, kontinuerliga variabler. Av tabellerna 1–3 antyds att måttet Tillväxtkvot har en bra spridning i Brunsberg 1994, medan de i Ekebo ger ett något sämre skattningsunderlag. Variansanalyserna enligt den angivna modellen visade att sortidentitet hade en starkt signifikant effekt ( $p < 0,0001$ ) för samtliga mätta och transformerade variabler, med undantag för ETK295. Detta var väntat med tanke på den stora variationen i tillväxtrytm mellan de olika korsningarna och genbanksmaterialen. Termen block var också signifikant för flertalet av höjd- och skottskjutningsvariablerna i Brunsbergförsöket. Däremot syntes block ha liten effekt på knoppsättningen.

**Tabell 1.**  
**Genomsnittliga värden från skottskjutnings-**  
**inventeringarna våren 1995.**

Variabel	Procent som skjutit skott	
	Korsningar	Genbank
BSK1	14,3	27,6
BSK2	58,4	72,4
BSK3	98,5	98,8
BSK4	98,7	98,8
BSK5	98,7	98,8
BSK6	98,7	99,2
ESK1	46,6	
ESK2	75,3	
ESK3	88,8	

**Tabell 2.**  
**Genomsnittliga värden från knoppsättnings-**  
**inventeringen i Brunsberg 1994.**

Variabel	Procent som satt knopp	
	Korsningar	Genbank
BKN1	0	0
BKN2	2,0	2,7
BKN3	10,1	13,6
BKN4	28,0	41,5
BKN5	34,0	51,2
BKN6	41,5	57,8
BKN7	79,2	93,4

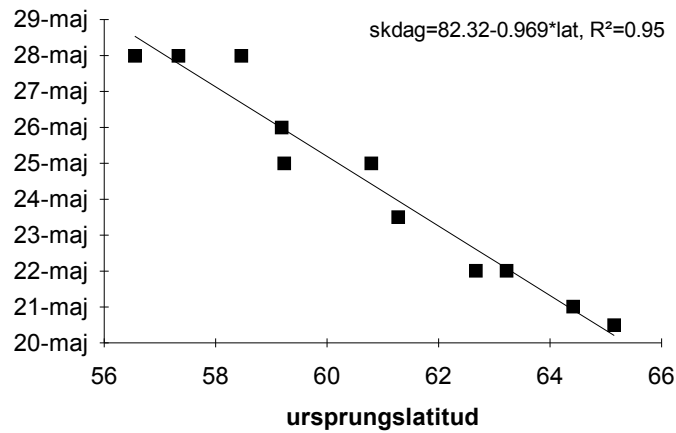
**Tabell 3.**  
**Genomsnittliga värden från höjdmätningar (mm)**  
**samt beräknade tillväxtkvoter.**

Variabel	Korsningar	Genbank
BH1	71,0	62,7
BH2	97,6	85,2
BTK94	0,74	0,75
EH194	92,5	
EH294	110,8	
ETK94	0,86	
EH195	235,0	
EH295	259,2	
EH395	261,1	
ETK195	0,90	
ETK295	0,99	

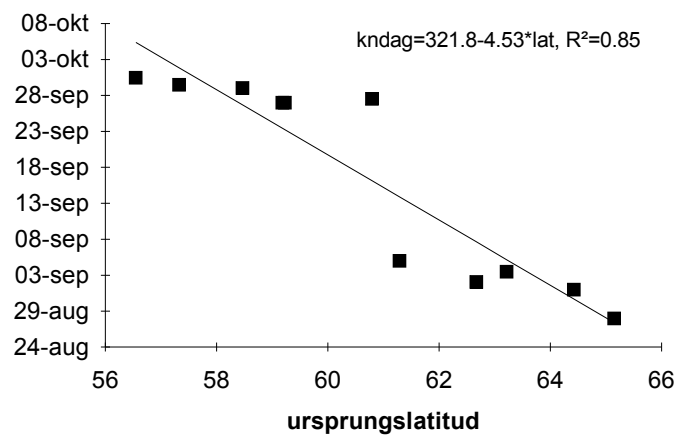
## **Genbanksmaterial**

Resultaten från mätningarna i Brunsberg på genbanksmaterialen visade att både höjd- och tillväxtrytmvariablerna hade en klinal variation över breddgrad. Regressioner beräknades med enkla, linjära regressioner. Om regressionsfunktionen utökades med termen  $\text{latitud} \times \text{latitud}$  ökade förklaringsgraden med i genomsnitt någon procent, men denna bortsågs från. Av de variabler som visas i figurerna 2–5 hade alla som karakteriserar tillväxtrytmen en förklaringsgrad på minst 0,85, medan planthöjd hade 0,72. För variabeln knoppsättning uppvisade materialen en tydlig indelning mellan en sen och

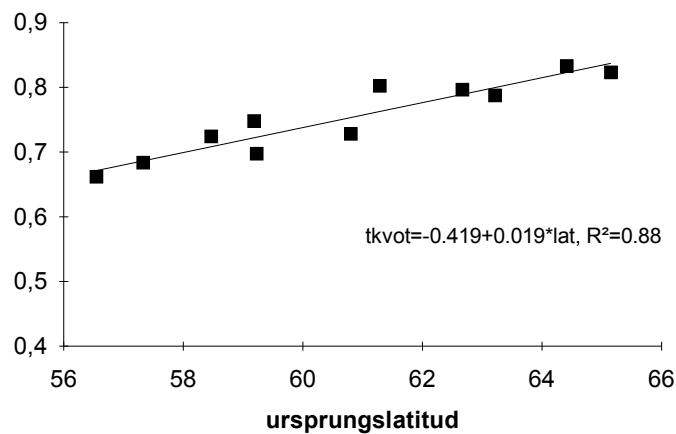
en tidig grupp. Gradienten för tillväxtkvot visar den tydligaste kontinuerliga variationen.



**Figur 2.**  
Datum för skottskjutning (BSK95) hos genbanksmaterial från olika ursprungslatituder samt regressionslinje.

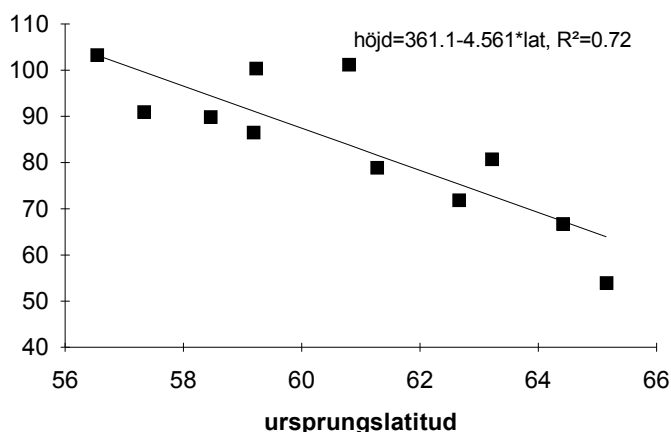


**Figur 3.**  
Datum för 50 % knoppsättning (BKN94) hos genbanksmaterial från olika ursprungslatituder samt regressionslinje.



**Figur 4.**

Tillväxtkvot (BTK94) hos genbanksmaterial från olika ursprungs-  
latituder samt regressionslinje.



Figur 5.  
Planthöjd (BH2) hos genbanksmaterial från olika ursprungslatituder  
samt regressionslinje.

### **Korrelationer mellan Ekebo och Brunsberg**

Familjer som var gemensamma mellan försöken i Ekebo och Brunsberg (22 st.) testades med avseende på korrelationer mellan LSMEANS-värden. Dessa visar att både höjd- och tillväxtrytmvariabler generellt hade hög korrelation för 1-åriga plantor, medan mätningarna på 2-åriga plantor i Ekebo avvek (tabell 4). Den karaktär som visar bäst samstämmighet synes vara tillväxtkvoten mätt på 1-åriga plantor (BTK94 och ETK94). BTK94 var också en karaktär som visade en tydlig, kontinuerlig variation över breddgraderna för genbanksmaterialen i Brunsberg (se figur 4).

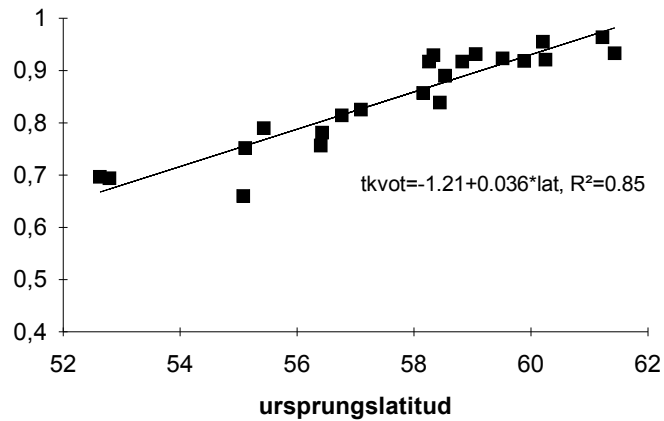
Tabell 4.  
Korrelationer mellan LSMEANS-värden för korsningar gemensamma för Ekebo- och  
Brunsborgsförsöken (N=22).

Variabel	m±std	BKN94	BSK95	ETK94	ETK195	ESK95	BH2	EH294	EH395
BTK94	0,71±0,05	-0,72	-0,82	0,90	0,51	-0,71	-0,67	-0,76	0,003
BKN94	58,6±8,8		0,60	-0,73	-0,39	0,62	0,48	0,71	0,08
BSK94	26,6±2,1			-0,86	-0,63	0,61	0,49	0,75	0,21
ETK94	0,85±0,09				0,69	-0,69	-0,63	-0,90	0,08
ETK195	0,90±0,03					-0,38	-0,13	-0,53	-0,01
ESK95	12,9±6,0						0,59	0,72	0,27
BH2	105±17,6							0,77	0,23
EH294	113±26,9								0,24
EH395	259±31,7								

### **Skattad latitud**

Med ledning av de regressionsfunktioner som beräknats för genbanksmaterialen kunde de olika mätvärdena skattas i termer av motsvarande ursprungslatitud. Detta gjordes för alla mätta variabler. En genomsnittligt skattad latitud beräknades sedan för variablerna BKN94, BTK94 och BSK94. För genbanksmaterialet var de skattade latitudernas avvikelser från

verklig ursprungslatitud i genomsnitt 0,02 decimalgrader eller 0,51 decimalgrader beräknat från avvikelsernas absolutbelopp. Motsvarande latitudskattningar gjordes för korsningarna (se tabell 5). De latituder som skattades med ledning av Brunsbergsförsöket applicerades sedan på Ekebomaterialet. Nya regressionsfunktioner beräknades för Ekeboförsöken. Den karaktär som gav högst förklaringsgrad var ETK94 ( $R^2 = 0,85$ ), varför denna användes för att skatta ursprunget även hos de korsningar som inte ingick i Brunsbergsförsöket. I figur 6 visas den indirekta regressionsfunktion som beräknades för variabeln ETK94 med Ekebomaterialet.



**Figur 6.**  
Tillväxtkvot (ETK94) för korsningar i Ekeboförsöket.  
Ursprungslatituderna indirekt beräknade från Brunsbergsförsöket.

**Tabell 5.**

**Verkligt ursprung (genbank) och skattat ursprung för korsningar testade i Brunsberg och Ekebo. Utvalda korsningar har skuggats.**

Fält-ID	Register-ID		Urspr.- latitud	Skattat ursprung, Brunsb. <sup>1</sup>	Skattat ursprung, Ekebo <sup>2</sup>	Plant- bildning, Brunsb. <sup>3</sup>	Plant- bildning, Ekebo <sup>3</sup>
		Genbank					
		Genbank nr					
1	S23A8620044	4	56,55	56,92		0,75	
2	S23A8620045	6	57,33	57,37		0,82	
3	S23A8620050	17	58,47	58,11		0,57	
4	S23A8620051	19	59,18	59,37		0,93	
5	S23A8620052	21	59,23	58,84		0,82	
6	S23A8620056	31	60,80	59,32		0,79	
7	S23A8620057	34	61,28	62,79		0,68	
8	S23A8620062	44	62,67	63,42		0,89	
9	S23A8620064	47	63,22	63,16		0,89	
10	S23A8620068	59	64,42	64,46		0,75	
11	S23A8620069	62	65,15	64,75		0,79	
		Korsningar					
		Mor	Far				
12	26	Z4006	Y2003	61,84		0,93	
13	17	Z3000	Y2001	62,11		0,93	
14	4	Y4200	Z2014	65,21		0,82	
15	14	Z4002	Z2014	64,69		0,82	
16	22	Z4010	AC1024	63,34		0,75	
17	11	AC1034	AC1036	65,65		0,96	
18	S22H8020197	S3429	S6276	60,20	60,70	0,93	0,89
19	S22H8020008	S3083	S3252	61,43	60,08	0,82	0,93
20	S22H8020117	S3355	S3096	59,51	59,80	0,86	0,96
21	S22H8020135	S3355	EO76	56,76	56,75	0,79	1,00
22	S22H8020138	S3366	S3127	58,26	59,63	0,93	1,00
23	S22H8020174	S3407	S3127	61,22	60,93	0,82	0,68
24	S22H8020139	S3366	S3348	59,05	60,04	0,93	0,93
25	S22H8020042	S3190	S3292	59,89	59,66	0,86	0,89
26	S22H8020148	S3382	S3104	58,34	59,96	0,96	0,93
27	S22H8020080	S3227	T6009	58,16	57,94	0,89	0,89
28	S22H8020074	S3227	S3104	58,83	59,62	0,79	0,82
29	S22H8020084	S3227	PL7041	57,09	57,03	0,86	0,96
31	S21H7820020	G2025	F2029	58,53	58,85	0,57	0,93
32	S21H7420055	M2030	N1003	52,63	53,44	0,11	0,89
33	S21H7820273	F2060	L2050	55,44	56,07	0,29	0,64
34	S21H7420015	L2003	L2013	52,79	53,38	0,04	0,43
35	S21H7120043	E2007	M1001	55,09	52,40	0,07	0,43
36	S21H7820049	F2006	F2076	60,25	59,73	0,64	0,82
37	S21H7420088	L2004	L2021	56,41	55,12	0,46	0,93
38	S21H7720060	L2031	PL7047	55,12	55,00	0,07	0,61
39	S21H7420007	L2021	N2043	56,43	55,80	0,18	0,96
40	S21H7820015	F2034	F2058	58,45	57,43	0,64	0,82
41	S21H76292	N1005	N2040		55,47		0,96
42	S21H782001	F2038	PL7034		56,20		0,68
43	S21H782046	G2024	F2001		58,92		0,93
44	S21H782224	F2062	N5033		58,83		1,00

<sup>1</sup> Medelvärde för ursprung beräknade från BTK94, BSK95 och BKN94.

<sup>2</sup> Ursprung beräknade från ETK94 med ledning av indirekta ursprungsskattningar från Brunsberg.

<sup>3</sup> Plantbildning beräknad som antal godtagbara plantor per frö vid skottskjutningsmätning i Brunsberg (BSK1) respektive höjdmätning i Ekebo (EH195).

## Jämförelse med tidigare skattningar av tillväxtrytmen

De skattningar av tillväxtrytmen som gjorts på de olika korsningarna i tidigare försök (se bilaga 1) jämfördes med skattningarna i detta försök. Korrelationsanalyser med medelvärden för tidigare mätta variabler och nu skattade värden genomfördes (tabellerna 6–7). Siffrorna visar att korrelationerna är svagare än inom detta försök, men ändå i många fall signifikanta, trots det låga antalet ingående korsningar. Detta visar att de olika skattningar som görs av invintringen ändå har en relevans för att rangordna materialet, trots att variationen i skattningarna är stor. I figurerna 7–8 visas sambandet mellan skattade latituder i denna studie och tidigare beräknade avelsvärden för skottskjutning respektive förvedning.

**Tabell 6.**

**Korrelation mellan medelvärden för tillväxtrytm i tidigare studier och de som uppmätts i denna studie. "Brunsbergskorsningar" (N=12). Signifikanta korrelationer ( $p < 0,05$ ) är feta.**

	Skottskj.	Höjd	BTK94	BKN	ETK94	BSK	ESK	BH2
Förvedn.	<b>0,88</b>	-0,42	0,40	0,50	<b>0,59</b>	<b>0,69</b>	<b>0,68</b>	<b>-0,76</b>
Skottskj.		-0,27	0,23	0,56	0,35	0,53	<b>0,64</b>	-0,54
Höjd			-0,36	-0,36	-0,55	-0,20	<b>-0,64</b>	<b>0,71</b>

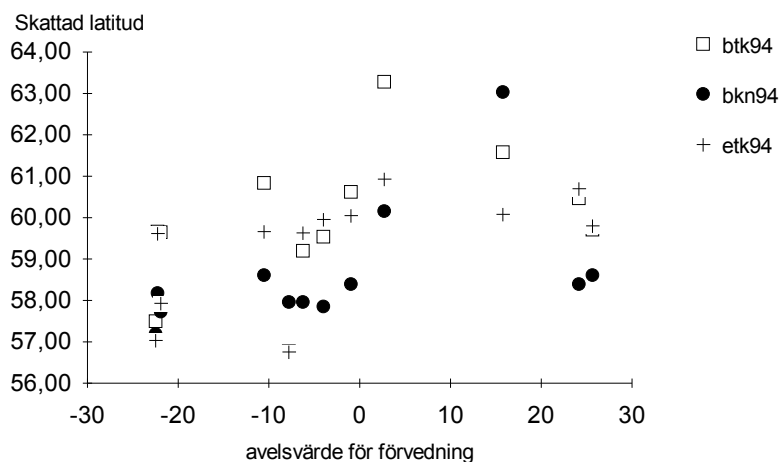
Förvedning, skottskjutning och höjd som avelsvärden beräknade på 3-åriga plantor (Hannerz, 1992). Övriga variabler härrör från denna studie. Höga värden på förvedning, skottskjutning, knoppsättning och tillväxtkvot innebär tidig skottskjutning resp. tillväxtavslutning.

**Tabell 7.**

**Korrelation mellan medelvärden för tillväxtrytm i tidigare studier och de som uppmätts i denna studie. "Ekebokorsningar" (N=8–14). Signifikanta korrelationer ( $p < 0,05$ ) är feta.**

	Skottskj	BTK94	BKN	ETK94	BSK	ESK	BH2
Invintring	0,14	-0,37	-0,54	<b>-0,74</b>	-0,47	-0,31	0,42
Skottskj		0,21	-0,28	0,03	0,41	<b>0,53</b>	-0,32

Invintring och skottskjutning beräknade som medel från klasser uppmätta på 2-åriga plantor i Ekebo. Övriga variabler härrör från denna studie. Höga värden på skottskjutning, knoppsättning och tillväxtkvot innebär tidig skottskjutning resp. tillväxtavslutning. Ett högt värde på invintring innebär sen tillväxtavslutning.

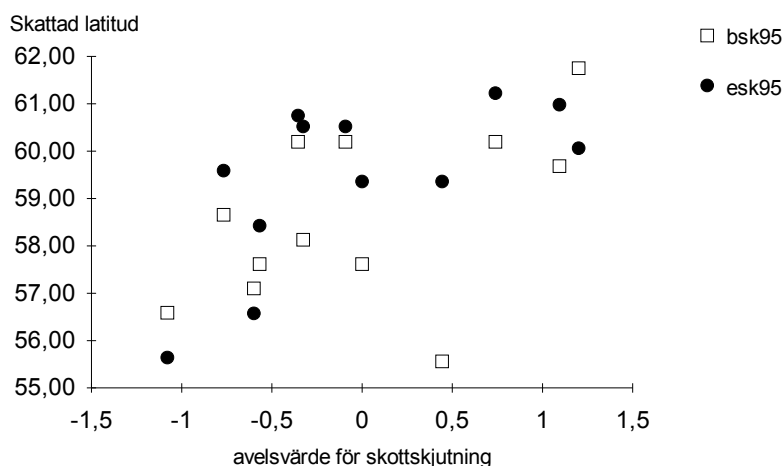


**Figur 7.**

**Samband mellan avelsvärde för förvedning (Hannerz, 1992) och skattad**



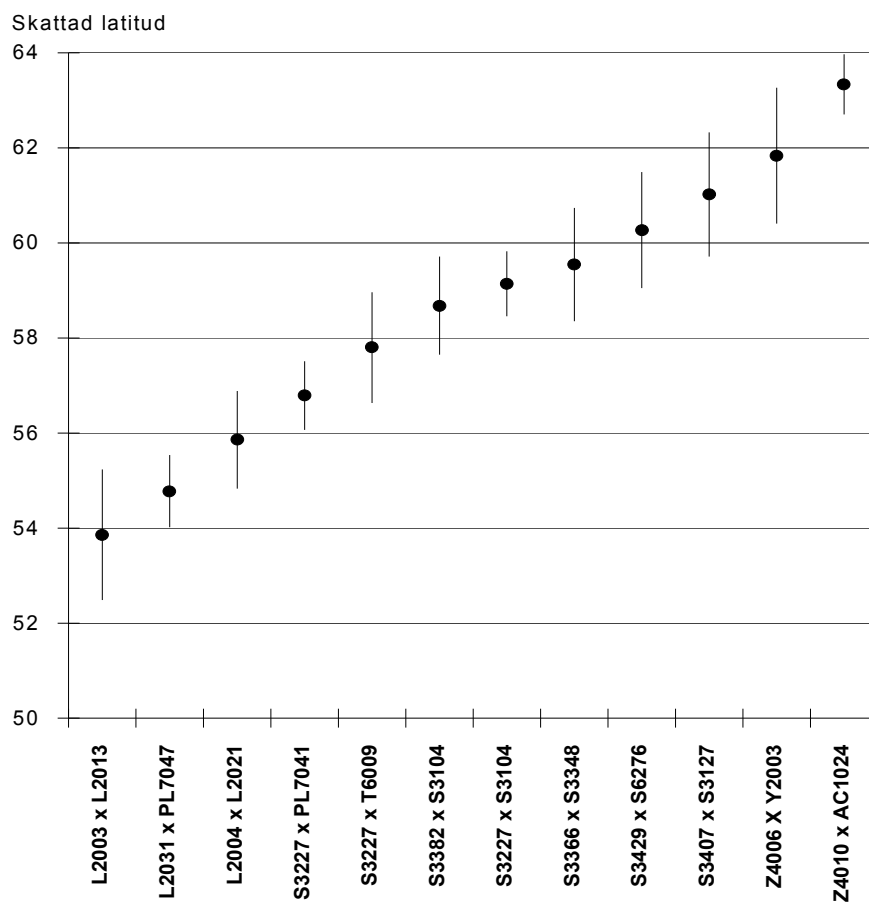
**latitud för invintringsvariabler enligt denna studie.**



**Figur 8.**  
Samband mellan avelsvärde för skottskjutning (Hannerz, 1992) och skattad latitud för skottskjutning enligt denna studie.

## Urval

De olika korsningarna rangordnades beroende på beräknat ursprung. Av dessa valdes 12 korsningar ut som representerar ett skattat ursprung från ca 54° N till 63° N (se figur 9).



**Figur 9.**  
De utvalda familjerna och deras skattade ursprung. Medel- och standardavvikelse beräknat från BTK94, BSK95, BKN94, ETK94 och ESK95.

## Diskussion

Syftet med det genomförda försöket var i första hand att rangordna familjerna med tillräckligt stor säkerhet, för att därigenom kunna göra ett urval av familjer som representerar en kontinuerlig variation från ”sydligt” till ”nordligt” beteende. De utförda mätningarna skulle också kunna användas som en beskrivning av materialet i termer av fotoperiod eller motsvarande ursprungslatitud. Resultaten får anses tillfredsställande vad avser möjligheterna att rangordna och i grova drag kvantifiera tillväxtrytmen hos de olika familjerna. Däremot ligger fortfarande en viss osäkerhet i översättningen från en korsning till motsvarande ursprungslatitud för naturbestånd. Tolkningen av resultaten baseras på mätningar på 1-åriga plantor. Då bl.a. frövikten kan ha betydelse för just första årets resultat (se nedan), är det angeläget att de plantor som använts i försöken säkras i sådan form att tillväxtrytmen kan mätas även på fleråriga plantor.

Resultaten pekar ånyo på det stora behovet av utvecklade, säkra testrutiner för framför allt invintringen hos olika material.

### ***Allmänt om tillväxtrytmstudier***

Tidigare studier i plantskolemiljö av tillväxtrytmen hos granplantor (Westin & Hannerz, 1991; Hannerz & Westin, 1993) har visat på svårigheterna att tolka resultatet av mätningar med olika metoder och på olika lokaler. I den operativa förädlingen har ett flertal olika mått på invintring använts. Vanligast är förvedningsgrad (och motsvarande ”gröna centimetrar”) och knopp-sättning. Alla dessa metoder är behäftade med stora osäkerheter p.g.a. det subjektiva momentet. Resultatet av mätningarna är också starkt beroende av när de utförs, då en jämn spridning mellan ”tidiga” och ”sena” sorter eftersträvas. Det är således svårt att få ett kontinuerligt mått för att rangordna sorterna. Ett stort antal mättillfällen, där interpoleringar görs mellan observationerna, kan vara ett sätt att komma närmare ett sådant mått. Av praktiska skäl är det dock svårt att hinna utföra flera mätningar, och helst krävs en enda förrättningsman. Ett mer objektivt mått är tillväxtkvot, men även denna ställer stora krav på att mätningen av de växande plantorna utförs vid rätt tidpunkt för att få tillräcklig spridning i materialet. Än mer tillförlitliga metoder håller på att utarbetas vid SkogForsk, t.ex. fluorescensmätning efter barrfrostestning eller mätning av celldelningsaktivitet. Innan dessa metoder används i förädlingen krävs dock att de anpassas för operationell drift. Fortfarande återstår också många frågor att lösa som t.ex. mättidpunkter och testmiljö. Kunskapen om sambandet mellan olika mått och de inneboende genetiska och fysiologiska egenskaperna är också mycket angelägna att öka.

I dessa försök har vi föredragit att göra utvärderingar på 1-åriga plantor. Detta har fördelen att alla plantor endast uppvisar fri tillväxt. Det andra året är tillväxten uppdelad i både förutbestämd och fri tillväxt, och speciellt höstbeteendet kan bli mycket svårtolkat. En nackdel med mätningar på 1-åriga plantor är dock att frövikten kan ha stor betydelse. Hannerz & Westin (1993)

fann att knoppsättningen påverkades i liten grad av frövikten, medan karakterer kopplade till planthöjden, som förvedningsgrad och tillväxtkvot, påverkades av frövikten.

Skottskjutningsmätningarna är relativt sett enklare och säkrare att utföra, men även där kan praktiska och organisatoriska problem finnas, då de utförs samtidigt som andra aktiviteter i fält och plantskola är som störst. Tolkningen av en skottskjutningsmätning kan också göras på flera sätt. I denna studie har vi bara klassat skottskjutningsdag i en kontinuerlig gradient, medan ett bättre mått troligen varit att utnyttja uppnådd temperatursumma vid varje mättillfälle.

Tillväxtrytmerna påverkas i hög grad av temperatur och ljusklimat på testlokalen. Resultaten, och även rangordningen, kommer därför att variera mellan olika platser och år, beroende på medeltemperatur och förekomst av froster. Skottskjutningen kan till exempel påverkas, så att normalt senskjutande sorter skjuter ännu senare, om knopparna har påverkats av sena höstfroster eller tidiga vårfroster. Enda sättet att komma förbi dessa problem är att göra testerna i kontrollerad miljö, t.ex. klimatkammare.

### ***Kommentarer till försöksresultaten***

Trots de svårigheter som nämnts ovan visar resultaten en samstämmighet mellan olika mått och mellan lokaler. Tillfredsställande var också att en korrelation fanns mellan tidigare utförda mätningar och de som gjordes i denna studie. Detta visar ånyo att den genetiska komponenten i tillväxtrytm är viktig.

Knoppsättningsmätningen i Brunsberg visade att genbanksmaterialet delade upp sig i två tydliga grupper. En orsak till detta kan vara väderutvecklingen. Juli och första halvan av augusti var mycket varma. Tidigt invintrande sorter kan ha dragit nytta av detta och därigenom fått en snabb knoppsättning, medan senare (sydligare) sorter inte kunnat utnyttja de höga temperaturerna. Troligen har inte gradienten för tillväxtkvot påverkats av dessa faktorer.

Eftersom frövikten har en stark effekt på tillväxten det första året skulle knoppsättningen i Brunsberg kunna vara ett lämpligt mått att utgå från vid skattningen av de olika korsningarnas ursprungslatitud. Den två-delning i genbanksmaterialet som uppvisades gör dock att måttet är tveksamt när man strävar efter att hitta en kontinuerlig skala. Vi saknar tyvärr uppgifter om frövikten för de olika korsningarna, men det är sannolikt att skillnaden mellan korsningar och genbanksmaterial inte är så stor. Erfarenhetsmässigt får kontrollerade korsningar utförda i isoleringspåsar inte de höga frövikter som kan uppmätas efter fri avblomning i fröplantager.

En stor nackdel vid utvärderingen av dessa försök är att genbanksmaterialet aldrig såddes upp i Ekeboförsöket. Detta gör utvärderingen av testlokalens

betydelse betydligt osäkrare, eftersom de olika variablerna måste jämföras indirekt.

## Referenser

- Hadders, G. 1982. Referensmaterial för fältförsök med tall och gran. Institutet för skogsförbättring. Informations skogsträdsförädling nr 5, 1982/83.
- Hannerz, M. 1992. Genetisk variation i tillväxt och tillväxtrytmkaraktärer hos helsyskonavkommor inom det Mellansvenska klonskogsbruksprojektet. Institutet för skogsförbättring, Arbetsrapport nr 264. 16 s.
- Hannerz, M. & Westin, J. 1993. Odlingstest av granfrö (*Picea abies*) från fröplantager och naturbestånd. 1991 års sådd: Höjdtillväxt, tillväxtavslutning och frystestning första odlingssäsongen. Institutet för skogsförbättring, Arbetsrapport nr 286. 32 s.
- Krutzsch, P. 1975. Die Pflanzenschulenergebnisse eines inventierenden Fichtesherfunftsversuces (*Picea abies* KARST und *Picea obovata* LEDEB). Skogshögskolan, Institutionen för skogsgenetik, Rapporter och Uppsatser nr 14, 104 2.
- Westin, J. & Hannerz, M. 1991. Tillväxtavslutning och frystestresultat för material från fröplantager och naturbestånd. Institutet för skogsförbättring, Arbetsrapport nr 258. 26 s.



## Utgångsmaterial för beskrivning och urval av nytt referensset för gran

Tidigare mätresultat:

Innehåller 39 sorter

Genbank, 11 st

AC-korsningar, 6 st

Brunsborgskorsningar, 12 st

Ekebokorsningar, 14 st

Sort 1–40 sådda i Brunnsberg; Sort 18–44 sådda i Ekebo

Genbank		Genbank nr	Ursprung		
Fält-ID	Register-ID		Lat	Höh	declat
1	S23A8620044	4	56 33	110	56,55
2	S23A8620045	6	57 20	140	57,33
3	S23A8620050	17	58 28	40	58,47
4	S23A8620051	19	59 11	120	59,18
5	S23A8620052	21	59 14	40	59,23
6	S23A8620056	31	60 48	200	60,8
7	S23A8620057	34	61 17	295	61,28
8	S23A8620062	44	62 40	305	62,67
9	S23A8620064	47	63 13	245	63,22
10	S23A8620068	59	64 25	175	64,42
11	S23A8620069	62	65 09	370	65,15

"AC-korsningar"		Mor	Far	Mätt i Sävar, ref. J. Westin	
Fält-ID	Register-ID			LAT	GCM
12	26	Z4006	Y2003	63,02	1,44
13	17	Z3000	Y2001	63,32	0,87
14	4	Y4200	Z2014	63,79	0,45
15	14	Z4002	Z2014	64,16	-0,38
16	22	Z4010	AC1024	64,53	-1,19
17	11	AC1034	AC1036	64,89	-0,78

"Brunsborgskorsningar"		Mor	Far	Mätt i Skogsberg, ref. M. Hannerz					
Fält-ID	Register-ID			Förvedning		Skottskjutning		Planthöjd	
				mor- FV89	far- FV89	mor- SK89	far- SK89	mor- H89	far- H89
18	S22H8020197	S3429	S6276	7,532	40,788	0,850	1,549	-4,23	4,387
19	S22H8020008	S3083	S3252	5,188	26,37	1,371	0,816	2,912	-10,59
20	S22H8020117	S3355	S3096	35,00	16,30	1,947	-0,469	-6,641	-2,262
21	S22H8020135	S3355	EO76	35,00	-50,55	1,947	-1,057	-6,641	0,207
22	S22H8020138	S3366	S3127	-13,34	0,872	-0,502	0,506	-4,193	-6,352
23	S22H8020174	S3407	S3127	4,544	0,872	-0,693	0,506	-6,340	-6,352
24	S22H8020139	S3366	S3348	-13,34	11,361	-0,502	-0,149	-4,193	-1,642
25	S22H8020042	S3190	S3292	-19,61	-1,536	-1,227	0,519	-3,876	-2,045
26	S22H8020148	S3382	S3104	8,571	-16,58	-0,881	-0,253	-8,096	-7,857
27	S22H8020080	S3227	T6009	-27,97	-15,80	-1,282	0,081	5,804	2,002
28	S22H8020074	S3227	S3104	-27,97	-16,58	-1,282	-0,253	5,804	-7,857
29	S22H8020084	S3227	PL7041	-27,97	-16,97	-1,282	-0,878	5,804	1,672

"Ekebokorsningar"		Mor	Far	Mätt i Ekebo, ref. K.-A. Högberg	
Fält-ID	Register-ID			Invintring	Skottskjutn.
31	S21H7820020	G2025	F2029	1,47	2,53
32	S21H7420055	M2030	N1003	2,38	2,75
33	S21H7820273	F2060	L2050	1,13	2,93
34	S21H7420015	L2003	L2013	1,8	4,1
35	S21H7120043	E2007	M1001	2,9	4,2
36	S21H7820049	F2006	F2076	1	4,2
37	S21H7420088	L2004	L2021	2,63	5,63
38	S21H7720060	L2031	PL7047	2	5,67
39	S21H7420007	L2021	N2043	3	5,83
40	S21H7820015	F2034	F2058	1,13	6
41	S21H76292	N1005	N2040	1,55	5,73
42	S21H782001	F2038	PL7034	1,6	3,93
43	S21H782046	G2024	F2001	1,07	5,27







## Medelvärden (LSMEANS) för sorter testade i Brunsberg

Fält-ID	Höjd 94	Tkvot 94	Skottskj 95 <sup>1</sup>	Knopps 94 <sup>2</sup>
Genbank				
1	103,3	0,66	28 maj	30 sep
2	91,0	0,68	28 maj	29 sep
3	89,9	0,72	28 maj	29 sep
4	86,5	0,75	26 maj	27 sep
5	100,3	0,70	25 maj	27 sep
6	101,1	0,73	25 maj	27 sep
7	78,9	0,80	23 maj	05 sep
8	71,8	0,80	22 maj	02 sep
9	80,7	0,79	22 maj	03 sep
10	66,8	0,83	21 maj	01 sep
11	54,0	0,82	20 maj	28 aug
"AC-korsningar"				
12	77,0	0,75	24 maj	04 sep
13	109,1	0,81	25 maj	05 sep
14	63,8	0,84	20 maj	27 aug
15	61,9	0,82	20 maj	27 aug
16	61,5	0,79	21 maj	03 sep
17	71,4	0,89	21 maj	26 aug
"Brunsbergskorsningar"				
18	100,9	0,75	23 maj	27 sep
19	94,7	0,77	25 maj	06 sep
20	77,7	0,73	25 maj	26 sep
21	108,9	0,68	29 maj	29 sep
22	101,3	0,72	27 maj	29 sep
23	78,8	0,80	25 maj	19 sep
24	95,7	0,75	27 maj	27 sep
25	108,9	0,75	25 maj	26 sep
26	103,9	0,73	27 maj	29 sep
27	131,6	0,73	28 maj	30 sep
28	111,1	0,73	26 maj	28 sep
29	119,2	0,69	28 maj	02 okt
"Ekebokorsningar"				
31	90,8	0,74	28 maj	28 sep
32	136,0	0,62	06 jun	07 okt
33	121,1	0,65	31 maj	05 okt
34	131,9	0,60	–	–
35	117,9	0,65	30 maj	–
36	74,8	0,75	27 maj	11 sep
37	120,2	0,69	29 maj	07 okt
38	91,3	0,64	29 maj	14 okt
39	100,0	0,71	30 maj	06 okt
40	91,6	0,74	27 maj	04 okt

<sup>1</sup> Skattat datum för skottskjutning (klass enligt Krutzsch=3)

<sup>2</sup> Skattat datum då 50 % av plantorna satt tydlig knopp



## Medelvärden (LSMEANS) för sorter testade i Ekebo

Fält-ID	Höjd 94 <sup>1</sup>	Tkvot 94 <sup>2</sup>	Höjd 95 <sup>1</sup>	Tkvot 1 95 <sup>2</sup>	Skottskj 95 <sup>3</sup>
"Brunsbergskorsningar"					
18	96,1	0,96	232,2	0,93	10 maj
19	89,1	0,93	275,8	0,90	08 maj
20	73,6	0,92	243,7	0,90	07 maj
21	98,2	0,81	255,0	0,90	11 maj
22	95,0	0,92	248,8	0,92	11 maj
23	79,0	0,96	253,8	0,89	09 maj
24	88,6	0,93	199,7	0,93	09 maj
25	94,3	0,92	265,1	0,91	08 maj
26	95,7	0,93	206,0	0,93	13 maj
27	130,8	0,86	305,2	0,94	17 maj
28	110,4	0,92	282,9	0,94	11 maj
29	123,2	0,82	301,6	0,90	19 maj
"Ekebokorsningar"					
31	106,4	0,89	247,8	0,91	22 maj
32	163,8	0,70	269,6	0,89	22 maj
33	128,1	0,79	302,1	0,85	22 maj
34	141,8	0,69	222,7	0,91	20 maj
35	158,3	0,66	214,9	0,82	–
36	82,0	0,92	282,2	0,92	07 maj
37	157,9	0,76	310,6	0,87	21 maj
38	126,2	0,75	255,5	0,87	24 maj
39	135,9	0,78	257,7	0,87	08 maj
40	117,8	0,84	273,6	0,91	08 maj
41	121,5	0,77	272,7	0,85	06 maj
42	113,1	0,80	245,6	0,88	22 maj
43	101,1	0,89	263,5	0,91	08 maj
44	102,8	0,89	267,1	0,94	06 maj

<sup>1</sup> Sluthöjd efter 1 resp 2 år

<sup>2</sup> Tillväxtkvot = höjd under tillväxt/sluthöjd. För år 2 (95) används den först mätta höjden (EH195)

<sup>3</sup> Datum då sorten nått stadium 3 enligt Krutzsch