



Stiftelsen Skogsbrukets Forskningsinstitut

---

## **BLOMMOGNADSUTVECKLING OCH INKORSNING HOS HONBLOMMOR AV TALL**

- studier i tallfröplantagerna 493 Askerud och 495 Lustnäset

**Curt Almqvist, Gunnar Jansson, Urban Eriksson och Mats Eriksson**

**Arbetsrapport nr 298**

**1995**

**SkogForsk, Glunten, 751 83 UPPSALA**  
**Tel: 018-188500 Fax: 018-188600**

---

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

Inledning .....	1
Material och metoder .....	1
Beskrivning av plantagerna .....	1
Inventeringsmetodik .....	1
Isozymstudier .....	3
Fröinsamling .....	3
Isozymanalyser .....	3
Statistisk analys .....	3
Transformering av tidsskalan .....	3
Transformering av blomningsförloppet .....	4
Statistiska modeller .....	4
Resultat .....	5
Blommognadsstudier i 493 Askerud 1987–89 .....	5
Blommognadsstudier i 495 Lustnäset 1992–94 .....	7
Isozymstudier i Askerudsplantagen .....	9
Samband mellan blommognadsutveckling och isozymstudier i Askerudsplantagen .....	10
Diskussion .....	11
Slutsats .....	12
Referenser .....	12

# Inledning

I Sverige produceras idag större delen av det tallfrö som används vid skogsodling i fröplantager. Dessa plantager består av ympar av utvalda plusträd. I den ideala fröplantagen sker all befruktning med pollen som produceras av plusträdsymparna. I verkligheten deltar pollen från omgivande bestånd s.k. vildpollen i olika grad vid befruktningen. Graden av inkorsningen har studerats i flera plantager och i litteraturen finns uppgifter på 17–74 % inkorsning (sammanställning i Eriksson, 1993). I en fröplantage börjar oftast honblommorna hos en del kloner bli receptiva innan pollenrykningen i plantagen börjar. Dessa blommor kan då löpa större risk att bli pollinerade med vildpollen.

Syftet med detta arbete är dels att studera skillnader i honblommornas mognadsutveckling hos klonerna i en tallfröplantage och möjligheten att rangordna klonerna med hänsyn till blomningstidpunkt, dels att studera sambandet mellan blomningstidpunkt och inkorsning på klonnivå.

## Material och metoder

### *Beskrivning av plantagerna*

Studierna utfördes i tallfröplantagerna 493 Askerud och 495 Lustnäset, båda lokaliserade i Värmlands län. Ägare till plantagerna är Stora Skog AB. Basfakta för plantagerna visas i tabell 1, och kartor över plantagerna med studerade områden markerade i figur 1.

**Tabell 1.**  
**Basfakta om plantagerna i vilka studierna utförts.**

Namn	Lat	Long	H.ö.h.	Anlagd, år	Areal, ha	Antal kloner	Förband
493 Askerud	59° 53'	13° 11'	80	1966–69	14	43	5 × 5 m
495 Lustnäset	59° 35'	13° 31'	60	1969–72	15	40 <sup>1</sup>	6 × 6 m

<sup>1</sup> 495 Lustnäset är kompletterad med ytterligare 29 kloner 1978. Dessa kloner finns dock endast representerade i plantagen med ett fåtal ympar per klon.

### *Inventeringsmetodik*

I Askerudplantagen utfördes honblomsinventeringarna 1987–89. I Lustnäsetplantagen utfördes honblomsinventeringarna 1992–94. Fakta om inventeringarna visas i tabell 2. I Askerud inventerades de flesta av de 43 klonerna alla tre åren. I Lustnäset inventerades 14 kloner de två första åren och 54 kloner 1994. I denna rapport har data för de 14 kloner i Lustnäset som inventerats alla tre åren använts. I Askerud klassificerades alla blommor på två utvalda grenar, en på syd- och en på nordsidan av ympen. I Lustnäset klassades alla blommor på en till två grenar på sydsidan av varje ymp. Vid bearbetningen har blommorna på de studerade grenarna på en ymp summerats. Blommorna klassificerades i 4 st mognadsklasser (A–D) där klass A är outvecklade blommor, klass B är blommor som börjar bli receptiva,

klass C är optimalt receptiva blommor och klass D är överblommade (modifierad variant av skala i Jonsson m.fl., 1976). De blommor som inte upptäcktes vid de första inventeringarna pga. att de var för outvecklade klassificerades i efterhand i klass A. Vid inventeringarna noterades även när de inventerade ymparna började ryka pollen. I Lustnäset 1994 noterades pollenrykning på varje ymp vid varje inventeringstillfälle. Uppgifterna om pollenrykning har inte använts i denna studie.

**Tabell 2.**  
**Beskrivning av inventeringarna av blommognadsförlopp i plantagerna 493 Askerud och 495 Lustnäset.**

	Antal inventeringar	Inventeringsdatum	Antal block eller områden	Antal Kloner	Antal Ympar/klon
<b>Askerud</b>					
1987	8	28/5–15/6	3 omr.	43	3
1988	10	18/5– 9/6	3 omr.	43	3
1989	13	5/5–27/5	1 omr.	43	1
<b>Lustnäset</b>					
1992	9	20/5–30/5	5 block	14 <sup>1</sup>	1–5
1993	12	7/5–23/5	5 block	14 <sup>1</sup>	1–5
1994	3	13/5–23/5	3 omr.	14 <sup>1</sup>	1–7

<sup>1</sup> Endast data från de kloner som inventerats alla tre åren har använts. År 1992 och 1993 inventerades 14 kloner och 1994, 54 kloner.

**Figur 1.**

**A. Karta över 493 Askerud, med de tre studerade områdena markerade.**

**B. Karta över 495 Lustnäset, med studerade block och områden markerade.**

## **Isozymstudier**

### **Fröinsamling**

I Askerud insamlades frö 1988 (blomningsår 1987) på ymparna i område 1 och 2, figur 1. Från varje ymp samlades 30 kottar in, 15 stycken från vardera övre och undre delen av kronan. Åren 1989 och 1990 insamlades frö endast från ymparna i område 1. Ymparna inom detta område totalplockades på all kott.

Den insamlade kotten klängdes och tomfrö rensades bort. Vid insamlingen 1988 slogs frö från olika ympar av samma klon ihop till ett generalprov. Isozymanalys utfördes sedan på frö från detta generalprov.

### **Isozymanalyser**

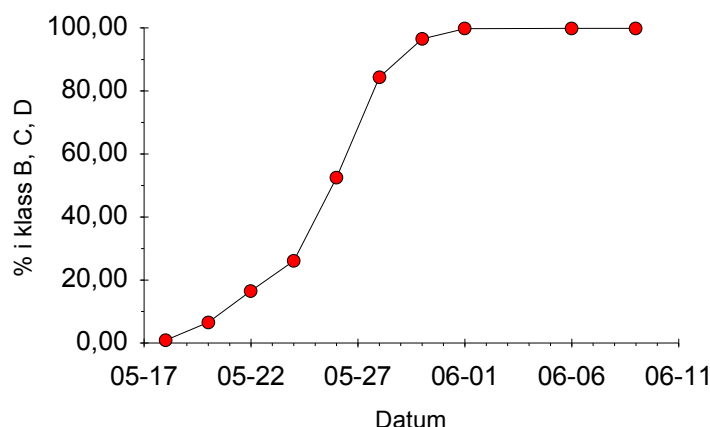
Isozymanalyserna och beräkningen av inkorsningsgrad av vildpollen har utförts av Dr Reza Yazdani vid SLU, Uppsala.

Isozymer är enzymer som finns i flera molekylärt olika former men med likartad funktion. Man kan skilja dessa olika former av ett enzym med hjälp av elektrofores där enzymerna efter framkallning framträder som band. De olika formerna av ett enzym har lite olika laddning och vandrar därför olika långt i ett elektriskt fält. I ett barrträdsfrö avspeglar frövitans moderna genotyp, medan embryots genotyp är en kombination av moderns och faderns genotyp. Genom att jämföra genotypen i frövitans och embryots genotyp fastställs. Genom att jämföra fäderna som stått för befruktningen med plantageymparnas genotyp kan man fastställa om det är pollen från plantagen eller inte som stått för befruktningen. Det är dock inte möjligt att särskilja alla genotyper med de 21 enzymsystem som används vid isozymanalyserna, varför skattningen av inkorsning är behäftad med en viss osäkerhet.

## **Statistisk analys**

### **Transformerering av tidsskalan**

Variation i vädret under blomningsperioden gör att t.ex. en dag får olika betydelse för den biologiska utvecklingen beroende på temperatur, ev. nederbörd m.m. Utvecklingsförloppet blir då inte kontinuerligt. En transformation av tidsskalan kan förbättra jämförbarheten såväl under en blomningsperiod som mellan olika år. Användning av logit-transformation är ett sätt att försöka få tidsskalan kontinuerlig. Vi har valt att använda hela den studerade populationens blomningsförlopp som tidsskala. För varje inventeringstillfälle beräknas hur många blommor som hela populationen har i respektive klass. Den kumulativa frekvensen blommor i mottaglig eller överblommat klass beräknas, figur 2. Varje inventeringstillfälle åsätts sedan det logit-transformerade värdet för den kumulativa andelen blommor i mottaglig eller överblommat stadium (klass B, C och D).



**Figur 2.**  
Kumulativ andel blommor i klass B, C och D 1988 i Askerudsplantagen.

### Transformerering av blomningsförloppet

För de enskilda klonerna har andelen blommor i klass B, C och D beräknats för varje observation. Vid den statistiska analysen har sedan det logit-transformerade värdet för andelen blommor i dessa klasser använts enligt:

$$Y_{ijkl} = \ln \left( \frac{n_{B+C+D}}{n_A} \right)$$

där

$Y_{ijkl}$  logitvärdet för individuell observation av andel blommor i klass B, C och D

$n_{B+C+D}$  antal blommor i klass B, C och D

$n_A$  antal blommor i klass A

Logit-transformeringen görs för att data bättre skall uppfylla kraven på normalfördelning och homogen varians. Det logit-transformerade värdet för tidpunkt benämns *tidpunkt* i resultat och diskussionsavsnitten.

### Statistiska modeller

Vid alla beräkningar användes programpaketet SAS (SAS 1987). Vid variansanalyserna användes procedur GLM (Type IV SS har använts vid signifikansberäkningarna). Vid analysen användes viktad minsta

kvadratmetod där  $\frac{1}{n \cdot p \cdot (1-p)}$  använts som vikt. Vanligt F-test användes för att testa vilka faktorer som hade någon inverkan (Finney 1971, s 107). Vid

korrelationsanalyserna användes procedur CORR. (Pearson's correlations coefficient).



Blomningsförloppet analyserades enligt modell:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + b_1 \cdot x + b_{2k} \cdot x + (\alpha \cdot \delta)_{ik} + e_{ijkl}$$

där

$Y_{ijkl}$	logitvärdet för individuell observation av andel blommor i klass B, C och D
$\mu$	medelvärde
$\alpha_i$	fix effekt av år
$\beta_j$	fix effekt av block eller område
$\delta_k$	fix effekt av klon
$x$	logitvärde för tidpunkt (se transformering av tidsskalan)
$b_1$	parameter för tidpunkt
$b_{2k}$	parameter för tidpunkt inom klon
$(\alpha \cdot \delta)_{ik}$	samspel mellan år och klon
$e_{ijkl}$	residual, NID $(0, \sigma_e^2)$

För att rangordna klonerna och korrelera blomningsdata med data från isozymanalysen har skattade värden för andel blommor i klass B, C och D beräknats för varje klon. Detta har gjorts med modellen ovan för tidpunkter då hela populationen i medeltal har 10, 50 respektive 90 procent av blommorna i klass B, C och D. Dessa tidpunkter benämns *tidig*, *mellan* och *sen* i resultat- och diskussionsavsnitten. De skattade värdena för andel blommor i klass B, C och D benämns *utvecklingsgrad*.

## Resultat

### **Blommognadsstudier i 493 Askerud 1987–89**

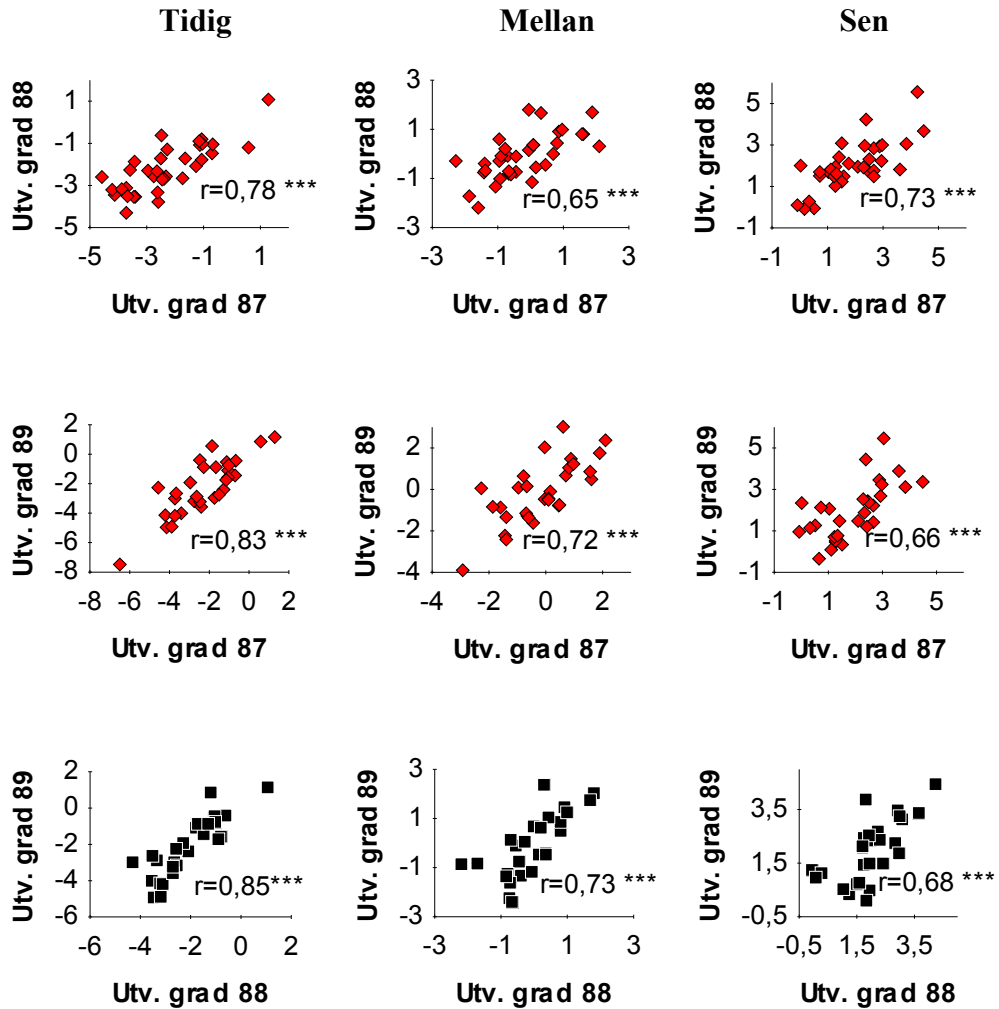
Resultatet av variansanalysen visas i tabell 3. Signifikanta effekter erhöles för alla förklarande variabler utom år. Samspelet mellan Klon  $\times$  Tidpunkt samt Klon  $\times$  År var båda signifikanta.

**Tabell 3.**  
**Variansanalystabla för blommognadsutveckling i plantage 493 Askerud 1987–89.**

Source of variation	DF	MS	F-värde	<i>p</i>
År	2	0,233	0,14	0,8654
Block	2	38,811	24,04	0,0001
Klon	42	15,570	9,65	0,0001
Tidpunkt	1	447,780	277,4	0,0001
Klon $\times$ Tidpunkt	41	5,597	3,47	0,0001
Klon $\times$ År	62	4,259	2,64	0,0001
Error	491	1,61		

För att undersöka om skillnaderna mellan år är betydelsefullt vid rangordningen av klonerna skattades värden för klonernas utvecklingsgrad vart år.

Då det även är samspel mellan Klon  $\times$  Tidpunkt skattades värden för tre tidpunkter (tidig, mellan och sen). Figur 3 visar plottar samt korrelationer mellan skattade värden för utvecklingsgrad vid de olika tidpunkterna olika år. I tabell 4 visas korrelationer mellan skattade värden för utvecklinggrad vid olika tidpunkter samma år.



**Figur 3.** Korrelation mellan skattade värden för utvecklingsgrad (andel blommor i klass B, C och D) olika år för de olika klonerna i Askerudsplantagen. Värden skattades vid tre tidpunkter, när populationen i medeltal har 10 % (tidig), 50 % (mellan) och 90 % (sen) av blommorna i mottagliga och överblommade klasser (B, C och D). Signifikanta korrelationer är markerade med: \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ).

**Tabell 4.**

Korrelation mellan värden för utvecklingsgrad (andel blommor i klass B, C och D) vid olika tidpunkter samma år för de olika klonerna i Askerudsplantagen. Värden skattades vid tre tidpunkter, när populationen i medeltal har 10 % (tidig), 50 % (mellan) och 90 % (sen) av blommorna i mottagliga och överblommade klasser (B, C och D). Signifikanta korrelationer är markerade med: \* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ) och \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ).

År		Tidpunkt under blomningen	
		mellan	sen
1987	tidig	0,87***	0,36*
	mellan		0,77***
1988	tidig	0,80***	0,30
	mellan		0,81***
1989	tidig	0,95***	0,71***
	mellan		0,90***

### **Blommognadsstudier i 495 Lustnäset 1992–94**

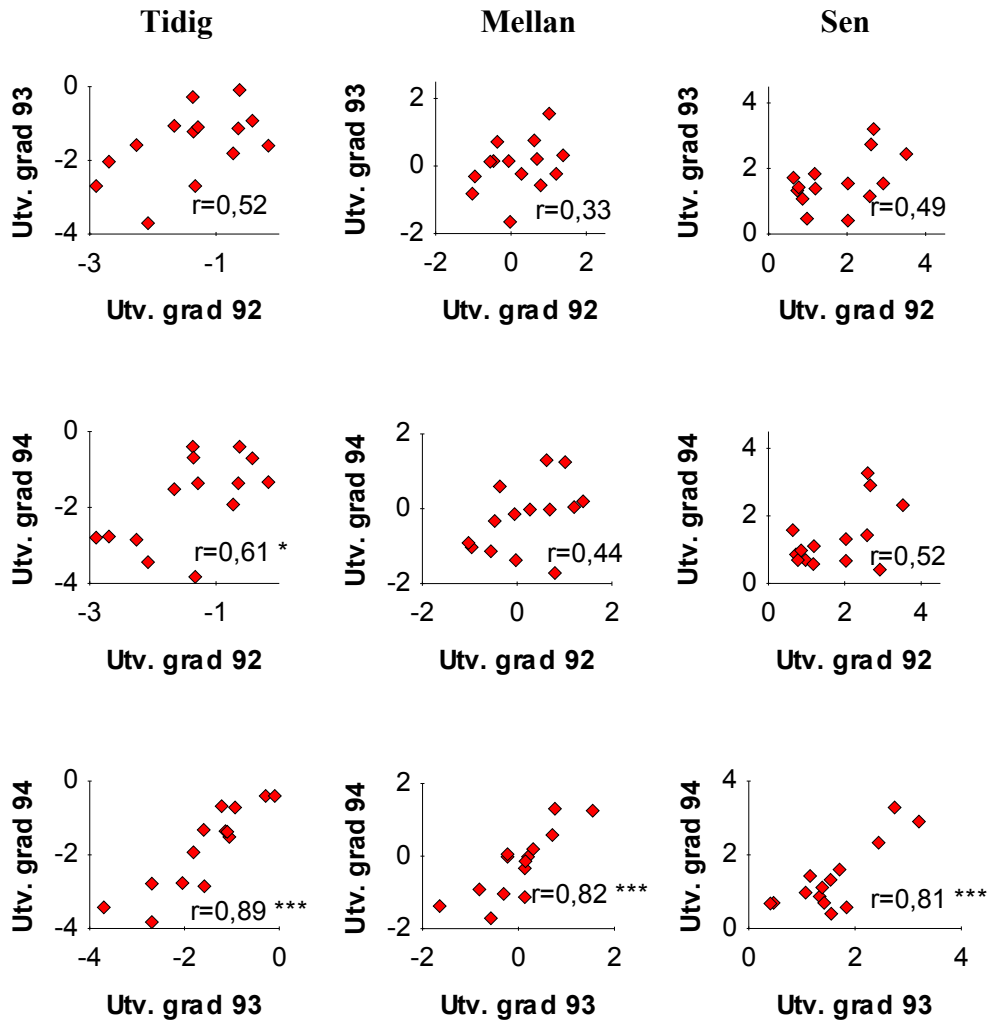
Resultatet av variansanalysen visas i tabell 5. Signifikanta effekter erhöles för de förklarande variablerna klon och tidpunkt. Samspelet mellan Klon  $\times$  Tidpunkt och mellan Klon  $\times$  År var inte signifikanta.

**Tabell 5.**

**Variansanalystablå för blommognadsutveckling i plantage 495 Lustnäset 1992–94.**

Source of variation	DF	MS	F-värde	$p$
År	2	4,018	1,66	0,1922
Område	2	0,607	0,25	0,7784
Klon	13	11,970	4,94	0,0001
Tidpunkt	1	598,370	247,13	0,0001
Klon $\times$ Tidpunkt	13	3,904	1,61	0,0816
Klon $\times$ År	26	3,378	1,40	0,1011
Error	264	2,421		

För att undersöka om skillnaderna mellan år är betydelsefullt vid rangordningen av klonerna skattades värden för klonernas utvecklingsgrad vart år. Då det även är ett svagt samspel mellan Klon  $\times$  Tidpunkt skattades värden vid tre tidpunkter (tidig, mellan och sen). Figur 4 visar plottar samt korrelationer mellan skattade värden för utvecklingsgrad vid de olika tidpunkterna olika år. I tabell 6 visas korrelationer mellan skattade värden för utvecklingsgrad vid olika tidpunkter samma år.



Figur 4. Korrelation mellan skattade värden för utvecklingsgrad (andel blommor i klass B, C och D) olika år för de olika klonerna i Lustnäsetplantagen. Värden skattades för tre tidpunkter, när populationen i medeltal har 10 % (tidig), 50 % (mellan) och 90 % (sen) av blommorna i mottagliga och överblommade klasser (B, C och D). Signifikanta korrelationer är markerade med: \* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ) och \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ).

Tabell 6.

Korrelation mellan värden för utvecklingsgrad (andel blommor i klass B, C och D) vid olika tidpunkter samma år för de olika klonerna i Lustnäsetplantagen. Värden skattades vid tre tidpunkter, när populationen i medeltal har 10 % (tidig), 50 % (mellan) och 90 % (sen) av blommorna i mottagliga och överblommade klasser (B, C och D). Signifikanta korrelationer är markerade med: \* ( $p \leq 0,05$ ), \*\* ( $p \leq 0,01$ ) och \*\*\* ( $p \leq 0,001$ ).

År		Tidpunkt under blomningen	
		mellan	sen
1992	tidig	0,85***	0,52
	mellan		0,89***
1993	tidig	0,89***	0,50
	mellan		0,83***
1994	tidig	0,93***	0,64**
	mellan		0,88***

### Isozymstudier i Askerudsplantagen

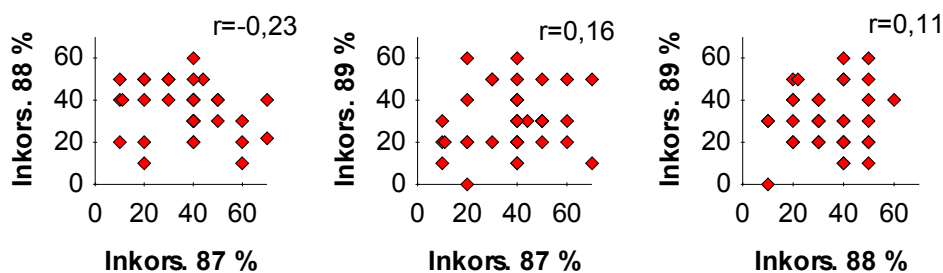
Inkorsningen av vildpollen i medeltal i fröskördarna från 1988–1990 visas i tabell 7.

Tabell 7.

Inkorsning av vildpollen i medeltal för Askerudsplantagens kloner fröskördarna 1988–1990 (blomningsår 1987–1989).

	Blomningsår		
	1987	1988	1989
Inkorsning (%)	38,0	34,4	30,5

Korrelationen mellan inkorsning olika år för de enskilda klonerna var låg, figur 5. Ingen av korrelationerna är heller signifikant, ( $p \leq 0,05$ ).

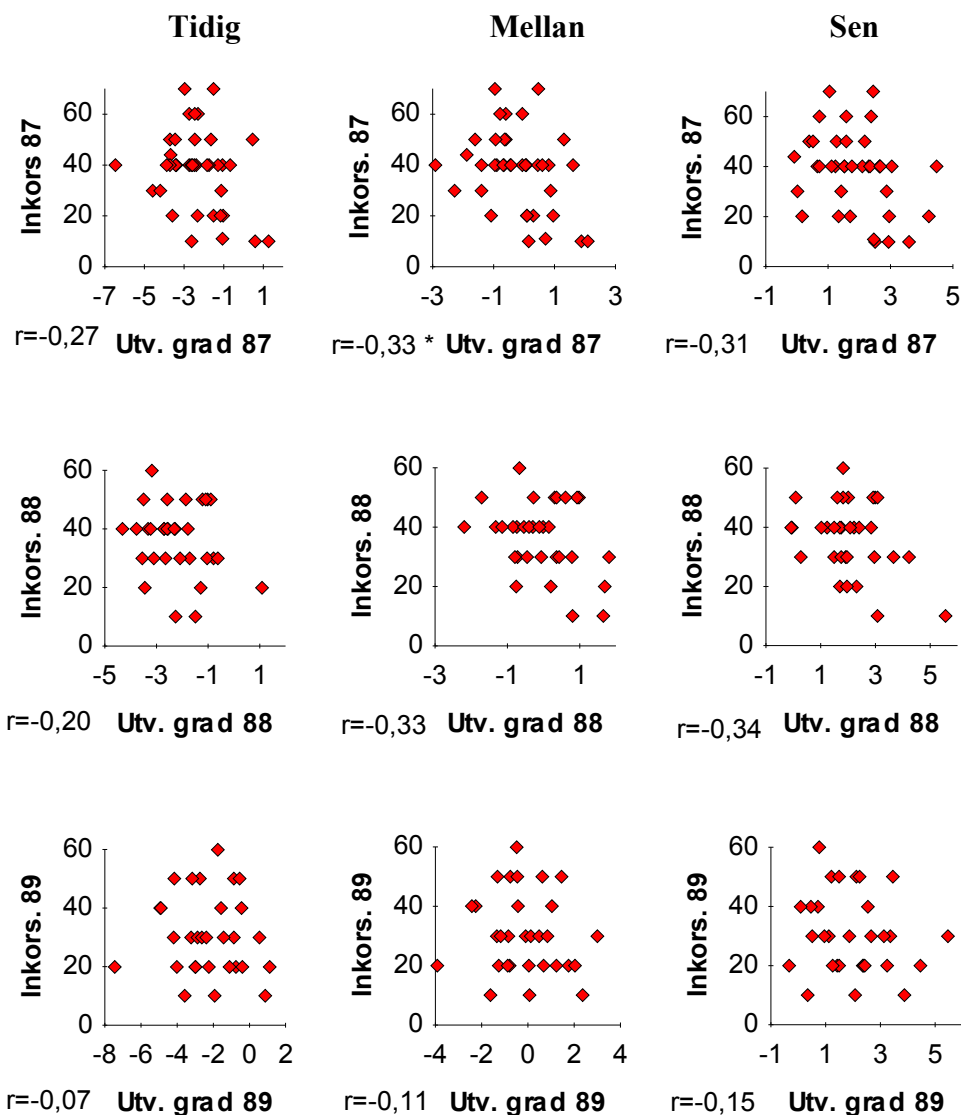


Figur 5.

Korrelation mellan inkorsning olika år (1987– 89) för enskilda kloner i Askerudsplantagen. Ingen av korrelationerna är signifikant, ( $p \leq 0,05$ ).

## Samband mellan blommognadsutveckling och isozymstudier i Askerudsplantagen

Värden för utvecklingsgrad vart år och klon beräknade vid tidpunkterna tidig, medel och sen (då populationen i medeltal hade 10, 50 och 90 % av blommorna i klass B, C, D) jämfördes med klonernas inkorsning vart år, figur 6. Sambanden var genomgående svaga och i de flesta fall inte statistiskt signifikanta ( $p \leq 0,05$ ).



Figur 6. Korrelationer mellan skattade värden för utvecklingsgrad för olika kloner (andel blommor i klass B, C och D) och inkorsning enligt isozymanalys i Askerudsplantagen. Värden för utvecklingsgrad skattades vid tre tidpunkter, när populationen i medeltal har 10 % (tidig), 50 % (mellan) och 90 % (sen) av blommorna i mottagliga och överblommade klasser (B, C och D). Signifikanta korrelationer är markerade med: \* ( $p < 0,05$ ).

## Diskussion

För båda plantagerna har variabeln år en mycket liten och inte signifikant effekt. Det betyder att transformeringen av tidsskalan gör data från olika år jämförbara förutom att den gör data mer homogena och normalfördelade. Samspelet År  $\times$  Klon var starkt signifikant ( $P \leq 0,001$ ) i Askerudsplantagen men inte signifikant ( $p = 0,101$ ) i Lustnäsetplantagen, vilket betyder att rangordningen mellan klonerna kan variera mellan år. Korrelationsstudierna mellan de olika åren, figur 3 och 4, visar dock att det inte är fråga om några stora omkastningar mellan åren. Därför bör det gå bra att utnyttja data från flera års inventeringar för att rangordna klonerna i de undersökta plantagerna.

Sambandet mellan klon och inventeringstidpunkt var i Askerud signifikant ( $p \leq 0,001$ ) och svagt signifikant i Lustnäset ( $p = 0,082$ ). Detta innebär att de olika klonerna inte bara startar sin blomning vid olika tidpunkter, utan de blommar också olika snabbt. Detta gör att rangordningen mellan klonerna blir beroende på när under blomningsförloppet man gör den. Skillnaden mellan en rangordning tidigt och sent under blomningen blir relativt stor, vilket framgår av tabell 4 och 6. Korrelationerna mellan tidig och sen tidpunkt är i de flesta fall inte signifikant. Samspelet mellan klon och inventeringstidpunkt betyder också att det krävs mer data för att säkert rangordna klonerna än vad som skulle vara fallet om samspelet inte förelegat. En rangordning i mitten av blomningen, då 50 % av blommorna kommit till klass B eller mer, uppvisar en signifikant korrelation ( $p \leq 0,01$ ) med både den tidiga och sena rangordningen. Detta gör att en rangordning för praktiskt bruk bör göras i mitten av blomningen, åtminstone tills vi vet vid vilken tidpunkt under blomningen det är bäst att rangordna klonerna.

Att data från flera års inventeringar kan utnyttjas är bra ur praktisk synpunkt, då det är svårt att hinna att inventera många ympar per klon då klonantalet i plantagen är högt. Att göra täta registreringar på många ympar per klon ett år kräver en stor personalinsats under den aktuella tiden för blomningen. För varje klon (och ymp) får man även vid många inventeringstillfällen ett år (fler än 10) bara ett fåtal användbara observationer. Detta beroende på att de inventeringstillfällen då klonen har 0 eller 100 % av blommorna i klass B, C och D inte tillför någon information. Möjligheten att successivt bygga upp ett allt bättre dataunderlag för rangordning av klonerna är därför tilltalande.

Inkorsningen av vildpollen i Askerudsplantagen (30–38 %) är av samma storleksordning som rapporterats i andra studier (Se sammanställning i Eriksson, 1993). Den totala bristen på korrelation mellan de enskilda klonernas inkorsning olika år i Askerudsplantagen är förbryllande, (se figur 5). Korrelationen mellan blommornas utveckling och inkorsningsgraden är låg. Alla korrelationskoefficienter är dock negativa, vilket antyder att det är ett negativt samband mellan de båda variablerna. Om det är så, skulle det betyda att de kloner som blommar tidigt har lägst inkorsningsgrad av vildpollen. I en studie i Skaholmaplantagen fann Yazdani m.fl. (1995) inget

samband mellan



blomningstidpunkt och inkorsningsgrad hos enskilda blommor. Det är troligen många faktorer förutom när blomman är mottaglig som påverkar vilket pollen som pollinerar blomman.

## Slutsats

Denna studie visar att det är möjligt att rangordna klonerna i en tallfröplantage m.a.p. blomningstidpunkt. Dock behövs i det flesta fall data från mer än ett års inventeringar. Ett successivt allt bättre underlag för rangordningen kan därigenom skapas. Klonerna har både olika starttidpunkt och hastighet i sitt blomningsförlopp. Detta innebär att rangordningen av klonerna förändras beroende på när under blomningen man rangordnar dem. Studien visar inget samband mellan blomningstidpunkt och graden av inkorsning. Studier av korrelation mellan inkorsning hos klonerna och rangordning av dem med avseende på blomningstidpunkt i början, mitten och slutet av blomningen ger inget svar på när under blomningen rangordningen skall göras. Tills vidare framstår det därför bäst att rangordna klonerna i mitten av blomningen.

## Referenser

- Eriksson, U. 1993. Blomning och pollinering i fröplantager. I: Wilhelmsson, L., Eriksson, U. & Danell, Ö. 1993. Produktion av förädlat frö. Redogörelse nr 3. SkogForsk. 52 s. Uppsala.
- Finney, D. J. 1971. Probit analysis, Cambridge University Press, Cambridge. 333 p.
- Jonsson, A., Ekberg, I. & Eriksson, G. 1976. Flowering in a seed orchard of *Pinus sylvestris* L. Stud. For. Suec. 135. 38 s.
- SAS Institute Inc. 1987. SAS/STAT Guide for Personal Computers, Version 6 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc. 1028 pp.
- Yazdani, R., Lindgren, D., Seyedyazdani, F., Pascual, L., and Eriksson, U., 1995. Flowering, phenology, empty seeds and pollen contamination in a clonal seed orchard of *Pinus sylvestris* in northern Sweden. (I: Bardat, Ph. et.al. Eds. Population Genetics and Gene Conservation. SPB Academic Publishing, in press.)