



INSTITUTET FÖR
SKOGSFÖRBÄTTRING

Arbetsrapport

Work report

Arbetsrapport nr 238

1990

**EN METOD FÖR UNDERSÖKNING AV POLLEN-
FÖREKOMST I LUFT**

Urban Eriksson och Curt Almquist

THE INSTITUTE FOR
FOREST IMPROVEMENT

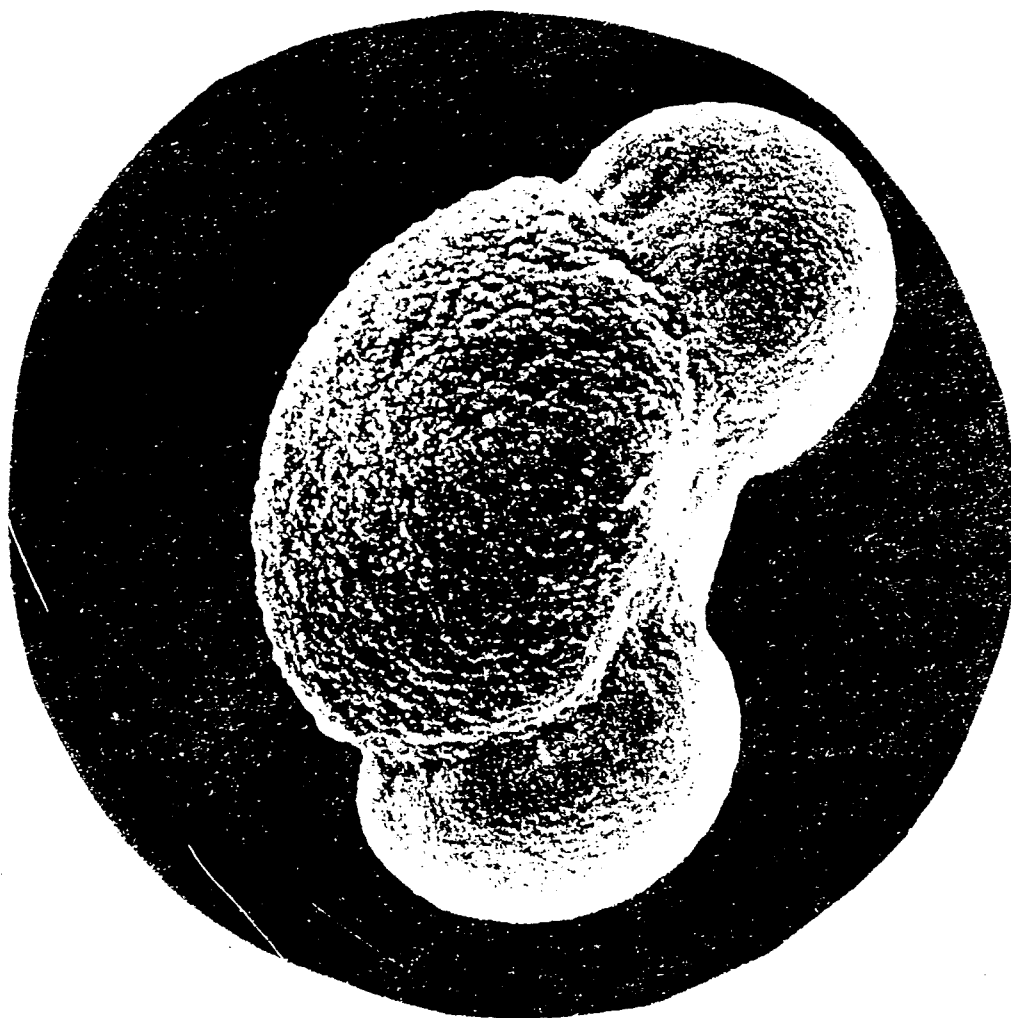


INSTITUTET FÖR

Skogsförbättring

*En metod för undersökning av
Pollenförekomst i luft*

Urban Eriksson och Curt Almquist



1990

Innehållsförteckning

	SID
Inledning	2
Metodbeskrivning	
- Förberedelser	3
- Fältarbete	5
- Analys	6
- Utvärdering	6
Kommentar	8
Referenser	9
Figurbilaga	10

En metod för undersökning av pollenförekomsten i luft.

Inledning

I Sverige finns för närvarande mer än 900 hektar fröplantager för tall, gran och contortatall. Plantagerna är av varierande ålder och i olika utvecklingsskeden. Inom den närmaste tioårsperioden kommer dessutom ytterligare plantagearealer att anläggas. Plantagerna är till för att trygga fröförsörjningen för olika områden med det vid anläggningstillfället genetiskt bästa och mest lämpade materialet. För att plantageklonernas genetiska överlägsenhet på bästa sätt ska omsättas i den praktiska fröproduktionen bör följande förutsättningar uppfyllas: Klonerna ska blomma samtidigt och deras genbidrag till avkomman både som mödrar och fäder ska vara lika stort, självbefruktningen ska vara försumbar liksom inkorsningen av främmande oförädlad s.k. vildpollen (Woessner & Franklin, 1973). Genom isozymteknik har nivån på inkorsningen analyserats för en rad olika arter och fröplantager (Friedman & Adams, 1981; El-Kassaby m.fl., 1989). Resultaten visar att inkorsningen av vildpollen är betydande (30 - 80%) med variationer för årsmån, plantagestorlek och plantageutveckling. Är den teoretiska förädlingsvinsten för exempelvis tillväxt 10% medför en 30%-ig inkorsning att vinsten minskar till 8.5 %. Om inkorsningen istället är 80 % sjunker vinsten till 6%. Kalkylerna gäller under förutsättning att vildpollenet är jämförbart med det mätarmaterial som använts i avkomme försöken. I de fröplantager som sydförflyttats för att producera hårdigt skogsodlingsmaterial för nordliga och kärva lokaler blir inkorsningen med det sydliga vildpollenet speciellt allvarlig (Lestander & Lindgren, 1985).

Det säkraste sättet att bestämma inkorsningsgraden är att genomföra isozymanalyser av multilocustyp. Nackdelen är att metoden är relativt dyr och komplicerad. Analyskostnaden för ett fröparti från en fröplantage med fyrtioalet kloner uppgår 1990 till cirka 70 000 kr. (Reza Yazdani, pers. medd.). Frystesten är en billigare och relativt säker metod för att direkt skatta hårdigheten (och därmed indirekt inkorsningen) hos fröpartier från plantager avsedda för nordliga och kärva lokaler (Andersson, 1985). Genom att jämföra den uppmätta hårdigheten med den förväntade erhålls ett ungefärligt mått på inkorsningen.

Greenwood & Rucker (1985) fann för *Pinus taeda* ett ungefärligt samband mellan inkorsningsnivån och kvoten mellan pollenförekomsten i luften utanför plantager och den totala pollenförekomsten i plantagen och utanför plantagen. Med pollenförekomst avsågs det totala antalet pollenkorn som under blomningsperioden fastnat på klubbiga ytor.

Kontinuerlig pollenfångst på klubbiga ytor med pollenfällor av Sarvas-Wilskas typ har använts i Norden för att bl.a. studera pollentätheten över tid (absolut och relativt) i tall- och granbestånd (Sarvas, 1968) och i tall- och granfröplantager (Hadders, 1973). Vid prospektering av lämplig plantagemark har metoden använts för att mäta den aktuella artens "pollentryck" på den tilltänkta lokalen (Hadders, 1985). Metoden med Sarvas-Wilskas fällor kan eventuellt användas på samma sätt som Greenwood & Tucker (1985) beskriver för *Pinus taeda* för att ge en ungefärlig uppfattning om inkorsningen i en tall- eller granfröplantage. Greenwood & Tucker (1985) bygger metoden på antagandet att andelen frön som befruktats med vildpollen står i proportion till förhållandet mellan pollentätheten utanför plantagen och den totala pollentätheten i plantagen (plantagepollen + vildpollen). Som stöd för antagandet anfördes att det pollen som träffar en blommas micropylhorn (fröämnesöppning) har lika stor chans att delta i befruktningen oberoende om det träffar tidigt eller sent under pollineringen (Greenwood, 1985). Detta beror på att pollenet tas in till fröämnet vid ett tillfälle, när den s.k. pollendroppen utsöndras. Samma förlopp har även beskrivits för radiataltall (Sommerville & Sweet, 1978) och contortatall (Owens m.fl. 1981), varför det kan antas gälla även för tall.

Metoden kan förmodligen användas för att ge grova prognoser och skattningar av inkorsningen till ett lågt pris. Enligt Greenwood & Rucker (1985) verkar inkorsningsnivåer skattade med den här metoden överensstämma väl med motsvarande "isozymbestämda" inkorsningsnivåer. Tyvärr har motsvarande jämförelse ännu inte genomförts för tall och gran.

För att göra säkrare prognoser och skattningar av inkorsningen skulle undersökningar av pollenförekomst kunna kombineras med undersökningar av blomningsförlopp och klimat. Tyvärr är sådana undersökningar med dagens teknik fortfarande osäkrare och nästan lika dyra som isozymanalyser. Ytterligare utvecklade kan de bli ett effektivt verktyg för årliga inkorsningsprognoser och kanske konkurrera med isozymanalysen beträffande skattningssäkerhet.

Det finns andra metoder att studera pollenförekomst än med pollenfällor av typen Sarvas-Wilska. Blush (1986) beskriver en pollenfälla av märket Rotorod^R. Fällan är konstruerad så att den registrerar pollen på roterande klubbiga ytor i en viss bestämd volym luft per tidsenhet. Tack vare den höga rotationshastigheten kommer registreringen av pollentätheten, enligt teorin, inte att "störas" av varierande vindhastigheter om dessa är lägre än 20 m/s. Pollenfångst av Rotorod^R modell förordas av Ogden m.fl (1975) framför "passiva" mer vindkänsliga fällor som exempelvis Sarvas-Wilska fällan och fällor som aktivt suger in luft. Nackdelen med rotationsfällor är att de kräver mer tillsyn, under pollenrykningen flera gånger dagligen (Philippe pers. med). En nackdel med pollenfällorna av typen Sarvas-Wilska är de överskattar pollentätheten något främst vid lugna vindförhållanden. Fällorna är trots detta mycket lämpliga att använda vid praktiska pollenförekomstundersökningar tack vare att de är lättskötta och driftssäkra. I den här rapporten beskrivs en praktisk metod för att registrera pollenförekomsten i luften med Sarvas-Wilska fällor. Metoden kan användas för att:

- undersöka pollentrycket på en tilltänkt plantagelokal
- ge en grov uppfattning om inkorsningen i fröplantager
- ingå som delundersökning vid kartläggning av pollineringsdynamiken i fröplantager

Metodbeskrivning

Metoden delas in i olika huvudmoment:

- Förberedelser
- Fältarbete
- Analys
- Utvärdering och resultat

Förberedelser

Undersökningens mål

Innan en undersökning av pollenförekomsten startas bör målet för undersökningen preciseras. Detta är viktigt eftersom målet styr behovet av pollenfällor och omfattningen av analysen. Nedan beskrivs vad som behövs för de tre olika användningsområdena.

Lokalisering av plantagemark

Två pollenfällor per lokal utplaceras på våren i god tid innan pollen från arten kan förväntas i luften (se nedan). För att få en uppfattning om pollentätheten och risken för bakgrundspollinering på den aktuella lokalen måste pollenförekomsten jämföras med pollenförekomsten på någon referenspunkt. En sådan referenspunkt kan vara en annan tilltänkt plantagemark eller exempelvis de referensmätningar som genomförs av Skogsförbättring. Pollenfällorna på referenspunkterna bör inte placeras för nära individer av den aktuella arten (minst 400 m).

Inkorsningsstudier

Minst två pollenfällor behövs, en i plantagen och en utanför plantagen. Pollenfällan i plantagen placeras i mitten av plantagen, helst på någon öppen plats så långt från något enskilt träd som möjligt. Detta för att undvika att enskilda träd med hög pollenproduktion ska påverka resultatet för mycket. Referensfällan utanför plantagen placeras i den förhärskande vindriktningen på minst 400-500 meters avstånd från plantagen. Fällan bör placeras på någon öppen plats så långt från något träd av den art som ska studeras som möjligt.

Kartläggning av pollineringsdynamik

Antalet pollenfällor som behövs beror på typen av undersökning. Som standard kan dock samma instruktion som för inkorsningsstudier användas.

Pollenfällornas konstruktion:

Pollenfällorna av typen Sarvas-Wilska består av tre olika delar:

1. En stabil ställning som inte blåser omkull. Ställningen konstrueras lämpligen av trä. Höjden på ställningen bestäms av höjden på plantageträdet. Fällorna ska placeras på en höjd motsvarande cirka 80% av plantageträdets höjd. Om undersökningen görs enbart på den öppna marken skall fällan vara på standardhöjden 4 meter. I toppen på ställningen monteras det speciella järn på vilket pollenfällorna monteras.
2. Ett hölje till mätinstrumentet med vindflöjelfunktion som gör att höljets spalt alltid är orienterat mot vinden. Spalten som släpper in pollen har en yttre inläppsarea som är ungefär 20-50 mm och en inre som är ungefär 2-50 mm. Till höljet hör ett lock som givetvis alltid måste sitta på.
3. Cylindriskt mätinstrument som roterar runt en axel drivet av ett mekaniskt urverk. Hastigheten är ungefär 1.65 mm i timmen. Runt cylindern fästs en plastfilm (310 mm x 91 mm) vars ena sida är insmord med ett tunt lager vaselin. När fällan är monterad fastnar inblåsande pollen på den del av filmen som för tillfället exponeras genom spalten.

Preparering av plastfilmen

I god tid innan fällorna placeras ut för säsongen skall plastfilmerna prepareras. Tjock (0.2-0.5 mm) helt genomskinlig plastfilm (310 mm x 91 mm) smörjs på ena sidan in med ett tunt lager vaselin. Det är viktigt att vaselinet "smetas" ut noggrant över hela filmen. De färdigpreparerade filmerna placeras med vaselinet upp i de speciella transportkartongerna. Varje film förses med en identitetsbeteckning som anger: fällans nummer och placering i terrängen samt den aktuella filmens löpnummer. Ex. F1 (mitt i plantagen) film 1. Filmens löpnummer

anger vilken film i ordningen som skall analyseras. Pollenfilmerna bör bytas vart 6:e dygn. Genom att dividera den planerade undersökningsperiodens längd i dagar (oftas omkring 35) med 6 fås det antal filmer som bör prepareras till varje pollenfälla. Preparerade pollenfilmer bör förvaras i mörker och helst i kylskåp.

Tidpunkt för säsongstart

Det är givetvis svårt att ange exakt tidpunkt för när på våren fällorna ska utplaceras första gången. Starttidpunkten styrs av art, läge i landet, väderleken aktuellt år, samt proveniensens hos de tilltänkta plantageklonerna i förhållande till breddgraden för lokalen. Med reservation för kraftiga variationer i årsmån kan dock följande generella råd ges:

	GRAN	TALL
SÖDRA SVERIGE	Mitten av april	Slutet av april
MELLERSTA SVERIGE	Slutet av april	Mitten av maj
NORRA SVERIGE	Mitten av maj	Slutet av maj

Fältarbete

Upp - och nedmontering av fällorna

Plastfilmen spänns fast runt mätcyldern med vaselinsidan utåt. Kontrollera att kanterna går omlott så att hela filmen kan exponeras utan avbrott av någon kant! Det är även viktigt att fästa någon markering som visar vilken av filmens långsidor som varit övre kant i fällan. Urverket i fällan dras därefter upp och mätcyldern placeras i fällan med falsen på rätt sida av det metallband som fäster plastfilmen. Urverket rör sig medurs och vid felaktig placering kommer inte filmen att röra sig alls. När mätcyldern placerats rätt vrids den i startläget med spännbandet tätt tryckt mot falsen. Cyldern hålls sedan fast i detta läge med ena handen. Med den fria handen görs en "startskåra" i plastfilmen genom spalten med kniv eller annat vasst föremål. Skåran är mycket viktig, eftersom den markerar var på filmen den först exponerats. Locket trycks fast på höljet och ställningen reses med fällan i topp. På fältblanketten noteras tidpunkten för fällans och den aktuella filmens uppmontering.

Efter cirka 6 dygn skall filmen bytas. Först tas fällan mycket försiktigt ned från ställningen. Innan locket tas av görs en ny skåra, "slutskåran", genom spalten för att markera slutpunkten för filmens exponering. Därefter tas mätcyldern försiktigt ut ur höljet och filmen tas bort. Filmen läggs därefter tillbaka i sin transportkartong. Det är mycket viktigt att filmen hanteras försiktigt och snabbt för att undvika fingeravtryck och nedsmutsning med "falskt" pollen. På fältblanketten noteras sedan tidpunkten för "slutskåran".

Förvaring och transport av pollenfilmer

Exponerade pollenfilmer förvaras svalt i sina transportkartonger. Temperaturer över 20°C och direkt heta bör absolut undvikas. När undersökningen i fält är slutförd skickas normalt samtliga pollenfällor och transportkartonger noggrant etiketterade och förpackade med bil eller post till Brunsberg för analys.

Analys

Mikroskopet

Vid analysen av pollenfilmerna används ett vanligt binokulärt ljusmikroskop med ett specialtillverkat objektbord. Filmerna analyseras i 40 gångers förstoring. Innan analysen mäts längden mellan skårorna på filmen. Längden, som noteras på fältblanketten, behövs vid omvandlingen av mätpunkterna/taxeringslinjerna läge till datum och klockslag (se nedan). Vid analysen räknas antalet pollenkorn, från den aktuella arten, längs horisontella taxeringslinjer. Taxeringslinjernas lägen fås genom att filmen stegvis förskjuts i vertikalriktning med ett förutbesämt avstånd, exempelvis 2mm. Den första taxeringslinjen läggs på det förutbestämda avståndet mätt från den högra kanten på startskåran. Taxeringslinjernas lägen kommer alltså att läggas ut systematiskt. De fyra mätpunkterna inom en taxeringslinje skall däremot slumpas ut genom att mikroskopbordets horisontella vred förflyttas slumpvis upp och ned längs taxeringslinjen. På varje taxeringslinje slumpas fyra mätpunkter ut och det totala antalet pollenkorn inom ett raster med ytan $1,1466 \text{ mm}^2$ räknas och noteras på blanketten. Ett pollenkorn ska räknas om det helt eller med någon del ligger inom rastrets linjer. I Nilsson m.fl (1977) beskrivs utförligt hur pollen från våra vanligaste arter ser ut i mikroskopförstoring. Efterhand som filmerna analyserats registreras mätvärdena i ett dataprogram.

Utvärdering

Utvärderingen utförs med hjälp av program skrivna i programpaketet SAS (SAS 1985).

Filmhastigheten beräknas med hjälp av uppgifter om utsättnings- och intagningsstidpunkter för filmerna samt längden på den exponerade filmen. Hastigheten är ca 1.65 mm/timme.

Varje mätpunkt/taxeringslinje åsätts sedan ett tidsintervall då den var exponerad. Antalet räknade pollen vid varje mätpunkt korrigeras med hänsyn till mikroskoprastrets area och spaltbredden på fällan till enheten *Antal pollen/(mm²*timme)*.

Resultatredovisning

Uppgifterna om *Antal pollen/(mm²*timme)* ligger sedan till grund för beräkning och utskrift av:

1. Standarddiagram som visar kurvor över dygnsvisa medeltal för *Antal pollen/(mm²*timme)*. I ett diagram jämförs oftast kurvor från fällorna i en undersökning (exempel se fig 1 i figur bilagan).

2. Intensivdiagram med kurvor som visar pollenrykningens dygnsmässiga fördelning i *Antal pollen/(mm²*timme)* (ej dygnsmedeltal) under en begränsad tidsperiod ex. 3-5 dagar (exempel se fig 2 i figur bilagan).

3. Totala antalet pollenkorn per mm² som fastnar i en fälla under en hel undersökningsperiod redovisas. För att totala pollenfångsten ska kunna beräknas krävs att pollenfällan varit i bruk under hela undersökningsperioden (exempel se tab. 1). Uppgifter om det totala antalet pollenkorn på en lokal under en säsong är intressanta vid lokaliseringen av en tilltänkt plantagemark.

Tabell 1. Totala antalet pollenkorn per mm² och säsong uppmätt i pollenfällor i och utanför tallfröplantagen 493 Askerud åren 1987, 1988, 1989.

År	Pollenäthet (mm ² & säsong)	
	I plantagen	Utanför plantagen
1987	673	242
1988	636	667
1989	791	443

Värdet på den totala pollenförekomsten på en lokal kan användas för att skatta antalet pollenkor som "fångas" per fröämne och plantagens pollenproduktion i g/mm². (Sarvas, 1962). Ska sådana beräkningar göras måste först värdet på den uppmätta pollentätheten multipliceras med 0.29 (Sarvas, 1962) för att korrigera för pollenfällans speciella spaltkonstruktion. Spalten ökar sannolikheten för att fånga pollen jämfört med de mer blomställningslika globformade fällor som använts vid utarbetandet av formlerna. Skillnaderna i pollenfångst mellan olika typer av fällor blir störst under lugna vindförhållanden. Vid hårdare vind jämnas skillnaderna ut. Det bör även påpekas att pollenfångsten på en svagt cylindrisk yta inte direkt kan jämföras med pollenfångsten hos en "liten, taggigt klotliknande" honblomställning av tall (Sarvas, 1962). Runt en tallblomställning uppstår speciella aerodynamiska förutsättningar som ökar sannolikheten för fångst av det artegna pollenet jämfört med slumpen (Niklas, 1985).

4. Inkorsningen i fröplantager. En mycket grov och indirekt uppskattning om hur mycket frö som befruktats med vildpollen (inkorsningsgraden) i ett plantagefröparti kan enligt Greenwood och Rucker (1985) fås med följande formel (exempel se tab. 2):

$$\text{Ink} = \frac{(\text{Upl})}{(\text{Ipl} + \text{Upl})} * 100$$

Ink= Inkorsningen (%)

Upl= Totala antalet pollenkor per mm² och undersökningsperiod i en pollenfälla som placerats utanför plantagen

Ipl= Totala antalet pollenkor per mm² och undersökningsperiod i en pollenfälla som placerats i plantagen

Tabell 2. Skattning av andelen frö som befruktats med vildpollen (inkorsningsgraden) i fröpartier från Askerudsplantagen 1987, 1988, 1989.

	<u>Inkorsningsgrad (%)</u>
<u>Årtal</u>	
1987	26
1988	51
1989	36

5. Blandade diagram där exempelvis kurvor över olika klimatvariabler, hon- och hanblommornas mognadsutveckling lagts in tillsammans med kurvor över pollenförekomst (exempel se fig 3 i figurbilagan).

Kommentarer

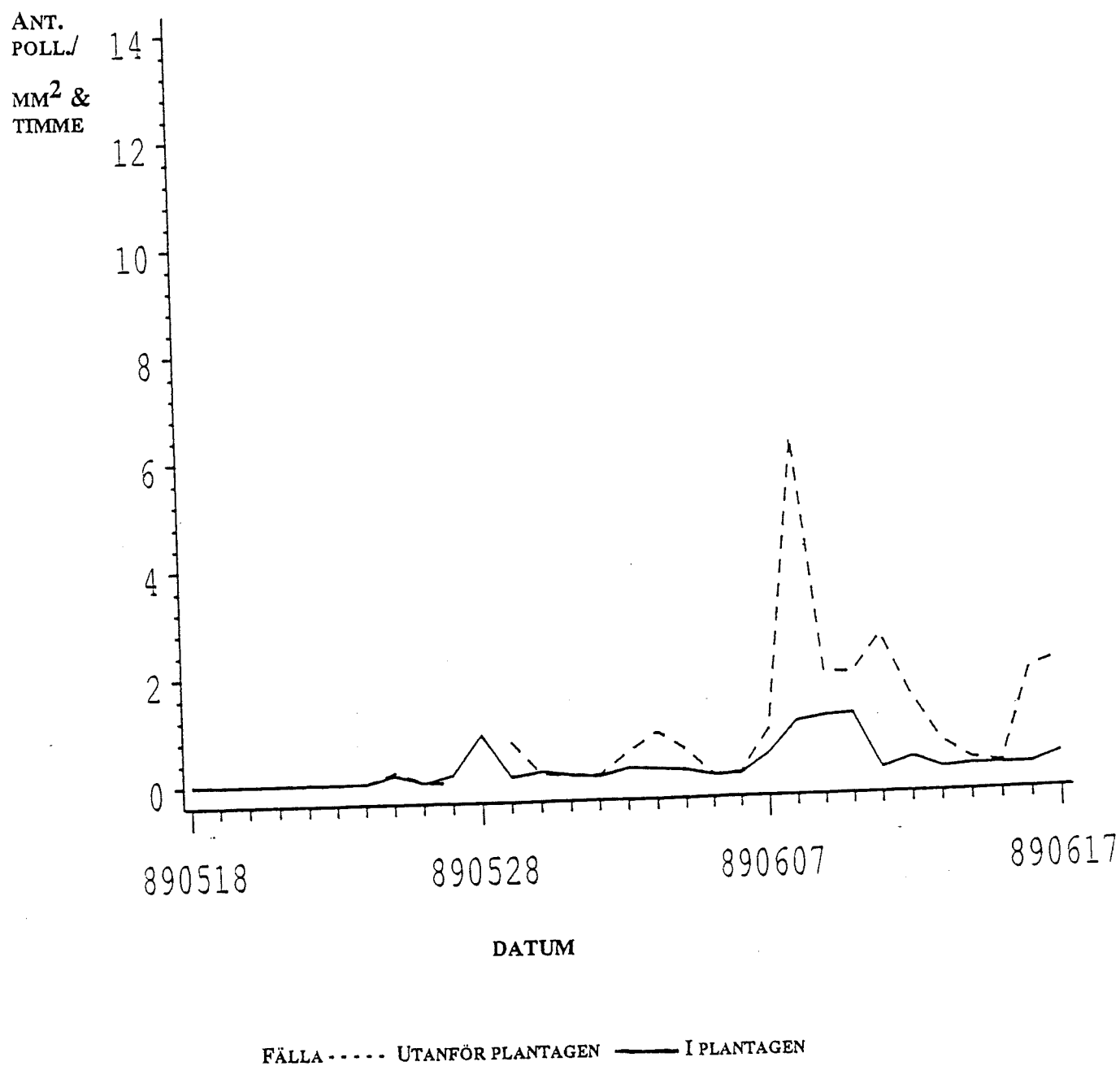
Den nya metoden för pollenfångst med Sarvas-Wilskas pollenfällor är i dag utprovad och lämplig att använda för de beskrivna ändamålen. De plantageägare som önskar genomföra undersökningar av pollenförekomsten kan på uppdragsbasis få hjälp av Skogsförbättring med planering, instruktioner och analyser. Fältdelen av metoden bör dock utföras av plantageägaren. Skogsförbättring kan dock tillhandahålla instruktioner för detta i form av den här rapporten och en videokassett.

Referens

- Andersson, B. 1985. Frystest av norrländska plantageskördar. (Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. f. skoglig genetik och växtförädling, Rapport 4) 42-56, Umeå.
- Blush, T.D. 1986. Seasonal and diurnal patterns of pollen flight in a loblolly pine seed orchard. In: IUFRO. Conf. Proc. A joint meeting of working parties. Williamsburg, Virginia, p. 150-159.
- El-Kassaby, Y.A., Rudin, D. & Yazdani, R. 1989. Levels of outcrossing and contamination in two *Pinus sylvestris* seed orchards in northern Sweden. Scandinavian Journal of forest research 4, 41-49
- Friedman, S.T. & Adams, W.T. 1981. Genetic efficiency in loblolly pine seed orchards. In: Proceeding 16th Southern forest tree improvement conference, Blacksburg, Virginia, 213-224.
- Greenwood, M. & Rucker, T. 1985. Estimating pollen contamination in Loblolly pine seed orchards by pollen trapping. In: Proceedings of the 18th Southern Forest Tree Imp. Conf., May 21-23, 1985, Long Beach, MS, s. 179-186.
- Hadders, G. 1973. Kontroll av inkorsningen i en tallfröplantage. I: Årsbok 1972 (Föreningen skogsträdsförädling, Institutet för skogsförbättring), 120-134, Uppsala.
- Hadders, G. 1985. Undersökning av tall- och granpollenfrequenser på Öland 1982 - 1984. (Institutet för skogsförbättring, Intern rapport nr 171), Uppsala
- Lestander, T. & Lindgren, D. 1985. Fröplantagens genetiska effektivitet. (Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. f. skoglig genetik och växtförädling, Rapport 4), 111-127, Umeå.
- Niklas, K.J. 1985. The aerodynamics at wind pollination. The Bot. Rev. 51 (3) :328-386
- Nilson, S., Praglowski, J. & Nilsson, L. 1977. Atlas of airborne pollen grains and spores in northern Europe. Örebro: Bokförlaget Natur och kultur. 159p.
- Ogden, E.C., Raynor, G.S., Hayes, J.V., Lewis, D.M. & Haines, J.H. 1974. Manual for sampling airborne pollen. 182 s, New York: Hafner press.
- Owens, J.N., Simpson, S. & Molder, M. 1981. Sexual reproduction of *Pinus contorta*. 1. Pollen development, the pollination mechanism, and early ovule development. Canadian Jour. Bot. 59, 1828-1843
- Philippe, G. 1990. Division GPF, CEMAGREF, Frankrike.
- Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus sylvestris*. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 53.4, Helsingfors.
- Woessner, R.A. and Franklin, E.C. 1973. Continued reliance on wind-pollinated southern pine seed orchard is it reasonable? Proc. 12th South. For. Tree Impr. Conf., June 1973, Botán Rouge, LA. pp 64-73.
- SAS, 1985. SAS for Personal Computers, 6.03 ed., North Carolina.
- Somerville, J.G., & Sweet, G.B. 1978. Artificial pollination of *Pinus radiata*. Forest research institute, Rotorua, For. Prod. Div., Genetics & Tree improvement International. Reproduction no. 148. 10p.
- Yazdani, R. 1990. Docent. Institutionen för skogsgenetik. Uppsala.

Figur 1

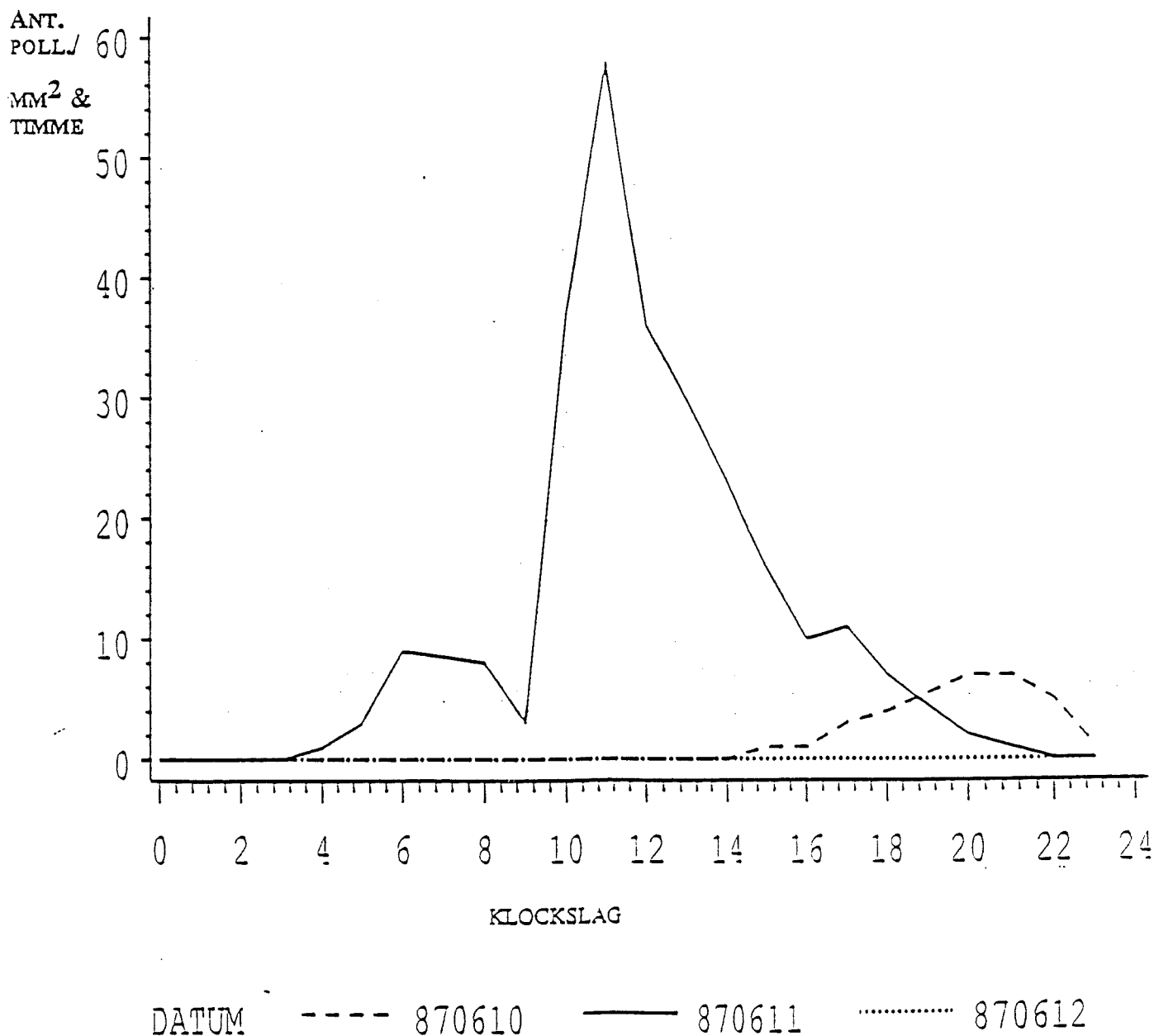
Pollenförekomst i tallfröplantage 123 Klocke 1989



Figur 1. Standarddiagram som visar dygnsvisa medeltal för pollenförekomsten i och utanför tallfröplantegen 123 Klocke 1989.

Pollenförekomst i luft under pollenrykningen i tallfröplantagen

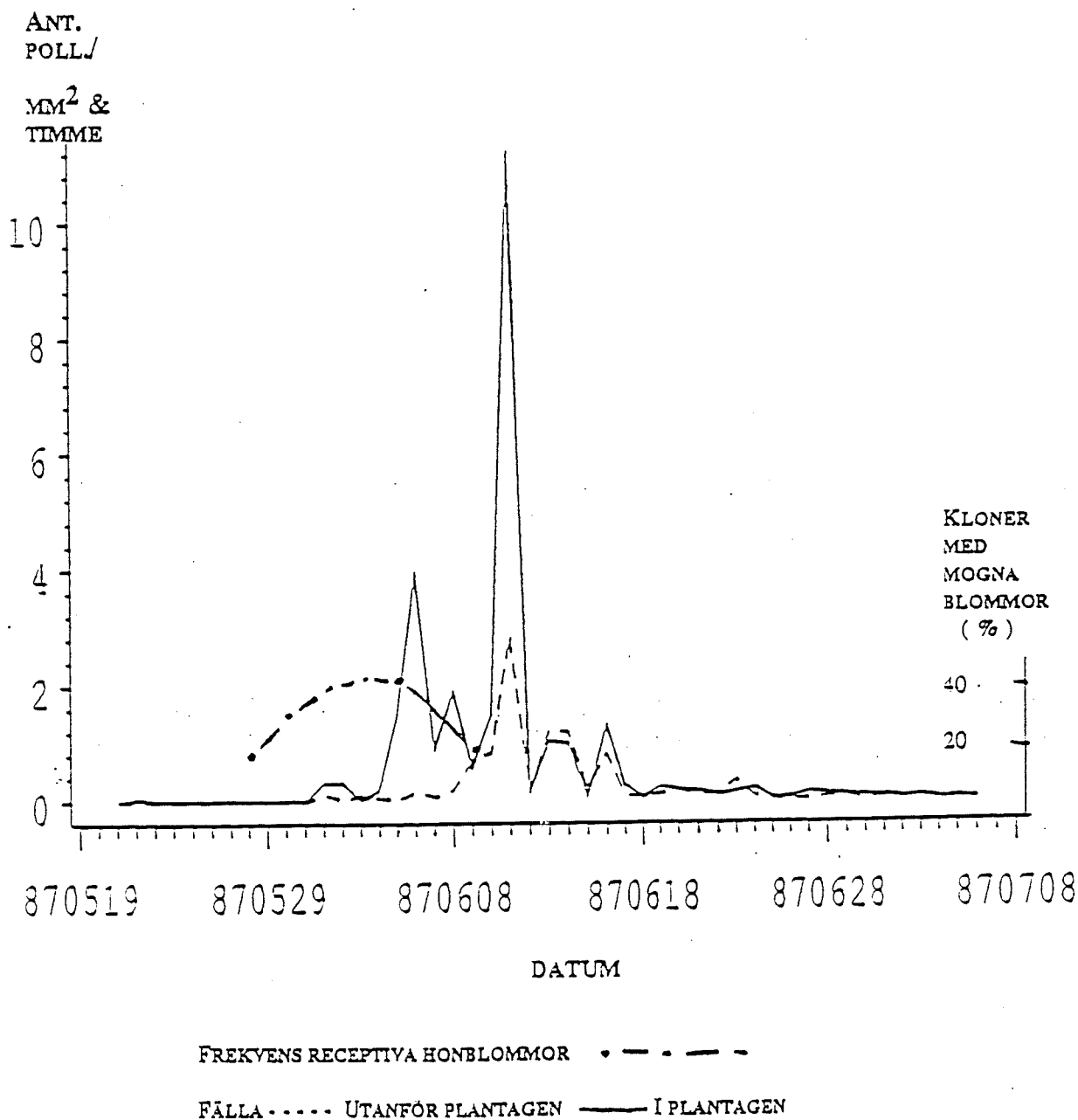
493 Askerud 1988



Figur 2. Diagram som visar pollentätheten per mm² och timme för tre dygn under pollenrykningen

Pollenförekomst i luft och honblomsmognad i tallfröplantagen

493 Askerud 1987



Figur 2. Diagram som visar perioden då minst 20 % av klonerna har receptiva honblommor och dygnsvisa medeltal för pollenförekomsten i luften i och utanför tallfröplantagen 493 Askerud.

Denna serie innehåller arbetsdokument, preliminära resultat m.m.

Forsknings- och försöksresultat inom skogs-trädsförädling och skogsgödsling publiceras i serien **Rapporter**.

Försöksresultat m.m. sammanfattas i serierna **Skogsträdsförädlingsinformation** resp. **Gödslingsinformation**.

This series is intended for working documents, provisional reports, etc., prepared by The Institute for Forest Improvement.

Research reports are published in the series **Reports**. The reports deal with forest tree breeding as well as forest fertilization.

The Institute also publishes two series written in Swedish with summaries in English: **Skogsträdsförädlingsinformation** (Forest Tree Breeding Information) and **Gödslingsinformation** (Forest Fertilization Information).

Distribution:
Institutet för skogsförbättring
Box 7007
750 07 Uppsala
Tel. 018/17 10 00

Distributed by:
The Institute for Forest Improvement
P.O. Box 7007
S-750 07 Uppsala
Phone (46)-18-17 10 00