



Om försök med sadd av tall- och  
granfrö i Norrland

*On experiments in sowing pine and spruce seed  
in Northern Sweden*

av

LARS TIRÉN

MEDDELANDEN FRÅN  
STATENS SKOGSFORSKNINGSINSTITUT

BAND 41 · NR 7



## Förord

I den härmed framlagda uppsatsen komma företrädesvis endast de viktigaste och mest grundläggande av de allmänna riktlinjerna för sådd av tall- och granfrö i Norrland att behandlas. Efter en beskrivning av försöksmetodikens huvuddrag (Kap. I) och en allmän översikt och diskussion av vissa såddresultat (Kap. II) komma vi över till de viktiga frågorna rörande plantprocent och plantavgång (Kap. III), plantfördelning och nollfläckskvot (Kap. IV) samt beräkningar rörande utsådens ändamålsenliga avvägning (Kap. V). Härtill fogas vissa exempel och anvisningar (Kap. VI).

En ingående behandling av de olika såddmetodernas förtjänster och brister i biologiskt och ekonomiskt avseende samt av plantornas utvecklingstendenser måste skjutas över till en senare publikation.

Såddförsöken påbörjades i liten skala våren 1942, då två försöksytor anlades på Kulbäckslidens försökspark. Sådderna ha därefter fortsatt varje år, ehuru i en efter omständigheterna något växlande omfattning.

Under åren 1943 och 1944 ställdes av dåvarande skogschefen HÅKAN SWAN i Kramfors AB de två skogvaktarna H. BERGSTRÖM och I. LINDBERG till undertecknads disposition som arbetsförmän. Härigenom tillkom under dessa två år ett betydande antal försöksytor. För det tillmötesgående, som sålunda visats statens skogsforskningsinstitut, framför undertecknad härmed å institutets och sina egna vägnar ett varmt tack.

Sedan institutet sedermera (1947) erhållit betydande anslag ur diversemedelsfonden för prisutjämningsavgifter kunde försöksverksamheten fortgå i ökad omfattning. Mer än hälften av fältarbetet och praktiskt taget hela bearbetningen har bekostats av det för »biologiska förnyrningsstudier» avsedda forskningsanslaget.

Vid fältarbetet ha skogsmästaren ESKIL FALL samt jägmästarna EINAR HUSS och ÅKE WIKSTEN, alla vid institutets skogsavdelning, fungerat som arbetsledare. Dessa mina medhjälpare betygar jag härmed min stora tacksamhet. Vid den omfattande bearbetningen ha fru KAISA FORSSTRÖM och fröken ANNE-MARIE ÅKERLIND deltagit som ledare för räknekontoret. Till dem och räknekontoret uttalar jag mitt tack för ett väl utfört arbete.

Experimentalfältet den 30 mars 1951.

LARS TIRÉN.



## *Inledning*

Under tiden efter första världskriget har frågan om de norrländska skogsmarkernas föryngring tilldragit sig ett alltmer ökat intresse både från det allmännas och från skogsmännens och skogsforskarnas sida. Den fackliga utvecklingen har följt två huvudvägar. Inom det norrländska skogsbruket har vägen över naturlig föryngring spelat den ojämförligt viktigaste rollen. Denna föryngringsmetods möjligheter att leda till godkännbara resultat ha ur många synpunkter belysts i ett stort antal arbeten av olika forskare. Den nuvarande ståndpunkten torde vara, att mycket stora delar av Norrlands höjdlägen ej för närvarande kunna tillfredsställande föryngras på naturlig väg utan effektiva hjälpåtgärder såsom exempelvis bränning eller markberedning. På lägre höjd över havet lyckas den naturliga föryngringen däremot i allmänhet väl. Det slutliga resultatet beror här mycket på hur föryngringshuggningen utföres och på omsorgen vid den efterföljande hygges- och återväxtvården.

Den andra vägen går över skogskultur. Med förbigående av skogskulturfrågans tidigare historia erinra vi i största korthet om några huvudpunkter i dess utveckling efter första världskriget.

Fram till denna tidpunkt och 1920-talets första år visar den årligen skogsodlade arealen i riket liksom även i Norrland en stigande tendens. Därefter förbytes stegringen i en oavbrutet fortgående nedgång. För Norrlands del skymtar blott en helt svag ökning av den skogsodlade arealen under femårsperioden 1936—40 (PLYM-FORSHELL, 1948).

Orsakerna till denna utveckling äro sannolikt flera. En av de viktigaste torde emellertid vara de dåliga resultat, som skogsodling i Norrland under denna tid alltför ofta ledde till. »Genom dylika erfarenheter blevo skogsmännen i Norrland betänksamma och en avog stämning mot skogsodling uppstod helt naturligt ganska snart. Talet om, att det ej går att skogsodla i Norrland, blev en tid rätt så allmänt» (SCHOTTE, 1923). Enligt SCHOTTES (1915, 1923) mening berodde de nedslående resultaten på olämpliga metoder, men framför allt dock därpå, att för orten olämpligt tallfrö kommit till användning. Andra orsaker ha varit olämpliga huggningsmetoder och bristande skicklighet i skogsodling hos både arbetsledare och manskap. Bakom ännu otillräckligt utforskade problem rörande markens näringstillgång och plantornas förmåga att tillgodogöra sig densamma dölja sig sannolikt ytterligare orsaker till misslyckade kulturer. På senaste tid har vidare kottens och fröets

ändamålsenliga behandling visat sig vara en fråga av oväntat stor betydelse för möjligheten att uppnå lyckade skogsodlingar (Huss, 1950).

De flesta av dessa problem uppmärksammades tidigt. Större delen av dem stodo på dåvarande statens skogsförsöksanstalts arbetsprogram och togos i viss mån upp till behandling av dess forskare. Genom det av statsmakterna och det enskilda skogsbruket redan år 1913 uttalade kravet på hastigare realiserande av den gamla, föga utvecklingsbara skogen i Norrland sköts den norrländska förnygringsfrågan emellertid alltmera i förgrunden. Det framstod härigenom som synnerligen önskvärt att på jämförelsevis kort tid vinna så stor klarhet som möjligt över, hur dessa Norrlands äldre skogar bäst borde avverkas och förnygras. För att tillfredsställa dessa önskemål inrättades år 1916 statens skogsförsöksanstalts avdelning för förnygringsförsök i Norrland, vanligen benämnd norrlandsavdelningen.

Under ledning av jägmästaren EDVARD WIBECK har norrlandsavdelningen utövat en verksamhet, som i flera avseenden varit av grundläggande betydelse för vår syn på de norrländska skogsförnygringsproblemen. Vad särskilt skogsodlingsfrågan angår bragtes den genom norrlandsavdelningens omfattande fältförsök i ett väsentligt gynnsammare läge än den tidigare haft.

Trots de obestridliga framstegen visade emellertid en slutrevision åren 1939—41 av norrlandsavdelningens försök med sådd och plantering ett på det hela taget ganska nedslående resultat (TIRÉN, 1944). Även om man vid denna tid var orienterad om, i vilken riktning åtskilliga av orsakerna till de norrländska skogskulturernas misslyckanden vore att söka, så framgick det således å andra sidan mycket tydligt, att hela frågan ännu var alltför otillräckligt utforskad. Man kunde icke säga sig behärska skogsodlingsproblemen vare sig ur vetenskaplig eller praktisk synpunkt.

Den andra rikstaxeringen genomfördes i norrlandslänen åren 1938—42. Härigenom fick man kännedom om det utomordentligt stora behovet av en skoglig återuppbyggnad i Norrland. Samtidigt pågick vid statens skogsforskningsinstitut en större undersökning över den naturliga förnygringen på norrländska granskogshyggen. Av undersökningen framgick, att den naturliga återväxten i höjdlägena till mycket stor del måste stödjas av hjälpåtgärder eller ersättas av skogsodling (TIRÉN, 1945). Flera samverkande orsaker bidrogo följaktligen till att skänka ny aktualitet åt skogsodlingsfrågorna, denna gång med en underton av djupare allvar än förut.

Den nu skisserade utvecklingen ledde till, att institutets skogsavdelning år 1942 påbörjade en serie nya undersökningar över skogsodling. Till en början ägnades intresset huvudsakligen åt så d d. Inom kort utvidgades dock försöksserierna, vilka nu även omfatta plantering och plantskoleundersökningar, fröfrågor, tids- och ackordsstudier, maskindriftsundersökningar m. m. I denna uppsats skola emellertid endast såddförsöken beröras.

Det förhållandevis ringa intresse, som enskilda forskare ägnat de norrländska skogsodlingsproblemen, torde delvis förklaras av den i allmänhet rådande pessimistiska synen på hela frågan. Delvis bidrog väl även den kända omständigheten, att norrlandsavdelningen ägnade hela sin kraft åt den samma. Likväl hade mycken erfarenhet småningom samlats på olika håll. Bland dem som i tryck framlagt sina rön synas FERDINAND LINDBERG, ANDERS HOLMGREN och OLOF ENEROTH i främsta rummet böra nämnas. Många andra ha därjämte i tal och skrift mer eller mindre ingående berört hithörande frågor.

Av vad som anförts om skogsodlingsfrågans läge år 1942 torde ha framgått, att problemet krävde förnyat övervägande ur alla olika synpunkter. En begränsning måste likväl till en början ske. De frågor, som framför andra syntes böra beaktas vid de nya undersökningarna, voro följande:

1. Under vilka förhållanden ger skogsodling ett biologiskt tillfredsställande resultat?
2. Vilka skogsodlingsmetoder ge på olika marktyster det bästa resultatet ur biologisk såväl som ekonomisk synpunkt?
3. Vilka möjligheter finnas att förbättra eller förenkla de metoder, som tilldra sig det största intresset?

För att besvara den första frågan måste under en följd av år systematiska försök med åtminstone några olika metoder utföras på olika marker och i olika lägen. Dessa undersökningar syfta till att vinna så säker kännedom som möjligt om fakta beträffande skogsodlingsförhållandena, så som dessa för närvarande gestalta sig. Först sedan fakta äro tillräckligt kända kan det bli tal om att söka förklaringar till dem. I samma mån som kännedomen om förhållandena vidgas, ökar emellertid behovet av grundläggande forskning på skogsodlingens område. Redan nu gör sig detta behov starkt gällande.

Den andra frågan kan i begränsad omfattning belysas i samband med den första. Genom att samtidigt tillämpa flera olika skogsodlingsmetoder och värdera de uppnådda, omedelbara resultaten i förhållande till den arbetsinsats, som fordrats för deras frambringande, kunna olika metoder jämföras och ur skilda synpunkter sinsemellan graderas. Metodvalet kan i de enskilda fallen påverkas av våra föreställningar om vissa orsakssammanhang. Vad som kunnat vinnas genom överväganden av denna art bör dock betraktas som ett tillskott till undersökningsresultaten. Systematiska försök i avsikt att utreda orsakskedjan ha nämligen endast i ringa utsträckning kunnat förenas med undersökningens målsättning i övrigt.

Den tredje frågan rörande möjligheterna att förbättra eller förenkla skogsodlingsmetodiken undersökes i nära anslutning till ovan behandlade frågor,

men i fristående försöksserier. Dessa omfatta hittills tidsstudier av olika detaljmoment och utformningar av några viktigare såddmetoder, och ha därifrån lett över till ackordsstudier och maskindriftsundersökningar. Dessa arbeten komma i en senare publikation att beröras ur vissa speciella synpunkter.

Vi övergå nu till att närmare avhandla de utförda såddförsöken.

## Kap. I. Huvuddragen av försöksmetodiken

### *Provyornas anordning*

Såddförsöken ha utförts genom anläggning av provytor på ur marksynpunkt så jämna hyggesområden som möjligt. Ytorna finnas förtecknade i tab. 1. Provytorna ha anordnats som enkla blockförsök med upprepningar. Därigenom vinnas följande i största korthet angivna fördelar. Den även inom jämna provytor ofta starkt framträdande olikheten i »markbördighet» kan i allt väsentligt elimineras, så att den icke skadligt inverkar på jämförelser mellan olika inom ytan tillämpade metoder. Samtidigt blir det möjligt att utnyttja sådana matematisk-statistiska fördelningsfunktioner, som tillåta oss att rätt bedöma resultaten mot bakgrunden av den tillfälliga variationen, även om materialet endast består av ett fåtal observationer. För närmare detaljer om fältförsöksmetodikens teori och praktik samt om övriga matematisk-statistiska rutinmetoder hänvisas till arbeten framförallt av FISHER (1932, 1947), KENDALL (1945—1948), MATHER (1943), WEATHERBURN (1947), BONNIER och TEDIN (1940), SNEDECOR (1946), CRAMÉR (1927, 1949) m. fl.

Provytorna ha anlagts med 5 block med beteckningarna A—E och inom blocken slumpvis fördelade försöksled. Förbandet har oföränderligt varit 1,5 m:s kvadratförband. Varje såddmetod representeras av 150 såddfläckar. På varje block kommer således 30 fläckar och blockens längd blir följaktligen

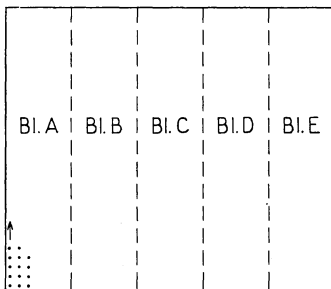


Fig. 1. Schematisk skiss över blockförsök med 5 block.  
Diagram of a field experiment with 5 blocks.

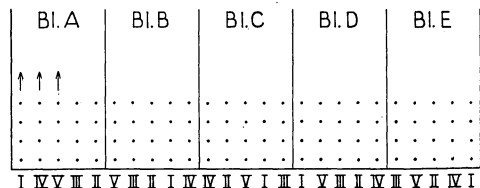


Fig. 2. Detalj av blockförsök.  
Details of a block experiment.



45 m. Deras bredd bestämmas av antalet försöksled, som på olika ytor växlar från några få upp till över tio. Fig. 1 ger ett schematiskt exempel på planen för ett blockförsök.

Varje metod, som blir föremål för undersökning, har erhållit en nummerbeteckning (metodnummer) med vanliga, arabiska siffror. Denna beteckning bibehåller metoden allt framgent. Beteckningarna framgå av beskrivningen över såddmetoderna på sid. 10.

Varje metod eller annat försök, t. ex. med olika slags frö, som förekommer på en viss provyta, utgör ett försöksled. Såsom sådant har den erhållit ett nummer med romerska siffror (försöksledsnummer). Två identiskt lika såddmetoder, som tillämpas på samma provyta, ha följaktligen samma metodnummer men var sitt försöksledsnummer.

En försöksplan över en provyta med fem försöksled får följande utseende.

Exempel på försöksplan

Rad	Bl. A	Bl. B	Bl. C	Bl. D	Bl. E
1	I	V	IV	I	III
2	IV	III	II	V	V
3	V	II	V	III	II
4	III	I	I	II	IV
5	II	IV	III	IV	I

Inom varje block förekomma de fem försöksleden en gång och representeras därvid av en såddrad med trettio fläckar. Försöksledens utplacering på raderna har skett medelst ett av FISHER angivet förfarande, som garanterar, att placeringen helt blir bestämd av slumpen. Att så sker är av största betydelse för möjligheten att tolka försöksresultaten.

Den ovanstående försöksplanen kommer att på marken te sig såsom framgår av fig. 2.

Provytorna ha besåtts antingen med huvudsakligen tallfrö eller med huvudsakligen granfrö. I förra fallet kallas tallen för huvudträdslaget på ytan, i senare fallet har granen denna beteckning. För korthetens skull kunna vi använda beteckningarna tallyta resp. granyta för de båda slagen av provytor. På varje yta (med några få undantag) har det trädslag, som ej är huvudträdsdrag, använts i ett eller flera försöksled. På tallytor förekommer således åtminstone ett försöksled med gran och på granytor åtminstone ett försöksled med tall.

### Såddmetoderna

Benämning, metodnummer och beskrivning på de vid såddförsöken hittills använda metoderna anges i följande sammanställning.

Beskrivning av vid såddförsöken hittills använda metoder

1. *Rutsådd.* (Redskap: pikhacka eller modohacka<sup>1</sup>, kratta.)

Humustäcket avlägsnas med hjälp av hackan på en ungefär fyrkantig ruta med 30 à 50 cm sida. Mineraljorden blottas och renskrapas från humus samt tillplanas och utjämnas så att en slät yta uppstår. Om mineraljorden är hård och fast, luckras den i ytan till omkring  $\frac{1}{2}$  à 1 cm djup med tillhjälp av krattan.

På marker med humustjocklek över ca 10 cm avlägsnas markvegetationen och så mycket av humustäcket, att ett svart, väl förmultnat bottenlager erhålles i rutan. Denna göres ungefär fyrkantig med 40 à 50 cm sida. Botten tillplanas och utjämnas. Om botten är hård och fast, luckras (upp-rasas) den i ytan till omkring 1 cm djup.

Fröet utsås jämnt över rutan och nedmyllas mycket lätt genom att med krattan omblanda fröet och det ytliga jordlagret i rutan. Tilltrampning eller tillplattning med handen får icke ske.

2. *Strecksådd.* (Redskap: modohacka med blad, kratta.)

Metodiken är densamma som vid rutsådd, med den skillnaden att såddfläcken göres långsträckt: 15×60 cm upp till 25×100 cm.

3: 1 *Ruttäckssådd.* (Redskap: pikhacka eller modohacka med blad.)

Sedan humuslagret eller en del därav avlägsnats såsom vid rutsådd, utsås fröet jämnt fördelat över såddfläcken, varpå såddfläckens yta hårt tilltrampas. Därpå smulas täckmaterial med fingrarna över såddfläcken, så att fröet blir täckt av ett högst 1,0 cm djupt lager av täckmaterialet.

De olika täckmaterialen betecknas med bokstäver omedelbart efter resp. nummer. Sålunda betecknar:

- 3: 1 a ruttäckssådd med myrstack.
- 3: 1 b » » torvströ.
- 3: 1 c » » sågspån.
- 3: 1 d » » dytorv.
- 3: 1 e » » humus från hygget.
- 3: 1 f » » mossa och gräs.
- 3: 1 g » » pinnar o. d.
- 3: 1 h » » blåbärsris.
- 3: 1 i » » granris.
- 3: 1 k » » mineraljord.

Täckmaterialet upplägges före utbärningen alltid mitt för och intill ytans ena långsida.

<sup>1</sup> Förkortning av Mo och Domsjö-hacka.

3: 2. *Strecktäcksådd.* (Redskap: modohacka med blad.)

Metodiken är densamma som vid ruttäckssådd, med den skillnaden att såddfläcken göres långsträckt: 15×60 cm upp till 25×100 cm.

De olika täckmaterialen betecknas med bokstäver omedelbart efter resp. nummer såsom ovan angivits.

4: 1. *Rutkantsådd.* (Redskap: pikhacka eller modohacka med blad, kratta).  
Såddfläcken upptages såsom vid rutsådd.

Fröet utsås i fläcken längs med dess kanter inom ett 5 cm brett bälte från kanten räknat. Därefter nedmyllas fröet mycket lätt såsom förut beskrivits.

4: 2. *Streckkantsådd.* (Redskap: modohacka med blad, kratta.)

Såddfläcken upptages såsom vid strecksådd. Fröet utsås och myllas i likhet med metod 4: 1.

5. *Ytsådd.* (Redskap: såghacka.)

Markvegetationen och humuslagrets översta skikt avflås på ungefär fyrkantiga rutor med 30 à 40 cm sida allt efter humuslagrets tjocklek och markvegetationens yvighet. Man bör eftersträva att erhålla ett mörkfärgat, väl förmultnat bottenlager i såddfläcken.

Fröet utsås jämnt fördelat över detta, varpå såddfläcken tilltrampas och ett täckjordslager av högst 1,0 cm tjocklek påföres.

På marker med mycket tunn humus blottas ofta mineraljorden vid denna metod, som då nära liknar ruttäckssådd.

6. *Knivsådd.* (Redskap: såghacka och kniv.)

Såddfläcken upptages såsom vid ytsådd. Dess yta tilltrampas och på lämplig plats upptages med kniv en eller två skåror, vilka genom vrickning med kniven vidgas till högst 1 cm bredd. Skårans största djup får ej överstiga 2 cm. I skårorna utsås fröet. Skårorna lämnas öppna.

7. *Rispsådd.* (Redskap: pikhacka.)

Med bladet uppslites ett streck av storleken 10 à 15×50 à 60 cm. Det är ofta fördelaktigt att först uppslita två parallella ritsar med piken och därefter anlita bladet. På mark med humustjocklek under ca 10 cm bör mineraljorden framträda i botten.

Fröet utsås och nedmyllas helt lätt med handen eller med en pinne.

8. *Sådd i omvänd torva.* (Redskap: modohacka med blad, kratta.)

En torva löshugges och upptages utan söndertrasning ur gropen. Storleken bör vara 40—50 cm i fyrkant. Torvan skäres om möjligt så djupt ned, att något mineraljord medföljer på dess undersida. Går ej detta, skall torvan i varje fall skäras till sådant djup, att undersidan består av svart, väl förmultnad humus. Torvan vändes och lägges tillbaka i gropen med vegetations-

sidan nedåt. Den tilltrampas eller tilltryckes så att den väl passar in i gropen utan att buckla sig. Därpå utsås fröet och nedmyllas helt lätt med krattan. Vid slutat arbete skall såddrutans yta befinna sig i den omgivande markens plan.

9. *Randsådd*. (Redskap: modohacka med blad, pinne.)

En torva upphackas med modohacka såsom vid rutsådd, och göres fyrkantig med 30—50 cm sida. Mineraljorden renskrapas och tilljämnas. Intill de två mest beskuggade kanterna (den södra och västra) eller, om någon av dessa är olämplig, intill de två bäst lämpade kanterna, ritas med pinnen en 0,5 à 1,0 cm djup fåra, vari fröet utsås. Fåran myllas igen helt lätt efter sådden.

10: 1 *Rutsådd med djupluckring*. (Redskap: pikhacka, kratta.)

Såddfläcken upptages såsom vid rutsådd men renskrapas icke. Med piken eller bladet upphackas mineraljorden till hackbladets djup och omblandas, varefter fläckens yta hårt tilltrampas, så att den blir slät och jämn. Därpå utsås fröet och nedmyllas mycket lätt med krattan.

10: 2. *Strecksådd med djupluckring*. (Redskap: modohacka med blad, kratta.)

Metodiken är densamma som vid rutsådd med djupluckring, med den skillnaden att såddfläcken göres långsträckt: 15 × 60 cm upp till 25 × 100 cm.

11: 1. *Ruttäcksådd med djupluckring*. (Redskap: pikhacka eller modohacka med blad.)

Såddfläcken upptages såsom vid rutsådd men renskrapas icke. Med piken eller bladet upphackas mineraljorden till hackbladets djup, omblandas och tilljämnas. Därefter utsås fröet, varefter fläckens yta hårt tilltrampas och täckmaterialet påföres till högst 1,0 cm tjocklek.

De olika täckmaterialen betecknas med bokstäver omedelbart efter resp. nummer såsom förut angivits.

11: 2. *Strektäcksådd med djupluckring*. (Redskap: modohacka med blad.)

Metodiken är densamma som vid ruttäcksådd med djupluckring, med den skillnaden att såddfläcken göres långsträckt: 15 × 60 cm upp till 25 × 100 cm

De olika täckmaterialen betecknas med bokstäver omedelbart efter resp. nummer såsom förut angivits.

12: 1. *Noggrann rutsådd*. (Redskap: pikhacka eller modohacka med blad, kratta.)

Metodiken är densamma som vid vanlig rutsådd, men arbetet göres så noggrant som över huvud taget är möjligt.

12: 2. *Noggrann strecksådd*. (Redskap: modohacka med blad, kratta.)

Metodiken är densamma som vid vanlig strecksådd, men arbetet göres så noggrant som över huvud taget är möjligt.

13: 1. *Rutsådd med nedmyllning och stark tilltrampning.* (Redskap: pikhacka eller modohacka med blad, kratta.)

Metodiken är densamma som vid vanlig rutsådd med den skillnaden att fläcken tilltrampas ordentligt efter fröets nedmyllning.

13: 2. *Strecksådd med nedmyllning och stark tilltrampning.* (Redskap: modohacka med blad, kratta.)

Metodiken är densamma som vid vanlig strecksådd med den skillnaden att fläcken tilltrampas ordentligt efter fröets nedmyllning.

14. *Kroksådd.* (Redskap: såghacka, såddkrok.)

Markvegetationen och humuslagrets översta skikt avflås med såghackan såsom vid ytsådd. Mineraljorden får därvid icke blottas. Om markvegetationen är obetydlig och humuslagret tunt, behöver såghackning icke utföras.

Med såddkroken ristas ett par 1—2 cm djupa fåror i fläcken, fårorna tilljämnas med krokens ryggsida, fröet utsås och fasttryckes helt lätt i botten. Mineraljorden skall framträda i fårorens botten.

15: 1. *Rutsådd utan myllning.* (Redskap: pikhacka eller modohacka med blad.)

Metodiken är densamma som vid vanlig rutsådd, men fröet nedmyllas icke.

15: 2. *Strecksådd utan myllning.* (Redskap: modohacka med blad.)

Metodiken är densamma som vid vanlig strecksådd, men fröet nedmyllas icke.

16: 1. *Mindre noggrann rutsådd.* (Redskap: pikhacka eller modohacka, kratta.)

Utföres som vanlig rutsådd ehuru med ringa omsorg, speciellt vid hackning- och myllningsarbetet. Antalet utsådda frön bör dock med omsorg hållas lika som för övriga metoder.

16: 2. *Mindre noggrann strecksådd.* (Redskap: modohacka, kratta.)

Metodiken är densamma som vid mindre noggrann rutsådd, med den skillnaden, att såddfläcken göres långsträckt såsom vid vanlig strecksådd.

### Om fröet

Fröet har inköpts från skogsvårdsstyrelser, revir, klänganstalter och bolag. Det utgör således vanlig bruksvara. I några undantagsfall ha vissa försöksled besåtts med frö från plusbestånd, vilket erhållits genom Föreningen för växtförädling av skogsträd och i några fall med särskilt separerade fraktioner av vanligt beståndsrö.

Varje använt fröparti har före sådden undersökts på grobarhet, tomfröprocent och tusenkornvikt m. m.

De av HUSS (1950) upptäckta avvingningsskadorna voro okända vid tiden för försökens anläggning. Fröet har emellertid sannolikt i större eller mindre

omfattning varit behäftat med dylika skador, vilket med visshet förklarar en hel del av de i ytmaterialet uppträdande ojämnheter. För närmare detaljer om avvingningsskadornas betydelse hänvisas till ovan citerade avhandling.

Fröet har i så liten utsträckning som möjligt förflyttats norrut eller söderut, uppåt eller nedåt i förhållande till kottinsamlingsplatsen. Vissa förflyttningar ha likväl icke kunnat undvikas. Deras storlek i riktningen norr—söder resp. uppåt eller nedåt från kottinsamlingsplatsen räknat redovisas i tab. 2. Siffrorna i tabellen ange det antal ytor, för vilka huvudträdslagets förflyttning hållit sig inom i tabellen angivna gränser. För sammanlagt 18 ytor är fröförflyttningen något större än som rekommenderas av LANGLET (1945). Dessa ytor förtecknas nedan. Riktningssuppgifterna avse riktningen från kottinsamlingsplatsen till skogsodlingsplatsen:

S. 2, gran:	35	mil norrut,	150 m uppåt
S. 12, tall:	11	»	» 60 » »
S. 15, »	0	»	» 170 » »
S. 24, »	3,5	» söderut,	140 » »
S. 25, »	2	»	» 215 » »
S. 26, »	9	» norrut,	210 » »
S. 27, »	9	»	» 160 » »
S. 29, »	3,5	» söderut,	170 » »
S. 35, »	4,5	» norrut,	140 » »
S. 36, »	4,5	»	» 140 » »
S. 44, gran:	8	»	» 260 » »
S. 48, tall:	4,5	»	» 175 » »
S. 49, »	30	» söderut,	45 » »
S. 57, »	0	»	» 150 » »
S. 60, »	1	» norrut,	120 » »
S. 61, »	3,5	»	» 120 » »
S. 62, »	11	»	» 310 » »
S. 71, »	4,5	»	» 120 » »

Sammanställningen visar, att en viss överskjutande förflyttning till högre höjd över havet icke kunnat undvikas. På endast två ytor har förflyttningen i nord-sydlig riktning överskridit lämplighetsgränsen.

Vid såddförsöken är det givetvis av vikt, att varje såddfläck på en viss yta blir besädd med åtminstone i huvudsak lika många frön. För att utan oskälig tidsutdräkt tillgodose denna fordran har utsädet till varje enskild såddfläck i

fält utmätts med ett frömått av konstant storlek. Antalet frön per mått har i förväg på rummet bestämts för varje använt fröparti. Den frömängd, som sålunda utsås per fläck av en viss frösor, är icke exakt konstant, utan varierar kring ett medelvärde. För 19 olika fröpartier med 10 mått ur varje parti bestämdes spridningen, räknad från de olika partiernas individuella medeltal, till i medeltal 3,2 frön per mått. För medeltalet per fläck utsådda frön inom ett block med 30 fläckar uppgår medelfelet således endast till  $3,2/\sqrt{30} = 0,58$  frön per fläck, ett fel av storleken omkring 1 %.

### *Tidtagning*

Arbetet på provytorna har utförts av fem man (i regel olika arbetare på olika ytor), vilka tilldelats var sitt block. »Arbetare» och »block» ha således kopplats och deras effekter kunna icke skiljas från varandra. Detta har skett av rent praktiska skäl. Arbetarna ha alla i ett givet ögonblick startat med en viss såddmetod. De som först hunnit utföra sina 30 fläckar ha omedelbart gått över till dem, som icke ha sina färdiga och där fortsatt arbetet. Detta har alltså fortgått oavbrutet från starten till dess att en metod är färdig på ytan. Tiden härför har observerats. Denna innehåller således endast vad man kan kalla effektiv arbetstid.

Arbetet har i allmänhet uppdelats på olika moment, så långt detta varit möjligt och lämpligt. Sålunda har t. ex. hackningsarbetet först utförts i ett moment och särskild tid antecknats för detta. Därefter har sådden utförts såsom ett andra moment med särskild tidtagning. I vissa fall har övertäckning av såddfläckarna med täckmaterial utgjort ett tredje moment.

Som följd av denna anordning kan arbetslaget ha övergått en yta två eller tre gånger. Eftersom en arbetare i praktiken ofta kan sköta både hackningen och sådden, är det nödvändigt att äga kännedom om gångtiden för att i sådana fall kunna avlägsna den överskjutande gångtiden från den sammanlagda tiden för hackning och sådd enligt observationerna. Särskilda iakttagelser över gångtiden ha därför utförts på ett stort antal ytor på olika marktyper. I några fall har arbetet dessutom på en hel yta organiserats såsom enmansarbete, d. v. s. så att arbetaren i ett sammanhang utfört både hackning och sådd.

Vid dessa försök har omsorgen om metodernas ändamålsenliga utförande givetvis tilldragit sig huvudintresset. Vissa försökstekniska synpunkter ha också måst tillgodoses. Härigenom blir tidsåtgången för en viss arbetsprestation i allmänhet längre än fallet skulle vara vid arbete i praktisk drift. Dessa förhållanden torde likväl inverka mindre än det faktum, att arbetsfolket praktiskt taget alltid varit ovant vid skogsodling och ofta aldrig tidigare deltagit i sådant arbete. Detta har naturligtvis menligt inverkat både på arbets-

resultatets kvantitet och kvalitet. De uppmätta tiderna böra därför uppfattas som maximaltider, vilka under mera normala förhållanden avsevärt kunna underskridas.

### *Uppskattning av arbetssvårigheten*

Uppskattning av arbetssvårigheten har för varje provyta skett genom en regelbunden cirkelytetaxering. Av taxeringen framgå följande uppgifter.

1. Antal grenar av minst 1 cm grovlek och 50 cm längd. Cirkelytans radie 0,5 m.

2. Antal toppar, vrak, lump, vindfällan m. m. med en största diameter av 7,5 cm eller mera, som till någon del falla inom en cirkelyta med radien 0,5 m.

3. Förekomst av särskilt besvärande markvegetation. Cirkelytans radie 0,5 m.

4. Förekomst av sly- och ungskog, vars diameter p. b. 10 cm från marken är 1,0—2,9 cm. Cirkelytans radie 1,0 m.

5. Antal träd och stubbar, som på ett avstånd av 10 cm från marken hålla minst 3 cm i diameter p. b. Rotstående träd och hårda stubbar ha bokförts var för sig i dimensionsklasserna 3,0—9,9 och 10,0—cm. Murkna stubbar ha ej räknats. Cirkelytans radie 4,0 m.

6. Förekomst av sten, med en största diameter av minst 10 cm. I centrum av varje provyta undersöktes stenförekomsten med ett smalt stålspett. Påträffade stenar uppgrävdes och mättes då så erfordrades.

7. Humustjocklek. Intill centrum av varje provyta mättes humuslagrets tjocklek. Lös förna och levande markvegetation medräknades icke.

I tab. 2 avgivna genomsnittssiffror ha följande betydelse:

Kol. 15. Grenar = antal grenar per cirkelyta med 0,5 m radie.

Kol. 16—17. Sly = antal rotstående sly resp. färska stubbar per cirkelyta med 1,0 m radie.

Kol. 18—21. Träd och stubbar = antal per cirkelyta med 4,0 m radie.

Kol. 22—25. Stenar = procent av totala antalet cirkelytor, på vilka sten påträffats. Därjämte anges stenens minimi- och maximidiameter samt medeltal.

Kol. 26. Humus = humusens medeltjocklek i cm.

Kol. 27. Toppar, m. m. = Antalet av cirkelytan berörda toppar, vrak, lump, vindfällan m. m. i medeltal per cirkelyta med radien 0,5 m.

Kol. 28. Besvärande vegetation = procent cirkelytor, där sådan vegetation angivits förekomma jämte de huvudsakliga växtarterna. Taxeringen av arbetssvårigheten på här angivet sätt lider av



en del svagheter, som först småningom uppmärksammats. För att bevara enhetligheten har förfarandet likväl bibehållits oförändrat.

### *Revisioner*

Provytorna reviderades hösten samma år de anlades. Detta revisionstillfälle benämnes i fortsättningen första hösten. Därefter reviderades ytorna andra hösten, tredje hösten och femte hösten.

Om några av de tidigaste ytorna undantagas räknades vid revisionen första hösten antalet levande och döda plantor i varje såddfläck. Detta skedde även vid alla senare revisioner, då emellertid dessutom längden av den längsta levande plantan i varje såddfläck uppmättes.

Vid varje revision avlägsnades de döda plantorna ur såddfläckarna och bokfördes därvid i följande grupper:

1. Plantor dödade genom uppfrysning.
2. » » på rot.
  - a) av svampangrepp.
  - b) » insektsangrepp.
  - c) på okänt sätt.

Ur såddfläckarna avlägsnades även alla plantor tillhörande annat trädslag än det inom visst försöksled använda. Stubbskott och självsådd ha även vid behov avlägsnats på området mellan såddfläckarna.

Tillkomna plantor i såddfläckarna ha observerats och bokförts särskilt med fördelning på ettåriga och äldre.

### *Vegetationstypindelning*

Vegetationstyperna ha bedömts enligt följande för skogsavdelningens förnygringsundersökningar upprättade schema (jfr även ARNBORG, 1945 och MALMSTRÖM, 1948).

#### I. Risserien

1. Skarp lavtyp.
2. Lavtyp.
3. Moss-lavtyp.
4. Torr ristyp.
5. Frisk ristyp.
6. Fuktig ristyp.
7. Våt ristyp.

#### II. Lågört-risserien

4. Torr lågört-ristyp.
5. Frisk lågört-ristyp.
6. Fuktig lågört-ristyp.
7. Våt lågört-ristyp.

- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| III. Högört-ristyp      | IV. Lågörtserien    |
| 4. Torr högört-ristyp   | 5. Frisk lågörttyp  |
| 5. Frisk högört-ristyp  | 6. Fuktig lågörttyp |
| 6. Fuktig högört-ristyp | 7. Våt lågörttyp.   |
| 7. Våt högört-ristyp.   |                     |
- V. Högörtserien
5. Frisk högört-typ
  6. Fuktig högörttyp
  7. Våt högörttyp.

I tab. 2, kol. 6 och eljest betecknas vegetationstyperna med siffror enligt ovanstående uppställning, således exempelvis: Frisk ristyp = I: 5, fuktig lågört-ristyp = II: 6.

### *Geologiskt underlag*

Följande beskrivningsschema har använts.

- I. Starkt sorterade mineraljordarter
  1. Blockjord, kornstorlek  $> 200$  mm
  2. Stenjord,           »           200—20 mm
  3. Grus,                »           20—2    »
  4. Sand,                »           2—0,2   »
  5. Mo,                  »           0,2—0,02 »
  6. Mjåla,              »           0,02—0,002 mm
  7. Lera,                »            $< 0,002$  mm
- II. Svagt sorterade mineraljordarter
  2. Ytstenig morån
  3. Ytgrusig    »
- III. Osorterade mineraljordarter (moråner)
  3. Grusig morån
  4. Sandig    »
  5. Moig      »
  6. Mjålig    »
  7. Lerig     »
  8. Morånlera

I tab. 2, kol. 5 och eljest användas sifferbeteckningar enligt ovanstående uppställning, således t. ex. moig morån = III: 5.

### *Jordmånstyp*

För beskrivning av jordmånstypen (markprofiltypen) har följande schema använts.

I. Jordmåner med urlakningsskikt (blekjord)

- J.* Järnpodsol
- JH.* Järn humuspodsol
- H.* Humuspodsol
- PB.* Podsolerad brunjord.

Undertyper till ovanstående.

- a* = med nedåt tydligt avgränsad blekjord
- b* = med nedåt otydligt avgränsad blekjord
- c* = med knappt märkbar blekjord
- d* = med mullblandad blekjord
- e* = med destruerad blekjord.

II. Jordmåner som sakna blekjordsskikt

- B.* Brunjord
- BL.* Brunjordsliknande jordmån
- L.* Lerjordmån
- S.* Sumpjordmån.

Järnhumuspodsolens *a*- och *b*-typer motsvara närmast O. TAMMS järnhumuspodsol av planmarkstyp resp. sluttningstyp. Humuspodsolens *a*- och *b*-typer motsvara närmast samme författares humuspodsol med stark resp. svag anrikning.

I tab. 2, kol. 13 anges profiltyper med i ovanstående sammanställning angivna bokstavsförkortningar.

### *Proportionalitet mellan antal utsådda grobara frön och antal plantor första hösten*

Som förut nämnts har ett frömått med konstant storlek använts vid sådden. Varje såddfläck, som besås med 1 frömått, blir således besådd med ett antal frön, som varierar i omvänd proportion till utsädets tusenkornvolym. Det skulle vara till stor lättnad vid vissa delar av bearbetningen, om den sålunda varierande utsädesmängden kunde återföras till någon för alla olika utsäden och provytor gemensam grundstorlek. Om detta skall vara fallet, måste tydligen först och främst fordras, att direkt proportionalitet råder mellan antalet per fläck utsådda, grobara frön och antalet härav första hösten uppkomna plantor.

För att skaffa material till ett avgörande av denna fråga har på ett antal olika ytor varierande frömängder per fläck prövats vid sidan av varandra inom en och samma såddmetod. Utsädesmängden varierades mellan gränserna  $\frac{1}{2}$  och 4 mått per såddfläck. Med kännedom om antalet frön per mått och grobarhetsprocenten kan antalet per fläck utsådda, grobara frön bestämmas och jämföras med antalet uppkomna plantor.

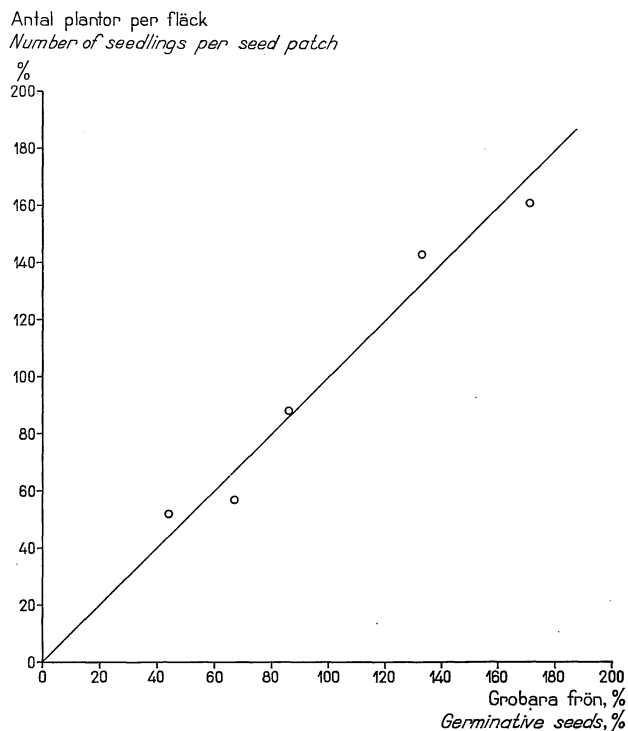


Fig. 5. Sambandet mellan antal plantor per fläck vid första revisionen och antal utsådda grobara frön.

Correlation between number of seedlings per seed-patch in the first autumn and number of germinative grains seeded.

Efter omräkning till medeltal i en gemensam skala erhålles den i fig. 3 återgivna bilden, där den heldragna linjen anger det samband som skulle uppstå, om proportionaliteten vore exakt. Som naturligt är förekomma avvikelser från det teoretiska sambandet. Materialets punkter utjämnas emellertid mycket tillfredsställande av proportionalitetslinjen, som därför kan anses återge genomsnittstendensen utan betydelsefulla systematiska fel.

Man kan alltså påstå, att ett visst år och på en viss ståndort

antalet plantor första hösten är direkt proportionellt mot antalet utsådda grobara frön.

På grundval av det ovan anförda har därför undersökningsmaterialet för alla revisioner omräknats så, att plantantalen motsvara ett utsäde av 50 grobara frön per såddfläck. Omräkningen kan icke omfatta även nollfläcksprocenterna, emedan dessa icke äro proportionella mot plantantalet. De kunna emellertid, om så skulle erfordras, på annat sätt återföras till ett utsäde av 50 grobara frön. Det torde vidare observeras, att plantantalets avtagande med tiden ej lämpligen kan studeras med utgångspunkt från de till ett utsäde av 50 grobara frön reducerade plantantalen, emedan den relativa avgången av plantor kan tänkas i någon mån bero på det absoluta plantantalet (jfr kap. III).

## Kap. II. Allmän översikt och diskussion av vissa såddresultat

Det synes fördelaktigt att som en inledning till de följande kapitlen lämna en mycket kortfattad översikt över en del av de uppnådda försöksresultaten. För ändamålet använda vi endast enkla gruppmedeltal, i regel utan hänsyn till gruppernas olikartade sammansättning av t. ex. årgångar och ålder m. m. Först i senare kapitel komma vi in på de ganska omfattande problem, som uppstå vid försöken att renodla materialet.

Översikten vinner i intresse, om vi dela upp provytorna i en grupp, som givit bättre resultat och en annan som givit sämre. Vi ta därvid endast de ytor i betraktande, för vilka det finns minst två revisioner, men medräkna icke första höstens revision, och vidare begränsa vi oss till endast rutsådd, som finns på alla provytor. Vi utgå från nedan angivna antal plantor per fläck och per 50 grobara frön, som minst böra finnas för att sådden skall räknas till den bättre gruppen.

	Tall	Gran
Obränd mark .....	6	5
Bränd » .....	5	4

Siffrorna motsvara ej någon bestämd anspråksnivå av den art, som kommer att beröras i kap. IV, utan äro godtyckligt valda, ehuru dock med någon ledning av de bedömda spridningarna. Noggranna beräkningar komma att göras i ett senare kapitel. Ett närmare studium av tab. 3, där uppdelningen i de två grupperna företagits, leder till följande i korthet sammanfattade slutsatser. Läsaren göres uppmärksam på, att slutsatserna dras av ett

inhomogent material, sammansatt av olika årgångar och ytor av olika ålder m. m.

1. Vi finna, att rutsådderna på frisk ristyp till övervägande del höra till den bättre gruppen inom alla företrädda höjdlägen och både på bränd och obränd mark. Inom den bättre gruppen finnes i allmänhet ett rätt betydande medelantal plantor per fläck. Även inom »övriga marktyper», som mest omfattar fuktiga och örtrika marker, är plantantalet icke sällan ganska stort.

2. I fråga om höjdlägets inflytande på såddresultatet får man av tabellen det intrycket, att vissa svårigheter börja göra sig gällande på obränd mark ovan 500-metersnivån. På brända hyggen framträder denna tendens svagare eller, som för tall, icke alls.

3. En viss skillnad mellan tall och gran på obränd mark framträder mycket tydligt. Tallen visar sålunda i allmänhet större plantantal per fläck än granen. På bränd mark är skillnaden däremot obetydlig. Det sagda gäller sådder, som övervintrat minst en gång. I kap. III kommer att visas, att någon skillnad mellan tall och gran första hösten knappast med säkerhet kan fastställas. Detta innebär alltså att plantavgången hos tall och gran är olika stark (jfr kap. III).

Vidare finner man, att 23 % av granytorna på frisk ristyp fallit i den sämre klassen, men endast 11 % av tallytorna. Det anses att tallen är mera tacksam att arbeta med vid sådd än granen, vilken uppfattning således bestyrkes av detta material.

4. Skillnaden mellan obränd och bränd mark yttrar sig icke på väntat sätt i antalet plantor per fläck. Tvärtom är plantantalet hågot högre på obrända än på brända hyggen av frisk ristyp. För tall i den bättre klassen få vi på obränd mark i medeltal 15,5 och på bränd mark 12,3 plantor per fläck. För gran äro motsvarande siffror 11,1 resp. 10,3. Siffrorna ifråga böra emellertid tas med viss försiktighet, emedan både för tall och gran den brända marken representeras av genomsnittligt äldre ytor än de obrända. — Däremot utfaller fördelningen på den bättre och den sämre klassen helt i väntad riktning. Av tallytorna på obränd frisk ristyp ha sålunda 14 % fallit i den sämre klassen, medan på bränd mark av samma slag endast 4 % fallit i denna klass. I fråga om gransådderna äro motsvarande siffror 29 % resp. 8 %. Hyggesbränningens fördelaktiga inverkan på såddresultatet framträder således tydligt.

Det är intressant att observera relationerna mellan dessa jämte de förut nämnda procentciffrorna. Vi hade för tall 11 men för gran 23 % sämre ytor, d. v. s. ungefär dubbelt så många. Samma proportion mellan tall och gran återkommer för vardera obränd och bränd mark, där procenttalen äro 14 och 29 %, resp. 4 och 8 %. Förhållandet mellan procenttalen dåliga ytor på obränd och på bränd mark är vidare för tallen 3,5 och för granen 3,6, d. v. s. praktiskt taget lika. Denna överensstämmelse kan uppfattas som ett visst

stöd för misstanken att en signifikativ skillnad förefinnes mellan de båda trädslagen och de båda markbehandlingsmetoderna.

5. Materialet inom »övriga marktyper» är mycket sparsamt. Vad tallen beträffar synes emellertid även fuktiga ris- och lågörttyper både med och utan bränning ha givit gott såddresultat. De enda två dåliga ytorna i höjdläget 400—499 m äro belägna på starkt kalkpåverkade, gräsrika örttyper. Även de tre dåliga granytorna i samma höjdläge äro belägna på samma eller liknande marktyper. Den dåliga granytan i höjdläget 200—299 m ligger på en mycket svag, fuktig ristyp. På den obrända marken ha för gran 4 av de 9 ytorna eller 45 % hänförts till den sämre klassen. För tall är motsvarande procenttal 22. Siffrorna äro högre än för den friska ristypen, där de voro 29 resp. 14 %, men de förhålla sig i båda fallen ungefär som 2 till 1.

6. Av det nu diskuterade sammandraget kunna av skäl, som tidigare antytts, varken detaljerade eller definitiva slutsatser dras. Det förefaller emellertid som om resultatens skulle motivera en viss optimism ifråga om möjligheterna för skogsfrösådd i Norrland såtillvida åtminstone, att i medeltal ett tillräckligt plantantal i allmänhet kan åvägbringas utan alltför stora svårigheter. Det återstår emellertid att mera i detalj specificera de uppnådda resultaten och att ange de mått och steg, som erfordras för att under vissa angivna förhållanden uppnå ett visst på förhand bestämt resultat.

Vi övergå nu till att närmare betrakta såddresultatet första hösten i olika höjdlägen och under olika anläggningsår. Avsikten är därvid tills vidare endast att undersöka, om höjdläge och anläggningsår spela någon märkbar roll för plantresultatet och om något samspel mellan höjdläge och årsmån kan spåras. Det är nu till nackdel, att materialet icke är ens närmelsevis ortogonalt. De praktiska svårigheterna att varje år anlägga lika många provytor i vardera av tre eller fyra höjdlägen ha emellertid varit alltför stora för att kunna bemästras. De uppställda frågorna kunna därför endast ofullständigt belysas.

Redan av tab. 3 syntes framgå, att höjdläget inverkat förvånansvärt litet på plantantalet åtminstone i lägen under 500 m. Om höjdlägets inflytande på första höstens plantantal (beräknat på 50 grobara frön) undersökes inom enskilda anläggningsår, framträder icke heller någon klar, signifikativ effekt. Materialet leder därför preliminärt till slutsatsen, att plantantalet första hösten mindre än väntat påverkas av höjdläget. Genom hänsynstagande även till strecksådd skola vi emellertid i nästa kapitel finna rätt goda skäl för uppfattningen, att plantantalet första hösten på obränd mark i allmänhet likväl är lägre ovanför 400 m än nedanför såväl för tall som för gran. Gränsen är dock naturligtvis icke skarpt markerad.

Variansanalyser inom de skilda höjdlägena 2—300, 3—400 och 400—m visa för tall endast i ett fall en signifikativ effekt av anläggningsår, och för gran likaledes i ett fall. Båda fallen inträffa för obränd mark i höjdläget 400

m och däröver. Flera varianskvoter ( $F$ -värden) ge emellertid rätt låga sannolikheter ( $P$ ) och man får därför intrycket, att årsmånen i själva verket spelar en mycket viktig roll för plantresultatet. Detta intrycks riktighet kan bekräftas genom sammansättning av de enskilda sannolikheterna till ett  $\chi^2$ -värde (FISHER, 1932). Detta blir för tall och gran samt bränd och obränd mark tillsammans = 32,35\* med antalet frihetsgrader  $\nu = 18$ .  $P$  ligger i närheten av 0,02 och vi kunna häri med rätt stor säkerhet se ett tecken på årsmånens betydelse för första höstens plantresultat.

Av materialets detaljsiffror framgår, att årseffekten främst yttrat sig i ett nästan genomgående svagt resultat år 1948 och delvis 1949 samt ett ofta mycket gott resultat år 1946. Båda effekterna framträdde bäst i höjdläget ovan 400 m. Häri torde man kunna se ett tecken på, att ett visst samspel faktiskt förefinnes mellan höjdläge och årsmån. Det förefaller ju också naturligt, att årsmånen skall spela den största rollen i de klimatiskt minst gynnade lägena. Som exempel på årseffektens storlek i höjdläget över 400 m kunna följande siffror för rutsådd tall och gran (50 grobara frön) på obränd mark vid första höstens revision vara av intresse.

**Tab. A. Resultatet av rutsådd på obränd mark i höjdlägen ovan 400 m**

The result of patch-sowing on unburned areas 400 m or more above sea level

År Year	Antal ytor Nr. of plots	Plantor per fläck Plants per patch	Antal ytor Nr. of plots	Plantor per fläck Plants per patch
		<i>Tall</i> <i>Pine</i>		<i>Gran</i> <i>Spruce</i>
1943	1	16,97	2	15,08
1944	1	7,22	1	6,21
1945	2	6,95	2	6,80
1946	7	21,47	7	19,30
1947	1	9,61	—	—
1948	6	3,24	2	6,10
1949	2	5,40	2	8,18

Siffrorna i tabellen visa, att tall och gran i stort sett reagerat i samma riktning för olika årsmån. Konkordanskoefficienten är i själva verket så hög som  $W = 0,95$ . Det är visserligen sant att tall och gran delvis förekomma på samma provytor, men detta torde ej kunna förklara den goda överensstämmelsen. Om så vore skulle det betyda, att vissa år alla ytor lagts på lättförnygrad mark, andra år på svårförnygrad. Resultatet kan ej heller förklaras endast genom olika frekvens av skador på fröet vid avvingningen. Ehuru både ytvalet och framför allt avvingningsskadorna säkert spela en stor roll för plantresultatet, torde vi i själva verket vara rätt väl berättigade att tolka den likartade variationen hos tall och gran i tab. A såsom i huvudsak förorsakad av årsmånens växlingar.



Trots den i allmänhet goda överensstämmelsen mellan tall och gran framgår likväl av tab. A att vissa skillnader i reaktionssätt mellan trädslagen ändå möjligen kunna finnas. Sålunda visar sig t. ex. granen ha givit fler plantor än tallen de båda åren 1948 och 1949, medan motsatsen är fallet alla övriga år. Orsaken till detta förhållande har icke med säkerhet kunnat utforskas.

Hos en del olika såddmetoder framträda liknande egendomligheter. Bl. a. bruka täcksåddmetoderna vanligen ge avsevärt bättre resultat än rut- och strecksådd, medan »mindre noggrann sådd» brukar ge sämre. Åtminstone år 1948 var emellertid förhållandet helt omvänt.

Det är sålunda mycket sannolikt, att en del samspelseffekter finnas, ej endast mellan höjdläge och årsmån, utan även mellan trädslag och årsmån samt såddmetod och årsmån. En ingående redovisning av dessa samspelseffekter kan emellertid som förut nämnts icke åstadkommas. De äro likväl obetydliga i jämförelse med de uppträdande enkeeffekterna speciellt av höjdläge och årsmån. Till dessa kommer i fortsättningen vederbörlig hänsyn att tagas på sådant sätt, att vi icke riskera en överskattning av såddresultatet på grund av att vissa svaga samspel försummas.

Bearbetning av gängse meteorologiskt material i avsikt att utröna vilka faktorer, som äro av särskild betydelse för skogsodlingsresultatet, har i detta sammanhang ansetts föra för långt och synes f. ö. på grund av de ofta rätt svaga sambanden ej ha stor utsikt att leda till framgång. Ett fördjupat studium av klimatfaktorerna med hjälp av modern instrumentutrustning torde däremot avsevärt kunna bidra till att klarlägga eller belysa många teoretiskt och praktiskt viktiga skogsodlingsfrågor. Sannolikt kunna bl. a. de ovan anmärkta egendomliga årsmånsverkningarna och samspelseffekterna endast på detta sätt vinna en tillfredsställande förklaring.

Denna del av översikten leder till en uppfattning, som i korthet kan uttryckas på följande sätt.

1. Höjdläget har endast obetydligt påverkat plantantalet första hösten, med undantag för lägen ovanför ungefär 400 m. ö. h., där plantantalet på obränd mark visar en viss tendens att minska.
2. Anläggningsåret, d. v. s. årsmånen, spelar en betydande roll för plantantalet och särskilt är detta fallet i höjdlägen ovan 400 m. ö. h.
3. Tall och gran reagera i stort sett lika för olika årsmån. Man har dock anledning misstänka, att vissa dåliga år tallen missgynnas mera än granen.
4. Årsmånen har inverkat på alla såddmetoder, men synes åtminstone på vissa lokaler ha inverkat mer på en del metoder än på andra.

### Kap. III. Plantprocenten och plantavgången

En del termer, som ha avseende på barrträdsfröets groning, användas någon gång i tal och skrift på sådant sätt, att deras exakta innebörd icke framträder fullt klart. Det torde därför vara lämpligt att precisera, vad som i denna uppsats avses med vissa av de ifrågavarande uttrycken.

*Groningsprocenten* (= grobarheten) är antalet efter viss bestämd tid (i detta fall 30 dygn) grodda frön av 100 st. till groning lagda, rensade frön. Groningsprocenten undersökes i Jacobsens apparat enligt principer, som närmare anges av HUSS (1951). Till groningsprocenten anknyter sig ett synnerligen stort vetenskapligt och praktiskt intresse. För att den på rätt sätt skall fylla sin uppgift, är det av största vikt, att den alltid bestämmes under så vitt möjligt enahanda betingelser.

*Livsprocenten* är antalet levande frön av 100 st. frön. Termen har använts av WIBECK (1926—27). Den motsvarar summan av vid en groningsanalys funna grodda frön, friska men ej grodda frön samt abnorma groddar. Livsprocenten blir därvid i viss mån osäkert bestämd, emedan man i regel ej kan säkert veta, om alla efter en viss tid ruttna eller skenbart tomma frön voro döda vid analysens påbörjande.

*Allmänna markgroningsprocenten* är antalet i fält grodda frön av 100 st. utsådda frön. Termen är WIBECKS (1926—27). Den allmänna markgroningsprocenten påverkas som lätt inses bland annat av groningsprocenten och fältbetingelserna.

*Speciella markgroningsprocenten* är antalet i fält grodda frön av 100 st. utsådda, levande frön. Även denna term är WIBECKS. Den speciella markgroningsprocenten påverkas, liksom den allmänna, både av fröets konstitution och av fältbetingelserna.

*Plantprocenten* betyder i denna uppsats antalet i fält uppkomna normala groddplantor av 100 st. utsådda, enligt bestämning i Jacobsens apparat grobara, frön. Groningstiden i apparaten har därvid varit 30 dygn. Plantprocenten har de fördelarna framför den speciella markgroningsprocenten, att den osäkra bestämningen av antalet levande frön undviks och att den i praktiken är lättare att fastställa. För våra ändamål bör därför plantprocenten föredragas. Det kan i vissa fall inträffa, att plantprocenten blir större än groningsprocenten. Detta beror på den av WIBECK (1916—17) närmare undersökta eftergroningen. Förhållandet minskar emellertid icke plantprocentens användbarhet för sitt här avsedda ändamål. — Om vi bortse från eftergroningen, som dock för vissa provenienser är en mycket påtaglig realitet, beror plantprocenten endast av fältbetingelserna.

En hundradel av plantprocenten kallas i det följande *plantkvoten* och betecknas med  $p$ , så att vi följaktligen ha plantprocenten = 100 plantkvoten = 100  $p$ .

För att bedöma en sådds sannolika utveckling och egenskaper fram till den tid, då den kan anses säkerställd, erfordras först och främst kännedom om plantprocenten under olika förhållanden samt om antalet efter viss tid kvarlevande plantor. Vidare måste man känna plantfördelningen och dess förändringar med tiden samt slutligen plantornas tillväxtförmåga. Behandlingen av sistnämnda fråga framskjutes till en senare publikation. I de följande kapitlen skola vi däremot närmare undersöka de övriga faktorerna, och börja därvid med plantprocenten.

### *Plantprocenten*

Den närmast följande utredningen har begränsats till de båda metoderna rutsådd och strecksådd, vilka finnas på nästan alla provytor. Vidare undersökes till en början endast frisk skogsmark.

Vi ställa som vår uppgift att finna ett närmevärde på den plantprocent, d. v. s. det antal normala groddplantor per 100 grobara frön, som vi kunna vänta oss erhålla vid rutsådd och strecksådd under en följd av år i vissa bestämda norrländska höjdlägen, dels på obränd, frisk mark, dels på bränd, frisk mark och vid sådd, dels av tallfrö, dels av granfrö.

Materialet sammanfördes vid bearbetningen i två grupper, vilka hade avseende den ena på tallfrösådd, den andra på granfrösådd. Vardera gruppen uppdelades därefter på de båda markslagen obränd mark och bränd mark. Båda dessa undergrupper omfattade som nämnts endast frisk mark, d. v. s. vegetationstyperna I: 5 och II: 5 enligt schemat på sid. 17. Några få observationer från de torrare typerna I: 4 och II: 4 förekommo dock. De ansågos ej behöva fränskiljas, då resultatet på dessa ytor var ungefär detsamma som på de övriga. De i materialet sparsamt förekommande fuktiga marktyperna utelöstos. Därefter uppdelades vardera av nyssnämnda undergrupper av första ordningen på höjdlägena 200—299, 300—399 och 400— m ö. h., varigenom alltså undergrupper av andra ordningen bildades. Inom var och en av dessa andra ordningens undergrupper fördelades materialet på anläggningsår, varigenom således undergrupper av tredje ordningen uppstodo.

Det har förut anmärkts, att icke lika många provytor kunnat anläggas varje år. Inom de olika anläggningsåren kommer det därför att falla ett rätt varierande antal observerade plantprocenter. Vi ha sålunda t. ex. för gruppen »gran, obränt, 400— m ö. h.» följande antal observationer för rutsådd:

Anläggningsår.....	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	S:a
Antal observationer .....	2	1	2	7	0	2	2	16

I ett vanligt medeltal av alla 16 observationerna väger följaktligen året 1946 avsevärt tyngre än vart och ett av de övriga. Om nu 1946 vore ett ovan-

ligt gynnsamt eller ovanligt dåligt skogsodlingsår, skulle medeltalet därigenom komma att påverkas på ett sätt, som icke överensstämmer med våra önsknningar.

Ett bättre medelvärde för perioden 1943—1949 kan emellertid erhållas genom att först beräkna medeltal för varje enskilt år (utom 1947, som saknar observationer) och därefter ta medeltalet av de 6 olika årens medelvärden. Härigenom komma de olika årsmedeltalen att tillmätas samma vikt, trots att de grunda sig på olika antal observationer. Den osäkerhet i det slutliga medeltalet, som förorsakas härav, kan emellertid icke avlägsnas genom något vägningsförfarande. Endast ett fullständigare material hade kunnat lämna ett tillförlitligare slutresultat. Detta är naturligtvis fallet även då ett år under perioden saknar observationer.

För att belysa beräkningsättets inverkan kan nämnas, att medeltalet av de 16 observationerna för »Gran, obränt, 400- m ö. h.» är 26,7 plantor per 100 grobara frön, medan medeltalet av de 6 årens medelvärden är 20,6 plantor. Skillnaden uppgår till nära 30 % av det sistnämnda medelvärdet och den förorsakas därav, att 1946 var ett mycket gynnsamt skogsodlingsår i större delen av Norrland.

Genom att på sätt ovan angivits beräkna årsmedeltal och ur dem framställa periodmedeltal (period 1942—1949 med luckor i vissa fall) har tab. 4 beräknats. Tabellen ger en sammanfattning av undersökningarna över plantprocenten. Vi skola nu närmare granska de uppträdande siffrorna.

### *Metoderna*

Vi finna av tab. 4, att rutsådd och strecksådd icke nämnvärt skilja sig från varandra i fråga om plantprocenten. De förekommande differenserna gå än i positiv, än i negativ riktning och kunna icke utnyttjas som bevis för den ena metodens överlägsenhet över den andra. Ej ens den stora skillnaden i gruppen »Gran, bränd mark, 200—299 m ö. h.» får anses tyda på överlägsenhet för rutsådd, dels emedan materialet (5 observationer) är mycket litet, dels emedan siffran för rutsådd grundar sig på andra årgångar än siffran för strecksådd. Det torde därför vara lämpligt att överallt sammanslå plantprocenterna för de båda metoderna till ett gemensamt medeltal. Vi komma att närmare undersöka eventuella skiljaktigheter mellan rutsådd och strecksådd i en senare publikation.

### *Höjdlägena*

Av tab 4 synes vidare framgå, att de i tabellen rubricerade höjdlägena givit ungefär samma plantprocent för tall på bränd mark liksom även för gran på bränd mark. I kolumnen »Medeltal» har därför plantprocenten i de två

undre höjdlägena först sammanslagits till ett gemensamt medeltal (för tall t. ex. = 31,6). Skillnaden mellan plantprocenterna i höjdlägena 200—399 och 400— m är även den tämligen obetydlig och i varje fall fullständigt insignifikativ. Till sist har således plantprocenterna för samtliga höjdlägen hopslagits till ett gemensamt medeltal för tall på bränd mark och ett för gran på bränd mark. Även dessa båda medelvärden äro mycket lika och intet torde därför hindra oss att för all bränd mark oavsett trädslaget räkna med plantprocenten 34,2 eller avrundat 34.

Vad beträffar den obrända marken äro plantprocenterna mera ojämna. Till en början betrakta vi de båda undre höjdlägena. Här framträder det mycket egendomliga förhållandet, att plantprocenten är högre både för tall och för gran i höjdläget 300—399 m än i höjdläget 200—299 m. Någon förklaring härtill kan för närvarande icke ges. Skillnaden är emellertid signifikativ. Signifikansen kan undersökas på följande sätt, som visserligen endast är approximativt riktigt, men likväl torde ge en tillräckligt god uppfattning om läget. Differenser mellan höjdlägena beräknas på följande sätt. Man subtraherar t. ex. plantprocenten för rutsådd tall år 1943 i höjdläget 300—399 m från plantprocenten för rutsådd tall år 1943 i höjdläget 200—299 m. Man beräknar alla sådana differenser för rutsådd och strecksådd tall. Enligt kända regler (FISHER, 1932) kan nu värdet  $t$  beräknas. Det blir  $t = 3,53^*$  för  $\nu = 6$ , som ger  $P = 0,02—0,01$  och därmed alltså tämligen hög signifikans. Det finnes säkerligen många möjligheter till förklaring av detta *à priori* rätt märkvärdiga resultat, men eftersom ingenting för tillfället kan bevisas, måste vi tills vidare nöja oss endast med det faktiska resultatet. Detta är följande: På obränd mark är plantprocenten i avrundade tal för tall i höjdläget 200—299 m  $\approx 30$ , i höjdläget 300—399 m  $\approx 45$ . Beträffande granen är differensen mellan höjdlägena i fråga insignifikativ. Vi annotera emellertid att samma tendens som hos tallen uppträder hos strecksådd gran men ej hos rutsådd gran. Sistnämnda förhållande tyder på, att den i vissa fall högre plantprocenten i höjdläget 300—399 m beror på omständigheter, som ej ha med höjdläget att göra. För likformighetens skull bibehålla vi likväl tills vidare i tabellen skilda värden för de båda höjdlägenas plantprocenter och finna följaktligen i höjdläget 200—299 m. plantprocenten  $\approx 25$  och i höjdläget 300—399 m  $\approx 30$ . Det bör tilläggas, att dessa siffror på grund av materialets förhållandevis ringa storlek äro behäftade med mycket stora medelfel.

Skillnaden mellan plantprocenterna på obränd mark i höjdlägena 300—399 och 400— m, som framträder mycket tydligt i tab. 4, är trots detta icke ordentligt signifikativ. Enligt tidigare erfarenhet har man dock grundad anledning tro, att plantprocenten i de högsta höjdlägena bör sjunka. Om vi granska materialet finna vi, att alla differenser äro positiva utom de, som härröra från år 1946. Orsaken härtill är, att eftergroning sistnämnda år före-

kom i betydande omfattning på en del provytor. Genom att för dessa provytor ersätta första höstens plantantal med det större plantantalet andra hösten, minskas de negativa differensernas numeriska värden. Minskningen är dock icke så stor som den borde vara, emedan naturligtvis en del plantor bortgått under mellanliggande vinter. Resultatet förbättras emellertid avsevärt i det vi nu få  $t = 2,05$  för  $\nu = 10$ . Värdet på  $t$  för  $P = 0,05$  är 2,23. Skillnaden är således likväl icke fullt signifikativ. Då vi emellertid ha andra skäl, som tala för, att plantprocenten ovanför 400 m bör vara lägre än nedanför och beräkningarna icke avgjort motsäga denna uppfattning, synas de i tab. 4 anförda plantprocenterna för obränd mark ovanför 400 m kunna godtagas. I dessa siffror ingå givetvis endast första höstens plantor. Det bör observeras, att plantprocenterna för tall och gran äro mycket jämna och lika samt att materialet i det ifrågasvarande höjdläget är stort, vilket bidrar att stärka den mening, till vilken vi kommit, nämligen att plantprocenten på obränd mark ovan 400 m ö. h. är omkring 20 för både tall och gran och sålunda lägre än i de underliggande höjdlägena.

### *Trädslagen*

Vad trädslagen beträffar synes det vara klart, att dessas plantprocenter på bränd mark icke äro väsentligt olika vare sig ovanför eller nedanför 400 m ö. h. På obränd mark framträder däremot en ganska tydlig skillnad, dock endast i höjdlägen under 400 m. En differensberäkning för rut- och strecksådd i höjdläget 200—399 m gav till resultat  $t = 2,57^*$  för  $\nu = 11$ , som ger  $P = 0,05—0,02$ . Skillnaden mellan tall och gran är följaktligen signifikativ i detta höjdläge till skillnad från höjdläget ovan 400 m ö. h. Det förefaller emellertid egendomligt, om förhållandet mellan tallens och granens plantprocenter verkligen skulle ändra sig väsentligt med höjdläget. En närmare granskning av materialet visar också, att av de 12 differenserna i höjdläget 200—399 m endast 1 härrör från år 1948, medan av 9 differenser i höjdläget 400— m 4 härröra från 1948 och 1949. Som förut anmärkts (sid. 25) skilja sig åren 1948 och 1949 från de övriga därigenom, att granen dessa år givit fler plantor än tallen, medan motsatsen är fallet alla övriga år. Följaktligen visar det ovan anförda signifikativa resultatet endast att tallen vissa år ger högre plantprocent än granen. Till samma resultat ha vi kommit i kap. II. En motsvarande undersökning av höjdläget 400 — m, med utslutning nu av åren 1948 och 1949, ger  $t = 8,38^{**}$  för  $\nu = 4$ ,  $P = 0,01—0,001$ . Ovannämnda slutsats bestyrkes alltså härigenom.

Huruvida tallen under en längre följd av år i medeltal kommer att visa sig granen överlägsen i fråga om plantprocent, kan icke avgöras på grundval av nu tillgängligt material. Vad som med någon säkerhet synes framgå av undersökningen rörande trädslagen torde därför kunna sammanfattas sålunda.

Under vissa år av en avgränsad tidsperiod ger tallen på obränd mark i alla höjdlägen avgjort högre medelplantprocent än granen. Däremot kan man icke med säkerhet säga, att granen de övriga åren ger regelbundet högre medelplantprocent än tallen. Detta är visserligen fallet på de flesta lokaler, men undantag finnas dock, vilka omöjliggöra ett definitivt uttalande. Om medelplantprocenten i det långa loppet blir högre för tallen än för granen kan icke för närvarande avgöras, men det förefaller dock troligt att så är fallet. — På bränd mark äro trädslagens plantprocenter lika.

### *Obränd och bränd mark*

Det återstår nu att granska siffrorna för obränd och bränd mark. Tab. 4 visar, att både tall och gran ha större plantprocenter på bränd mark än på obränd i höjdläget 400— m, medan i höjdläget 200—399 m tallen har lägre, men granen högre plantprocent på den brända än på den obrända marken. En undersökning av differenserna inom de olika metoderna och årgångarna visar, att de i intet fall ge signifikativa belägg för förekomsten av någon väsentlig skillnad mellan bränd och obränd mark i fråga om plantprocenten. Differenserna bli än positiva, än negativa och äro dessutom i några fall mycket stora. Den i tab. 4 framträdande, avsevärda skillnaden mellan bränd och obränd mark ovanför 400 m beror, både i fråga om tall och gran, på två stycken från år 1948 härrörande provtytor, vilka på bränd mark givit mycket högt plantantal, medan på obränd mark däremot övriga provtytor detta år givit mycket lågt plantantal. Visserligen förekommo år 1948 flera osedvanligt svårarbetade provtytor på obränd mark, på vilka man därför kunde vänta sig låg plantprocent. Om hela år 1948 försöksvis uteslutes, få vi för tall ovanför 400 m på obränd och bränd mark så gott som precis samma plantprocent ( $\approx 27$ ) och likaså för gran nästan samma ( $\approx 22$ ). Med hänsyn även till resultatet i det undre höjdläget 200—399 m torde det således åtminstone vara mycket osäkert om vi ha anledning att på grundval av det föreliggande materialet tillskriva hyggesbränningen i och för sig någon betydelsefull inverkan på plantprocenten.

Den sist anförda slutsatsen torde säkerligen förefalla de flesta praktiskt verksamma skogsodlare oväntad. Det är nämligen en allmän erfarenhet, att sådderna vanligen gå bättre till på de brända hyggena än på de obrända. Så är också i regel fallet och orsakerna härtill äro företrädesvis två. Dels är det i praktiken avsevärt lättare att framställa goda såddfläckar på brända marker än på obrända, varigenom på de förra proportionsvis fler frön beredas goda groningsbetingelser än på de senare. På provtytorna är denna skillnad däremot icke så stor. Dels har man fått ovannämnda erfarenhet genom att huvudsakligen observera vida mer än 1 år gamla sådder. Då nu, som i nästa

avsnitt av detta kapitel skall visas, avgången under årens lopp är större på de obrända markerna än på de brända, blir följdén att sådder på de sistnämnda efter en tid i regel ta sig avgjort bättre ut än sådder på obränd mark. Härtill bidrar också den väsentligt större spridning i både plantantal och höjd, som kännetecknar sådder på obrända hyggen framför sådder på brända.

I det rådande läget uppstår emellertid en viss svårighet att avgöra vilken plantprocent vi lämpligen böra räkna med på bränd mark ovanför 400 m. Eftersom vi godtagit skillnaden mellan plantprocenterna på obränd mark ovanför och nedanför 400 m och i övrigt inga differenser äro fullt pålitliga, har det syntts lämpligt att ersätta de varierande plantprocenterna på obränd mark under 400 m samt på bränd mark i alla höjdlägen med ett gemensamt medeltal. Härigenom erhålla vi tab. B (resp. tab. 5). Vid beräkningen av dessa tabeller ha tall- och granprocenterna i tab. 4 sammanvägts på så sätt, att tallen givits vikten 2 och granen vikten 1. Höjdlägena däremot ingå med lika vikt, d. v. s. medeltalen gälla för lika stora besådda arealer i varje höjdzon. Procenttalen äro avrundade till heltalsvärden.

På fuktiga och våta marker ha endast ett fåtal ytor anlagts, alla på obränd mark och endast under åren 1943 och 1944. Medelvärde av plantprocenterna blev för tall och gran i alla höjdlägen = 26,7.

Plantprocenten är en av de faktorer, som har grundläggande betydelse för varje försök att bilda sig en uppfattning om hur skogsfrösådd bör bedrivas. Den som genomläst den nu slutförda granskningen av de i tab. 4 framlagda siffrorna får säkerligen det intrycket, att dessa äro ganska osäkert bestämda, vilket måste synas som en allvarlig brist, då det gäller en så viktig sak som det här är fråga om. Det är därför angeläget att med några ord beröra huvudskälen till plantprocenternas osäkerhet och frånvaron av fastställbara samband, där man väntat sig, att samband skulle finnas.

Som förut anmärkts beror plantprocenten uteslutande på de fältbetingelser, under vilka fröet får tillfälle att gro. Vi bortse från eftergroningen, som icke spelar någon roll i detta sammanhang. Plantprocentens växlingar ett visst år, inom ett visst höjdläge och på en viss vegetationstyp avspeglar således växlingar i de dithörande provytornas markbeskaffenhet, arbetssvårighet, lokalklimat m. m. Även inom de snävaste grupper, vi för närvarande kunna uppställa men anspråk på praktisk användbarhet, äro miljövariationerna ofantligt stora. Följdén härav är, att de enskilda provytorna inom en grupp uppvisa avsevärt olika plantprocenter. Spridningen är med andra ord stor, vilket menligt inverkar på våra möjligheter att fastställa eventuellt förefintliga samband. — Vegetationstypen är säkerligen inte någon alldeles idealisk indelningsgrund ur skogsodlingssynpunkt. Plantprocenten påverkas nämligen i praktiken icke endast av markvegetationen som sådan, av näringstillgång och fuktighetsförhållanden, utan även i hög grad av de tekniska möjligheterna



att för rimlig kostnad åstadkomma fullgoda såddfläckar. (Undersökningar pågå i avsikt att utröna, om vegetationstypen kan kompletteras med en klassificering efter arbetssvårighet.) Arbetssvårigheten spelar så stor roll framför allt därför, att det alltid i medvetandet finnes ett stopp-pris för skogsodlingskostnaden. Om såddfläckarna icke kunna göras fullgoda för detta pris, komma de att göras mindre goda, varigenom givetvis plantprocenten sjunker. Avlägsnas varje kostnadsbegränsning, har man välgrundad anledning tro, att plantprocenten även på mycket svåra marker kan bringas upp i närheten av plantskolenivån.

Vidare erinra vi om, att vi velat finna ett närmevärde på plantprocenten för en följd av år (sid. 27). Då provytorna anlagts åren 1942—1949 finns endast 8 årsmedeltal till förfogande. Ingen av undergrupperna i tab. 4 omfattar emellertid samtliga dessa år. Därigenom bli bland annat medeltalen i nämnda tabell mer eller mindre heterogena. Vid de jämförelser som gjorts mellan olika grupper, t. ex. höjdlägen, trädslag m. m., ha dock givetvis endast de årgångar utnyttjats, som varit gemensamma för båda de jämförda grupperna. I intet fall har därvid antalet årgångar kunnat bli fler än 5. Det är därför ganska naturligt, att materialet icke tillåter alltför vittgående slutsatser. Många av de sökta sambanden kunna följaktligen mycket väl existera, fastän materialet ej räcker till att fastställa dem.

Till den starka variationen i plantprocent bidrar med full visshet även avvingningsskador, vilka i några fall bevisligen förorsakat extremt låga plantprocenter.

Metodiken vid de ovannämnda jämförelserna har varit den enklaste möjliga. Mer utarbetade metoder hade måhända kunnat medge en viss skärpning av slutsatserna. De svåra luckorna i materialet ha emellertid icke inbjudit till försök att tillämpa de skarpere metoder, som eljest skulle ha fallit sig naturliga.

### Sammanfattning

Med *plantprocenten* (100 *p*) avses antalet normala groddplantor, som uppkomma av 100 i apparat på 30 dygn grobara frön.

I medeltal för en här och var avbruten följd av år har rutsådd och strecksådd givit samma plantprocent inom gränserna för den tillfälliga variationen.

Plantprocenten på obränd mark och på bränd mark har icke kunnat visas vara olika, varför hyggesbränningen i och för sig ej kan tillskrivas någon mycket betydelsefull inverkan på plantprocenten. Vid mindre noggrant arbete i praktiken kan det däremot vara möjligt, att en viss skillnad visar sig till den brända markens fördel.

Plantprocenterna för tall och gran äro lika på bränd mark. På obränd mark visar tallen vissa år signifikativt högre plantprocent än granen, medan

däremot de övriga åren granens plantprocent ej med säkerhet kan antas vara större än tallens. En viss skillnad mellan trädslagens plantprocenter för en längre tid torde sannolikt finnas, men man kan ej säga hur stor den är. Det är mest troligt att i det långa loppet tallens plantprocent är något högre än granens. I fortsättningen räkna vi dock med lika plantprocent för tall och gran.

Rörande höjdlägenas plantprocenter kan man med en viss grad av sannolikhet (ej fullt 0,95) utgå ifrån, att plantprocenten ovanför omkring 400 m ö. h. är lägre än nedanför denna nivå. Tallens, men icke granens, plantprocent har visat sig vara större i höjdläget 300—399 m än i det lägre höjdläget 200—299 m ö. h. Skillnaden är signifikativ ( $P = 0,02-0,01$ ), men betraktas tills vidare med en viss reservation, emedan resultatet är *à priori* svårförklarligt. Bland annat visar granen samma tendens för strecksådd men ej för rutsådd, vilket tyder på, att förhållandet har att göra med andra omständigheter än höjdläget.

Undersökningsresultaten framläggas i tab. 4. De i denna tabell anförda gruppmedeltalen äro behäftade med betydande medelfel och de sökta sambanden ha i regel varit svaga eller obefintliga. Med hänsyn härtill torde det vara berättigat att i avvaktan på fortsatta undersökningar sammanslå en del av grupperna i tab. 4. Detta har skett i tab. B (och tab. 5), vilken tabell lämpligen bör användas för praktiska ändamål i stället för tab. 4.

Beträffande tab. B anmärkes, att materialets ojämnhet hindrar oss från att göra övergången från höjdläget 200—399 m till höjdläget 400— m på obränd mark mjukare och mindre oförmedlad än den framträder i tabellen. Vidare observeras att skillnaden mellan plantprocenterna på obränd och bränd mark ovan 400 m ö. h. ej kan betraktas som fullt säkert fastställd.

**Tab. B. Medelplantprocenter, frisk mark**  
Average plant per cents, healthy ground

Höjdläge m. ....	200—399	400—
Height above sea level, m.		
Tall och gran, obränt .....	31	20
Pine and spruce, unburnt		
Tall och gran, bränt.....	31	31
Pine and spruce, burnt		

Till jämförelse med siffrorna i tab. B erinras om medelplantprocenten på obrända fuktiga marktper, som var 26,7 för alla höjdlägen, d. v. s. rätt nära lika med medeltalet  $(2 \cdot 31 + 20) / 3 = 27,3$  i tab. B. Vidare kan anmärkas, att

vid sådd i plantskola utan vattning en medelplantprocent av 60—70 får betraktas som ett gott resultat, d. v. s. skogsmarkssådden ger i medeltal ungefär hälften så stor plantprocent som plantskolesådden.

### *Plantavgången och överlevelsekvoten*

Plantorna i såddfläckarna drabbas under flera år efter sådden av en hel mängd olyckshändelser, varigenom deras antal småningom avtar. Groddplantorna äro vanligen ganska svagt utvecklade, varför dessa i särskilt hög grad äro känsliga för ogynnsamma miljöförhållanden. Svag plantutveckling första året drar på många ståndorter med sig svag utveckling även andra året. Icke ens efter femte året ha plantorna alltid uppnått så god tillväxt, att deras existens för den närmaste framtiden ter sig fullt säkrad.

Det har visat sig svårt att i detalj redovisa alla de verksamma orsakerna till plantornas successiva avgång. Vid revisionerna av provytorna på hösten är det nämligen ofta omöjligt att avgöra, av vilken orsak en viss planta avlidit. Man får emellertid intrycket, att svag tillväxtenergi i allmänhet disponerar för stark avgång. Särskilt är detta fallet, vill det synas, i fråga om uppfrysning och andra skador genom frost. En kraftig plantutveckling under de första åren av plantans liv borde därför avsevärt kunna minska avgången och således medge besparing av frö. Snabb planttillväxt torde också kunna bidra till att mildra den ogynnsamma, hämmande inverkan av den på vissa lokaler förekommande höga och yviga markvegetationen. Vissa försök ha gjorts att med hjälp av olika konstgödselmedel stimulera plantornas tillväxt. Resultaten förefalla ej särskilt lovande, i det att tillväxtökningen är ringa eller obefintlig för sådana gödselgivor, som kunde tänkas vara ekonomiskt möjliga på medelgoda och bättre marker. Det synes därför som om detta problem borde angripas från helt andra utgångspunkter, vilket också skett (jfr FRANSSON, 1951). Vi återkomma i en senare publikation i korthet till de ovannämnda försöken. — Avgång genom insektsangrepp har förekommit under första sommaren, men i allmänhet ej i större utsträckning. Snöskytte finnes på flera av de några år gamla tallsådderna, men har ännu endast i mycket ringa omfattning förorsakat plantavgång. Knäckesjukan har under senare år härjat svårt på många provytor, varigenom tallens höjdutveckling fläckvis starkt nedsatts och även åtskilliga plantor försvunnit.

Den sammanlagda effekten av ovannämnda och andra kända eller okända orsaker till plantavgång visar sig däri, att det ursprungliga medelplantantalet per fläck år efter år sjunker och detta icke sällan i ganska hög grad. Samtidigt som plantantalet sjunker ökar nollyteprocenten. För att vid skogssådd i praktiken kunna avpassa utsädesmängden så, att sådden efter ett visst antal år så nära som möjligt kommer att uppfylla vissa på förhand uppställda

villkor, måste följaktligen någonting vara känt om plantantalets normala avtagande med tiden. Kännedom om plantprocenten är som förut nämnts första steget mot en riktig bedömning av såddens framtida utveckling, medan kännedom om det relativa antalet efter så och så många år sannolikt överlevande plantor är det andra steget. I detta avsnitt skola vi närmare studera det andra steget och därvid undersöka den lagbundenhet, som under olika förhållanden kan påvisas i sättet för medelplantantalets avtagande med tiden.

Vi ha i det föregående huvudsakligen nämnt plantavgången. Vid den följande utredningen är det dock bekvämare att arbeta med det relativa antalet kvarlevande plantor än med antalet avgångna. Det antal plantor, som efter vissa års förlopp kvarleva av 100 levande ettårsplantor första hösten, benämnes i fortsättningen *överlevelseprocenten*. Hundradelen av överlevelseprocenten betecknas med  $k$  och kallas *överlevelsekvoten*. Vi ha naturligtvis ofta anledning att uttryckligen ange till vilken höst, från sådden räknat, som överlevelsekvoten hänför sig. Detta sker då lämpligen genom att till  $k$  foga en indexesiffra angivande höstens ordningsnummer. Sålunda avser t. ex.  $k_5$  det relativa antalet den femte hösten kvarlevande plantor. Allmänt uttryckt betecknar  $k_t$  det relativa antalet kvarlevande plantor efter förloppet av  $t$  vegetationsperioder.

Vid ett utsäde av  $n$  grobara frön under förhållanden, som medföra en plantprocent av 100  $p$ , kvarstå således enligt föregående beteckningssätt efter  $t$  vegetationsperioder  $npk_t$  plantor. Vår uppgift blir nu närmast att finna de erforderliga värdena på  $k_t$ .

### Överlevelsefunktionen

Överlevelsekvoten som funktion av tiden från sådden räknat benämnes i fortsättningen *överlevelsefunktionen* och framställs i formen  $k_t = d \cdot f(t)$ , där  $d$  är en konstant. Överlevelsefunktionens typ undersöktes närmare på följande sätt.

Fyra av de enklaste och mest förekommande såddmetoderna utvaldes, nämligen rutsådd, strecksådd, rutkantsådd och rispsådd. För tall och gran på obränd och bränd mark beräknades inom varje höjdläge de fyra metodernas verkliga medelplantantal vid olika revisioner. Här användes således icke det till 50 grobara frön reducerade plantantalet. Endast de provytor utnyttjades, som omfattade 5 revisioner. Grafisk uppritning av resultaten visade, att funktionen tillfredsställande borde återges av en hyperbelliknande funktion

$$k_t = d \cdot \left( a + \frac{b}{t} + \frac{c}{t^2} \right) \dots\dots\dots (1)$$

Då här  $k_t$  skall vara = 1 för  $t = 1$ , få vi omedelbart konstanten  $d = 1/(a + b + c)$ . Funktionen syntes vara användbar för alla metoder, för tall och för gran på både obränd och bränd mark samt i alla höjdlägen. Härom kunde man övertyga sig genom att för varje enskild provyta undersöka konstanterna  $a$  och  $b$  i den enklare funktionen  $k_t = a + \frac{b}{t}$ , som ger tillräcklig ledning för frågans bedömande.

För beräkning av konstanterna i överlevelsefunktionen (1) uträknades överlevelsekvoterna för flertalet ytor och revisioner sålunda, att de observerade plantantalen multiplicerades med  $1/x_1$ , där  $x_1$  = plantantalet vid första revisionen. För denna revision blir följaktligen överlevelsekvoten = 1,000. Därefter utjämnades de observerade värdena på  $k_t$  med hjälp av funktionen

$$k_t = a + \frac{b}{t} + \frac{c}{t^2}.$$

Vid denna beräkning uteslöts för tall på obränd mark några provytor, där en mycket betydande eftergroning förekommit, varigenom plantantalet vid andra revisionen avsevärt kom att överstiga plantantalet vid första revisionen. En ringa eftergroning — mindre än 10 % — förekommer tämligen allmänt. Vissa år eftergro dock en del provenienser i stor omfattning, t. o. m. så stor, att plantantalet året efter sådden kan öka till omkring det dubbla. Under vilka omständigheter stark eftergroning kan väntas uppträda, är i huvudsak obekant. Möjligen kan man misstänka, att nordligt tallfrö visar särskilt stark benägenhet för eftergroning. På grund av vår ringa kunskap om detta problem har det emellertid syntts lämpligt, att som skett utesluta vissa provytor. Därigenom komma de nedan anförda överlevelsefunktionerna att avse ytor med ingen eller endast ringa eftergroning. Det kan anmärkas, att gränsen mellan ringa och stark eftergroning ansetts gå vid den punkt, där plantantalet andra hösten är större än plantantalet första hösten.

Räkningarna visade, att konstanten  $d$  i (1) blev mycket nära = 1. För de fyra grupperna tall, obränt och bränt, samt gran, obränt och bränt blev nämligen  $d = 1,0013$ ,  $1,0000$ ,  $1,0006$  och  $1,0008$ . Sedan  $d$  inmultipliserats i (1) framgingo slutligen följande funktioner för överlevelsekvoten  $k_t$  (tab. C).

Observerade och beräknade värden på  $k_t$  för  $t = 1, 2, 3$  och  $5$  anföras i tab. 6. Av denna framgår att funktionerna väl anpassa sig till materialet, i det att differenserna mellan observerade och beräknade värden äro små. I intet fall överstiga de 3 % av det beräknade värdet. I tab. 7 sammanföras de beräknade värdena på  $k_t$  för  $t = 1-5$  samt  $t = 10$ . Det sistnämnda värdet har erhållits genom extrapolering utanför materialet, som upphör vid  $t = 5$ .

Innan vi närmare undersöka de framställda funktionerna bör nämnas, att det i fläckarna befintliga, absoluta antalet plantor ej synes utöva något större inflytande på överlevelsekvoten. För att visa detta har för tall på

**Tab. C. Överlevelsekvoten  $h_t$  som funktion av tiden efter sådden. Frisk mark.**  
The survival-quotient  $h_t$  as a function of the time after sowing. Healthy ground.

Tall, obränd mark ..... Pine, unburnt ground	$h_t = 0.509 + \frac{0.950}{t} - \frac{0.459}{t^2}$ ..... (2)
Tall, bränd mark ..... Pine, burnt ground	$h_t = 0.555 + \frac{0.657}{t} - \frac{0.213}{t^2}$ ..... (3)
Gran, obränd mark ..... Spruce, unburnt ground	$h_t = 0.275 + \frac{1.174}{t} - \frac{0.449}{t^2}$ ..... (4)
Gran, bränd mark ..... Spruce, burnt ground	$h_t = 0.405 + \frac{1.032}{t} - \frac{0.437}{t^2}$ ..... (5)

obränd mark medelvärde av överlevelsekvoten beräknats, dels för alla metoder, som första hösten hade ett plantantal per fläck mindre än 15, dels för alla, som hade ett plantantal över 50. Medelvärdena blevo 0,651 resp. 0,673, som ger  $t = 0,022/0,065 = 0,34$ , vilket för  $\nu = 24$  är alldeles insignifikativt. Emellertid påverkas denna jämförelse i hög grad av materialets fördelning på såddår och säger därför endast, att plantantalets inverkan på överlevelsekvoten är alltför ringa för att kunna göra sig gällande i jämförelse med försöksfelen. I själva verket är det sannolikt, att ett mycket högt plantantal medför en något sänkt överlevelsekvot. På vissa ytor utsåddes nämligen olika antal mått av frö. Därigenom kunna vi beräkna överlevelsekvoten vid olika plantantal på samma yta och under samma tidsperiod. Vi finna följande värden på  $h_5$ .

	1 mått	2 mått	2 mått	4 mått
$h_5 = \dots\dots\dots$	0,53	0,50	0,62	0,60
Antal ytor.....	II		2	

Överlevelsekvoten visar sig således vara något högre vid gles sådd än vid tät. Skillnaden är dock icke så stor, att den ansetts böra beaktas vid framställningen av överlevelsefunktionerna i tab. C. Den allt överskuggande betydelsen av ytbeskaffenhet och väderlek framgår tydligt, om vi jämföra siffrorna 0,50 och 0,62, båda för ett utsäde av 2 mått, men härstammande från olika provytor.

Överlevelsefunktionerna i tab. C närma sig med växande  $t$  en med  $t$ -axeln parallell asymptot. För funktionerna (2), (3), (4) och (5) går denna på ett avstånd från  $t$ -axeln av resp.  $a = 0,509$ ,  $0,555$ ,  $0,275$  och  $0,405$  (jfr tab. C). Överlevelsekvoten kan således till höger om punkten  $t = 1$  icke anta lägre värden än dessa. Medelfelet på  $a$  kan lätt beräknas, och vi kunna därför bedöma

i vad mån de observerade skillnaderna i asymptotläge äro uttryck för verkliga olikheter mellan tall och gran samt obränd och bränd mark. Följande sammanställning upplyser härom.

1. Tall, obränt — Gran, obränt:  $0,234 \pm 0,055$ ,  $t = 4,26^{***}$
2. Tall, bränt — Gran, bränt:  $0,150 \pm 0,083$ ,  $t = 1,80$
3. Tall, bränt — Tall, obränt:  $0,046 \pm 0,073$ ,  $t = 0,63$
4. Gran, bränt — Gran, obränt:  $0,130 \pm 0,069$ ,  $t = 1,89$

Den första av ovanstående jämförelser visar, att tall och gran på obränd mark avgjort skilja sig från varandra på så sätt, att tallen med tiden närmar sig en högre belägen asymptot än granen, d. v. s. av 100 tallplantor första hösten finns det efter en längre tids förlopp flera kvar (50,9 %), än det finns av 100 granplantor (27,5 %). Den reserverade inställning man i allmänhet har i Norrland mot granfrösådd på obrända råhumusmarker framstår härigenom som icke helt ogrundad.

Man frågar sig då, om det är i marken eller i granen, som skillnaden har sitt ursprung. Svaret blir att både bränningen och trädslaget inverkat på asymptotläget. Bränningen höjer detta både för tall och för gran, men som av jämförelsen 2 framgår kvarstår mellan tall och gran på bränd mark likväl en ganska avsevärd skillnad. Den är med  $t = 1,80$  icke fullt signifikativ, men sannolikheten att den skulle vara slumpbetingad är dock ej mer än omkring 0,07. Detta ger åtminstone ett gott stöd åt misstanken, att granen även på bränd mark går mot en lägre asymptot än tallen.

Skillnaden mellan asymptotlägena på bränd och obränd mark är för tallen rätt liten och är insignifikativ, som framgår av jämförelsen 3. För granen däremot är skillnaden större och närmar sig med  $t = 1,89$ ,  $P = 0,06$  signifikansgränsen 0,05. Granen har således ur överlevelseförmågens synpunkt dragit relativt större fördel av bränningen än den mera oömma tallen. Vi komma härigenom till den icke oväntade slutsatsen, att hyggesbränning som förberedelse till sådd relativt sett är viktigare, då sådden avser gran, än då den avser tall.

Redan här kan påpekas, att den grundläggande tab. 7 givetvis kan utnyttjas för att beräkna den sannolika överlevelsekvoten framåt i tiden även i de fall, då den första planträkningen i en sådd skett t. ex. den andra hösten. Man har då att dividera samtliga siffror med  $k_2$ , varefter överlevelsekvoten anger det relativa antalet av de den andra hösten befintliga plantorna, som kvarleva den tredje, fjärde o. s. v. hösten.

### Sammanfattning

Det antal plantor, som efter vissa års förlopp kvarleva av 100 levande ett-årsplantor första hösten, benämnas överlevelseprocenten. Hundradelen därav

kallas *överlevelsekvoten* och betecknas med  $k_t$ , där index  $t$  anger ordningsnumret på den höst, till vilken överlevelsekvoten hänför sig.

Materialiets verkliga plantantal användes vid beräkningen av de observerade överlevelsekvoterna för metoderna rutsådd, strecksådd, rutkantsådd och rispsådd på provytor med minst 5 revisioner. Värdena utjämnades med funktionen (1), kallad överlevelsefunktionen. Resultatet har sammanfattats i tab. C. De här anförda funktionerna gälla samtliga fyra såddmetoder och alla höjdlägen.

På grundval av överlevelsefunktionerna i tab. C ha de sannolika värdena på  $k_t$  beräknats för  $t = 1-5$  samt  $t = 10$  och uppförts i tab. 7.

En närmare undersökning av konstanten  $a$  i (1), vilken anger läget av den asymptot, till vilken överlevelsekvoten med växande  $t$  närmar sig, visade följande.

Tall och gran på obränd mark skilja sig avgjort från varandra. Tallen går mot en väsentligt högre belägen asymptot än granen, d. v. s. granen har en i jämförelse med tallen betydligt sämre överlevelseförmåga. Samma tendens framträder även på bränd mark, men är här ej så utpräglad och uppnår icke fullt signifikansgränsen  $P = 0,05$ .

Skillnaden i asymptotläge på bränd och obränd mark är för tallen obetydlig och insignifikativ, medan den för granen är rätt stor och (med  $P = 0,06$ ) närmar sig signifikansgränsen  $0,05$ . Granen har således ur överlevelseförmågans synpunkt dragit större fördel av bränningen än den mera oömma tallen. Man synes härav kunna dra den slutsatsen, att hyggesbränning som förberedelse till sådd relativt sett är viktigare, då sådden avser gran, än då den avser tall.

## Kap. IV. Plantfördelningen och nollfläckskvoten

Kännedom om plantantalets frekvensfördelning är ur flera synpunkter av betydelse vid bedömningen av såddresultatet. Frekvensfördelningen ger upplysning om proportionen av fläckar med  $0, 1, 2 \dots n$  st. plantor. *Nollfläckskvoten*, d. v. s. relativa antalet nollfläckar, vill man vid sådd i praktiken naturligtvis hålla så låg som möjligt. Å andra sidan vill man också hålla ner antalet fläckar med mycket höga plantantal, emedan riklig förekomst av sådana förutsätter åtgång av mycket frö. Vad som under olika förhållanden kan realiseras av dessa önskemål studeras bäst på frekvensfördelningarna.

Genom O. ENEROTHS (1945) undersökningar är det bekant, att den negativa binomialfördelningen utmärkt väl lämpar sig för att återge plantantalets frekvensfördelning såväl i naturliga föryngringar som i sådder. ENEROTHS funktion, som vi lämpligen kunna kalla den nämnda frekvensfördelningen i de skogliga tillämpningarna, har med gott resultat prövats på naturliga föryng-



ringar av TIRÉN (1950). Dess användbarhet speciellt för beräkning av nollyteprocenter i sådder av olika ålder undersökes närmare nedan.

ENEROTHS funktion har två parametrar, nämligen plantantalets medelvärde  $m$  och störningskvadraten  $\varrho^2$ . Då  $\varrho^2 = \frac{Q^2 - 1}{m}$ , varest  $Q^2 = \frac{s^2}{m}$  och  $s^2 =$  plantantalets varians, kan man i stället för  $\varrho^2$  använda  $Q^2$  som parameter, vilket vid beräkningarna av plantfrekvenserna är bekvämare. Man erhåller frekvensen av 0, 1, 2...  $x$  planter per fläck ur formlerna:

$$\left. \begin{aligned} P_0 &= \left(\frac{1}{Q^2}\right)^{\frac{m}{Q^2-1}} \\ P_1 &= P_0 \left(\frac{m}{Q^2}\right) \\ P_2 &= P_1 \left(\frac{m + (Q^2 - 1)}{2 Q^2}\right) \\ P_x &= P_{x-1} \left(\frac{m + (x-1)(Q^2 - 1)}{x \cdot Q^2}\right) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

Störningen  $\varrho$  är ett mått på fördelningens avvikelse från den rent slumpmässiga frekvensfördelning, som skulle uppstå vid frånvaro av alla störande inflytelser. Den lämpar sig därför utmärkt som medel att undersöka dessas förekomst och styrka. För närmare kännedom om underlagen till ENEROTHS funktion hänvisas till ENEROTH (1945) och TIRÉN (1950) samt matematisk-statistiska handböcker.

För att få någon föreställning om betydelsen och verkningssättet hos  $\varrho^2$  betrakta vi uttrycket för  $P_0$  i (6). Det kan omformas till  $P_0 = 1 / (m \varrho^2 + 1)^{\frac{1}{\varrho^2}}$ . Om vi nu anta att  $m = 1$  och räkna ut  $P_0$  och t.ex.  $P_5$  för störningskvadraterna  $\varrho^2 = 0, 1$  och  $2$ , finna vi följande serie uppgifter:

$$\begin{aligned} \varrho^2 = 0; & P_0 = 0,368; P_5 = 0,003 \\ \varrho^2 = 1; & P_0 = 0,500; P_5 = 0,016 \\ \varrho^2 = 2; & P_0 = 0,577; P_5 = 0,041 \end{aligned}$$

Härav framgår att nollfläckskvoten ökar med ökande störning. Samtidigt ökar emellertid även frekvensen fläckar med 5 planter. Detta antyder, att hela frekvensfördelningen så att säga tänjts ut på längden, ehuru likväl så att medeltalet  $m$  förblir oförändrat. Detta åvågbringas på så sätt, att frekvenserna i närheten av  $m$  minska och fördelas ut på flyglarna. Ju mindre störningen är, desto mera ansamlas sig alltså fläckarna kring medeltalet, ehuru dock endast intill en viss gräns. Ju större den är, desto talrikare äro fläckar

med låga plantantal och fläckar med mycket höga plantantal. Sådder med stark störning äro följaktligen ojämnare än sådana med låg störning.

Markens och de enskilda fläckarnas varierande egenskaper, avgångens olikformighet o. s. v. verkar därhän, att såddernas störning alltid är positiv. Vi skola i följande avsnitt närmare undersöka dess storlek.

### *Störningskvadraten enligt materialet*

På grundval av observationsmaterialets verkliga plantantal i såddfläckarna beräknades observerade värden på  $q^2$  för rut- och strecksådd vid alla revisioner. Inspektion av uppgifterna antydde, att tall och gran, obränd och bränd mark ävensom fuktiga, obrända marker alla visade större eller mindre skillnader i störningskvadrat. Därutöver kunde omedelbart iakttagas, att störningskvadraten avtog med stigande medelplantantal.

För att nyttiggöra dessa iakttagelser utjämnades störningskvadraterna enligt minsta-kvadratmetoden med en funktion av formen

$$q^2 = \frac{a}{b + m} \dots\dots\dots (7)$$

varest som förut  $m$  betyder medelplantantalet per såddfläck. Utjämnningen resulterade i följande ekvationer för beräkning av  $q^2$ , då man känner  $m$ .

**Tab. D. Funktioner för beräkning av  $q^2$**   
Functions for calculating  $q^2$

Tall, obränd frisk mark ..... Pine, unburnt healthy ground	$q^2 = \frac{8,125}{1,653 + m} \dots\dots\dots (8)$
Tall, bränd frisk mark ..... Pine, burnt healthy ground	$q^2 = \frac{5,788}{4,694 + m} \dots\dots\dots (9)$
Gran, obränd frisk mark ..... Spruce, unburnt healthy ground	$q^2 = \frac{3,863}{0,498 + m} \dots\dots\dots (10)$
Gran, bränd frisk mark ..... Spruce, burnt healthy ground	$q^2 = \frac{3,942}{1,672 + m} \dots\dots\dots (11)$
Gran, obränd fuktig mark..... Spruce, unburnt moist ground	$q^2 = \frac{4,755}{-0,472 + m} \dots\dots\dots (12)$

Medan funktionerna (8)—(11) kunna användas även för värden på  $m$  mellan 0 och 1, är detta icke fallet med (12) på grund av minustecknet framför konstanten  $b$ . I intervallet 0—0,99 bör här störningskvadratens medelvärde 9,1663 användas.

Bilder av funktionernas gång genom materialets observerade värden visas i fig. 4—8. I tab. 8 ha vidare störningskvadraterna beräknats med hjälp av ovanstående funktioner för  $m = 1$  till 30.

Av största betydelse för tillämpningarna är det faktum, att funktionerna i tab. D kunna användas för sådder i alla åldrar åtminstone fr. o. m. 1 t. o. m. 5 år. Bäst torde detta visas genom att för olika  $m$ -grupper beräkna varje särskild revisions störningskvadrater. Av fig. 9 och 10, vilka meddelas som exempel, kan man se, att störningskvadraterna för olika revisioner blanda sig regellöst om varandra.

### Sammanfattning

Den negativa binomialfördelningen har av ENEROTH (1945) befunnits väl återge plantantalets frekvensfördelning i naturliga föryngringar och sådder. Formlerna (6) möjliggöra beräkning av frekvensen såddfläckar med 0, 1, 2, 3 o. s. v. plantor. Därvid fordras kännedom om medeltalet  $m$  och störningskvadraten  $q^2$ .

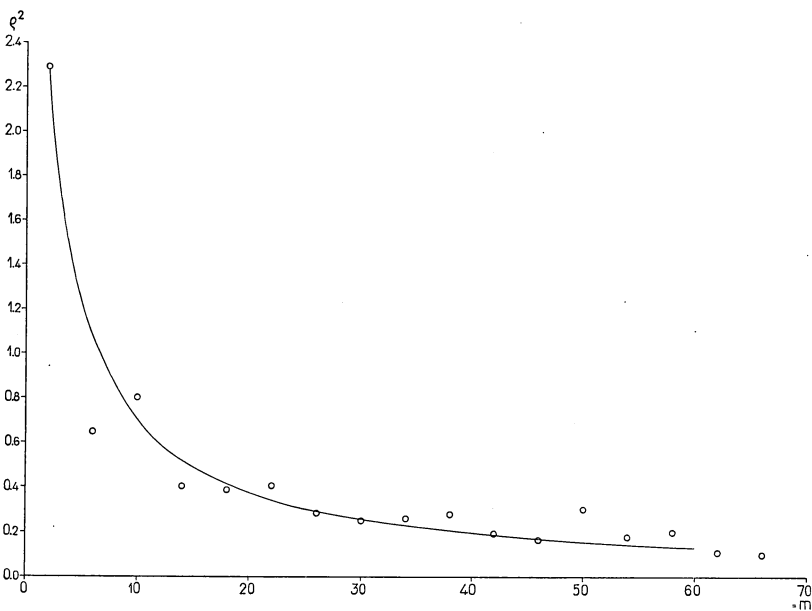


Fig. 4. Sambandet mellan störningskvadraten  $q^2$  och plantantalet per fläck. Tall, obränd frisk mark.

Correlation between the square of perturbation  $q^2$  and the average number of plants per seed patch. Pine, unburnt healthy ground.

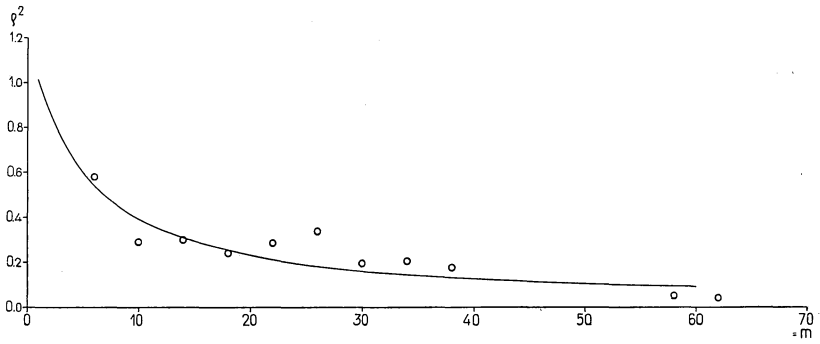


Fig. 5. Text jfr fig. 4. *Tall, bränd frisk mark.*  
 Legend of fig. 4. *Pine, burnt healthy ground.*

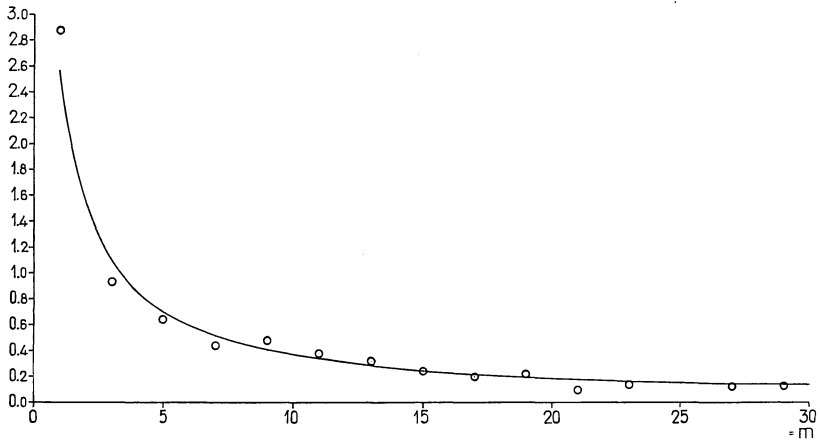


Fig. 6. Text jfr fig. 4. *Gran, obränd frisk mark.*  
 Legend of fig. 4. *Spruce, unburnt healthy ground.*

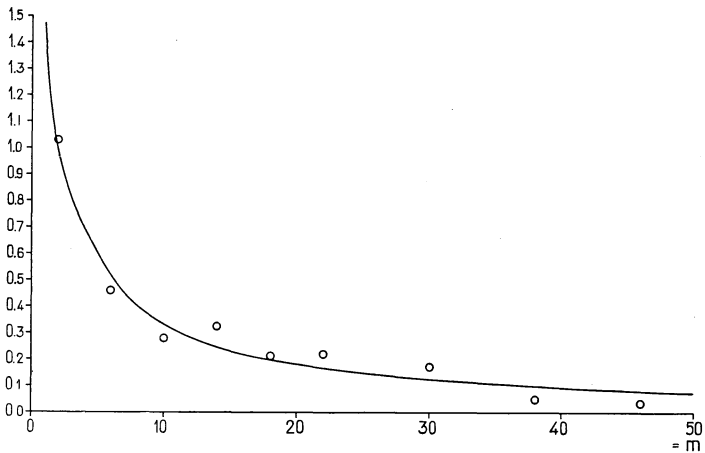


Fig. 7. Text jfr fig. 4. *Gran, bränd frisk mark.*  
 Legend of fig. 4. *Spruce, burnt healthy ground.*

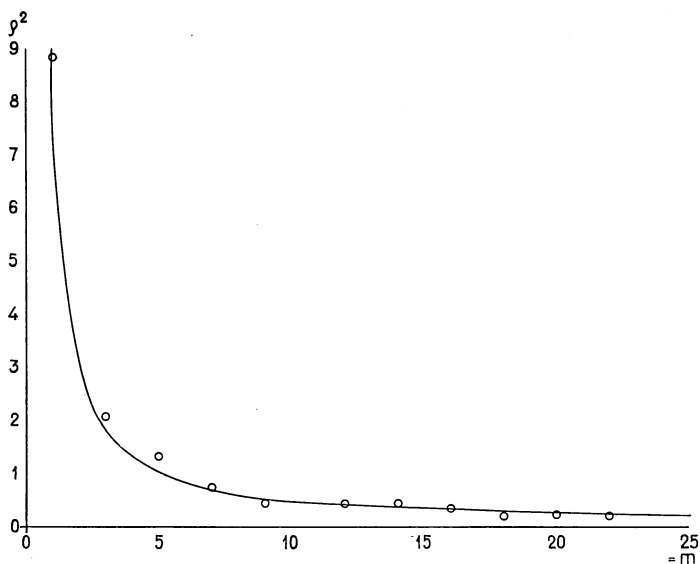


Fig. 8. Text jfr fig. 4. *Gran, obränd, fuktig mark.*  
 Legend of fig. 4. *Spruce, unburnt moist ground.*

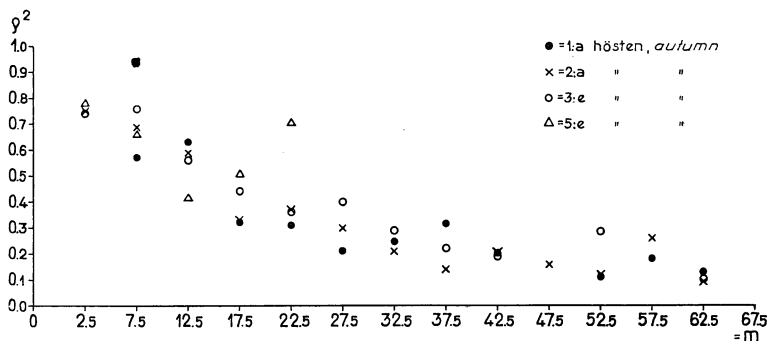


Fig. 9.  $q^2$  uppdelat på olika revisioner. *Tall, obränd mark.*  
 $q^2$  at different inspections. *Pine, unburnt ground.*

För beräkning av störningskvadraten ha funktionerna i tab. D framställt. De grunda sig på det förefintliga materialet av rut- och strecksådder. Funktionerna ha uträknats för olika  $m$ -värden och uppförts i tab. 8.

En jämförelse mellan siffrorna i tab. 8 torde ge anledning till följande allmänna slutsatser.

Störningskvadraten för tall på obränd, frisk mark är större än för gran på samma mark inom hela området  $m = 1$  till  $m = 30$ . På bränd, frisk mark är störningskvadraten större för tall än för gran inom området  $m = 5$  till  $m = 30$ .

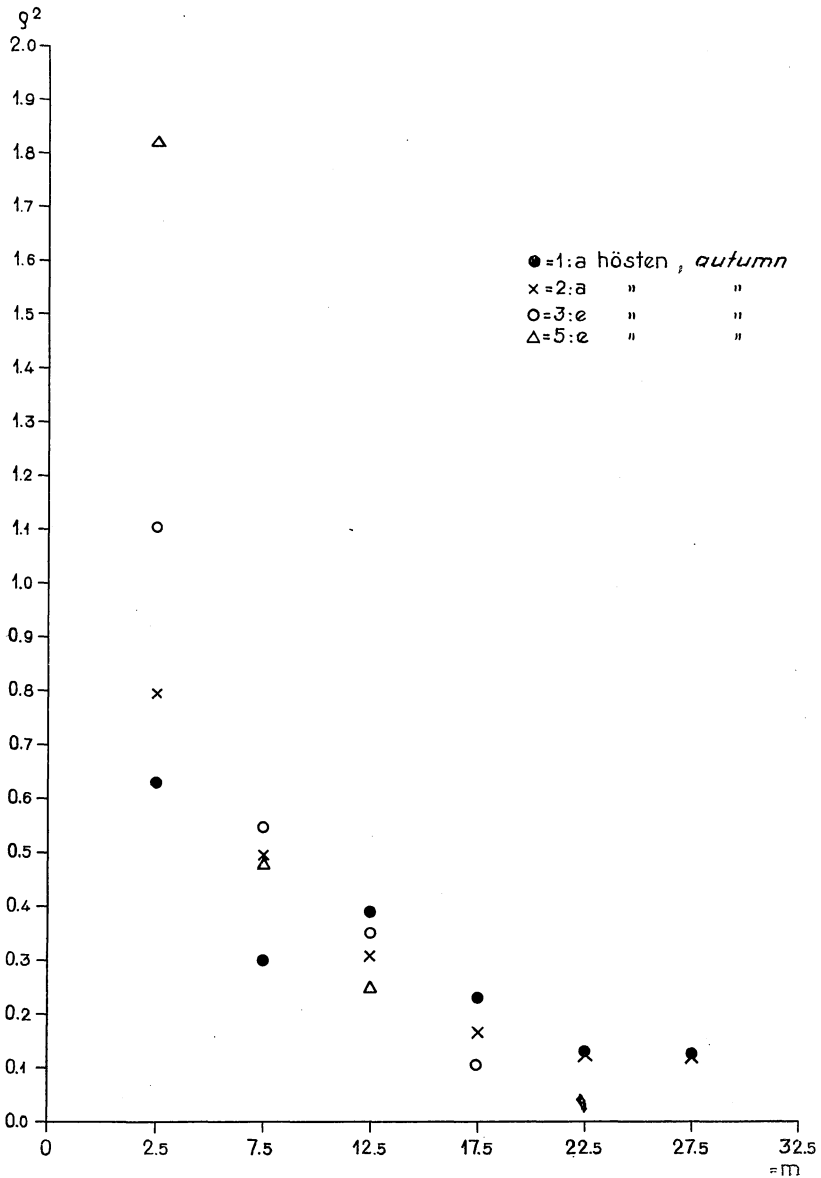


Fig. 10. Text jfr fig. 9. *Gran, obränd mark.*  
 Legend of fig. 9. *Spruce, unburnt ground.*

Under  $m = 5$  är  $q^2$  däremot större för gran än för tall. I allmänhet torde man sålunda böra räkna med att störningen framträder starkare hos tall än hos gran.

Störningskvadraten på obränd, frisk mark är större än på bränd, frisk mark både för tall och för gran och inom hela området  $m = 1$  till  $m = 30$ . Hyggesbränning minskar således de störande inflytelserna hos båda trädslagen och bidrar till ett jämnare såddresultat.

På de fuktiga, obrända marktyperna är för gran störningskvadraten ovanligt hög inom området  $m = 1$  till  $m = 3$ , och är även inom den övriga delen av området intill  $m = 30$  större än för gran på obränd, frisk mark. Hög markfuktighet bidrar sålunda till ojämna såddresultat.

### Nollfläckskvoten

Med hjälp av ENEROTHs funktion (6) kan i allmänhet en enskild sådds nollfläckskvot rätt väl beräknas, då man känner medelantalet plantor per fläck och variansen. Särskilt är detta fallet första hösten innan plantavgången ännu hunnit göra sig nämnvärt märkbar. Graden av överensstämmelse mellan observerade och beräknade nollfläcksprocenter framgår av fig. 11. En svag tendens till underskattning av nollfläcksprocenten framträder här, särskilt inom området omkring 10—60 %. Den uppgår till knappt 2 procentenheter och torde icke spela någon större roll för de här avsedda tillämpningarna.

Avvikelsen, vars förekomst i några år gamla sådder observerats även av ENEROTH, är emellertid av ett visst intresse ur en annan synpunkt än den ovan avhandlade. Eftersom avvikelsen är mindre märkbar eller saknas vid första revisionen, är det mycket sannolikt att den tillkommer på grund av plantavgången under de följande åren. Denna kan naturligtvis tänkas förstås på ett sådant sätt, att avvikelser från ENEROTHs funktion uppkomma. Vi skola ägna ett ögonblicks uppmärksamhet åt denna fråga, dock utan att gå in på tidskrävande utredningar.

I detta sammanhang ha vi särskilt stort intresse av att utröna, på vad vis nollfläckarna tillkomma. Man kan tänka sig att den processen utspelas på många olika sätt. Vi skola undersöka konsekvenserna av två renodlade fall. För det första fallet uppställa vi följande hypotes. Sannolikheten för att under viss tid en *planta* försvinner ur en fläck vilken som helst är konstant och lika med  $p$ . Denna sannolikhet kan uppskattas och är lika med förhållandet mellan antalet på en viss tid avgångna plantor och hela antalet vid första revisionen befintliga plantor. Ur tab. 7 finna vi t. ex. för tall på obränd mark  $p = 0,319$  och för gran på obränd mark  $p = 0,508$ . I båda fallen avses perioden 1—5 hösten. Om nu varje plantas försvinnande är en av alla andra plantor helt oberoende händelse, så kan en nollfläck uppkomma av en fläck, som vid 1 revisionen hade t. ex. 2 plantor, endast genom det samtidiga inträffandet av två av varandra oberoende händelser, vardera med sannolikheten  $p$ . Sannolikheten härför är  $p^2$ . Sannolikheten att en fläck, som vid 1. revisionen hade 10

plantor, under loppet av de fyra åren från 1 till 5 revisionen förvandlas till en nollfläck är enligt samma multiplikationssats  $p^{10}$ . Detta värde blir för tall på obränd mark  $\approx 0,00001$  och för gran på obränd mark  $\approx 0,001$ . Båda dessa sannolikheter äro så låga, att man knappast kan räkna med att bland 150 fläckar finna en enda tio-plantsfläck, som vid 5 revisionen blivit en nollfläck.

I själva verket inträffar emellertid detta mycket ofta. Vi kunna undersöka

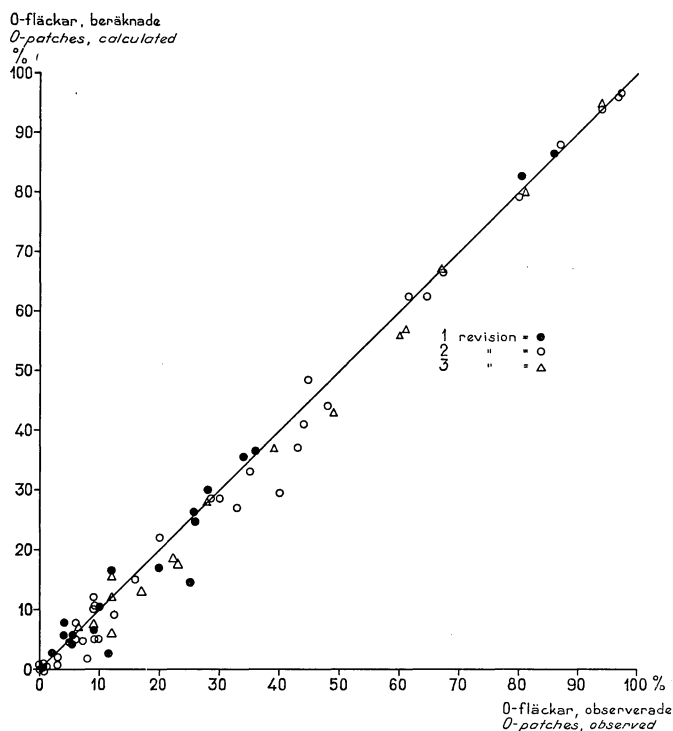


Fig. 11. Observerade och beräknade nollfläckar.  
Observed and calculated zero-patches.

hur många plantor som första hösten funnos i de fläckar, som femte hösten voro nollfläckar. Därvid undantas de fläckar, som redan första hösten voro tomma. Vi finna nu, att både hos tall och gran fläckar med mycket mer än 10 plantor första hösten blivit nollfläckar under loppet av fyra år. T. o. m. fläckar med mer än 30 plantor ha ödelagts. Detta stämmer ej med den uppställda hypotesen, som fordrar, att dylika händelser skola vara ytterst sällsynta och att nollfläckarna så gott som enbart skola uppkomma av fläckar, vilka första hösten endast innehöllo ett litet antal plantor.

Vi få sålunda anledning att undersöka det andra fallet. Därvid uppställa vi



följande hypotes. Sannolikheten att en såddfläck, som första hösten innehåller en eller flera plantor, mellan 1 och 5 hösten förvandlas till en nollfläck är konstant och lika med  $p$ . Femte höstens nollfläckar (bortsett från dem som voro tomma redan första hösten) böra nu vara ett representativt stickprov av första höstens plantförande fläckar och böra första hösten ha samma medeltal som dessa. Undersökningen av en del av ytmaterialet visar, att denna hypotes passar avsevärt bättre än den föregående. Medan enligt

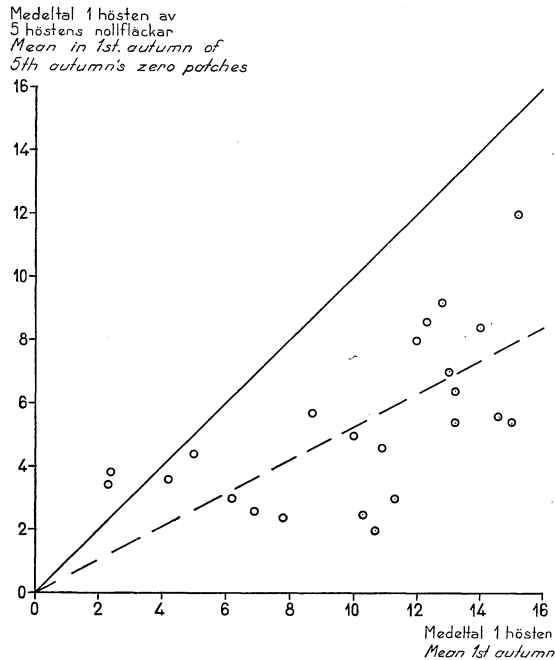


Fig. 12. Sambandet mellan plantantalet per fläck 1 hösten och plantantalet samma höst i de fläckar, som 5 hösten voro tomma.

Correlation between number of seedlings per patch in the first autumn and number of seedlings (in the same autumn) in patches which were empty at fifth autumn.

den första hypotesen avgången måste koncentreras till fläckar med så låga plantantal, att deras medeltal knappast kan uppnå 3, visar materialet, som framgår av fig. 12, att detta medeltal i verkligheten kan vara ganska högt. Närmare bestämt är det enligt den streckade linjen i fig. 12 lika med ungefär 53 % av första revisionens medelplantantal, oberäknat nollfläckarna. Den andra hypotesen återger således inte heller verkligheten alldeles riktigt, ty i så fall borde nyssnämnda siffra ha varit 100 %. Snarast synes det vara fråga om en blandning av båda hypoteserna, i det att totalavgång kan drabba praktiskt taget vilken fläck som helst, men dock med en viss förkärlek in-

träffar för fläckar med ett plantantal mellan 1 och fördelningens medeltal, nollfläckarna oberäknade.

Man torde av den föregående framställningen kunna dra en slutsats av ett visst praktiskt intresse. Det synes i allmänhet förhålla sig så, att vissa såddfläckar äro mer eller mindre förutbestämda att efter en viss tid fördärvas och övergå till nollfläckar. Sannolikt är det därvid i främsta rummet fråga om fläckar, som blivit illa gjorda, vare sig detta beror på slarv eller okunnighet eller på en illa vald placering av fläckarna. En i allmänhet svårarbetad mark bidrar därutöver till hög avgång även bland från början planrika fläckar. Det står med andra ord en hel del att vinna på omtanke vid fläckarnas placering och omsorg vid deras upphackning.

Innan vi lämna denna fråga vilja vi framhålla, att plantavgångens koncentration till i huvudsak området under plantfördelningens medeltal första hösten förklarar den i fig. 11 uppmärksammade avvikelser mellan observerade och beräknade nollfläckskvoter. Därigenom uppstår nämligen en ökning av nollfläckskvoten, som ej kan kompenseras av det samtidigt minskade medeltalet och den ökade störningen. Några enkla räkneexempel ge lätt besked härom. Vi förbigå emellertid dessa och fortsätta med en teoretisk beräkning av de i sådder av olika beskaffenhet och ålder uppkommande nollfläckskvoterna.

Med utgångspunkt från formeln för nollfläckskvoten i ENEROTH'S plantfördelning, nämligen

$$P_0 = (m \varrho^2 + 1)^{-\frac{1}{e^2}} \dots\dots\dots (13)$$

samt de fyra ekvationerna i tab. D (8—11) för störningskvadraten kunna vi beräkna nollfläckskvoten i sådder, vars medelplantantal per fläck är  $m = 1, 2, 3$  o. s. v. vid första revisionen, d. v. s. första hösten efter sådden. Ur ekvationerna i tab. C (2—5) kan vidare för vart och ett av dessa plantantal första hösten beräknas hur stort medelplantantalet sannolikt är efter vissa års förlopp, t. ex. femte hösten och tionde hösten, det sistnämnda dock uttryckligen endast under förutsättning att vi godtaga den betydande extrapoleringen av överlevelsefunktionen från 5 till 10 år. På de sålunda beräknade antalen kvarvarande plantor kunna ånyo ekvationerna i tab. D tillämpas, varigenom störningskvadraterna bli kända. Slutligen erhålles genom tillämpning av (13) även nollfläcksprocenterna.

På detta sätt har tab. 9 beräknats. Vi finna här, med ingång för första höstens medelplantantal  $m = 1, 2, 3$ , o. s. v., nollfläcksprocenten första hösten, femte hösten och tionde hösten för vardera tall och gran på obränd och bränd frisk mark. Siffrorna avse rütsådd och strecksådd. Som tidigare anmärkts äro femte och tionde höstens nollfläcksprocenter något underskattade (jfr

fig. 11). Man bör vidare vara medveten om, att nollfläcksprocenterna i tab. 10 ha avseende på sådder med den enligt funktionerna i tab. D beräknade medelstörningen. Då variationen kring denna i själva verket är rätt stor, finns det för ett och samma  $m$ -värde sådder med både större och mindre nollfläcksprocent än de i tabellen angivna medeltalen. Störningskvadratens variation kring den utjämnande kurvan medför även, speciellt för låga nollfläcksprocenter, en mindre underskattning. Tab. 9 ger således av olika skäl något lägre nollfläcksprocenter än man torde komma att finna som medeltal för ett större antal sådder med givet medelantal plantor per fläck. Felet överstiger knappast någonstädes 2 procentenheter och är ofta mindre.

Tab. 9 kan för överslagsberäkningar användas även i de fall, då man endast känner medelantalet plantor t. ex. andra hösten. Genom att dividera detta antal med  $k_2$  i tab. 7 omföres andra höstens plantantal till det genomsnittligt sett motsvarande plantantalet första hösten, varefter tab. 9 kan användas.

### Sammanfattning

Nollfläckskvoten i en sådd kan i allmänhet med god approximation beräknas ur (6) eller (13), då man känner medeltalet  $m$  och variansen  $s^2$  (jfr fig. 11). En svag tendens till underskattning av nollfläckskvoten synes dock förekomma särskilt vid andra och senare revisioner. Frågan om denna avvikelsets uppkomst diskuteras och påvisas sammanhånga med sättet för plantornas avgång, vilken är koncentrerad huvudsakligen till området under plantfördelningens medeltal.

Med hjälp av (13) samt funktionerna i tab. C och D ha nollfläcksprocenterna beräknats för första, femte och tionde hösten efter sådden och uppförts i tab. 9. Tabellen är uppställd med ingång för första höstens medelantal plantor per fläck. För överslagsberäkningar kan tabellen användas även i de fall, då man endast känner plantantalet per fläck t. ex. andra hösten. Detta antal omföres då till det genomsnittligt motsvarande plantantalet första hösten genom division med  $k^2$  i tab. 8.

Av tab. 9 kunna följande allmänna slutsatser dragas rörande den sannolika nollfläcksprocenten efter 10 vegetationsperioder.

Tall visar för samma medelplantantal första hösten lägre nollfläcksprocent än gran både på obränd och bränd frisk mark inom hela området  $m = t.$  o. m.  $m = 20.$

Nollfläcksprocenten på obränd mark är vid samma  $m$ -värde större än på bränd mark både för tall och gran och inom hela området  $m = 1 t.$  o. m.  $m = 20.$

Av tabellen framgår vidare att ordningsföljden mellan trädslagen och markbehandlingarna delvis är en annan första hösten än tionde hösten. Sålunda har t. ex. tall på obränd mark första hösten större nollfläcksprocenter än gran

inom hela området  $m = 1$  till  $m = 20$  i motsats till vad fallet är den tionde hösten. Samma förhållande råder även på bränd mark fr. o. m.  $m = 5$  och uppåt.

### *Om nollfläckskvoten vid olika förband*

I framställningen hitintills ha vi med ett undantag behandlat sådana på provytorna faktiskt observerade förhållanden, som äro oberoende av förbandet. Detta gäller t. ex. plantprocenten, överlevelsekvoten och störningen. Nollfläcksprocenten är naturligtvis även den oberoende av förbandet i den meningen, att en viss beräknad nollfläcksprocent är lika tillämplig på det ena som på det andra förbandet. Vare sig vi ha 1 000 eller 5 000 fläckar per ha betyder 10 % nollfläckar att 10 % av fläckarna äro tomma och att plantor saknas på 10 % av de små områden, som representeras av varje enskild fläck. Men om en enstaka fläck är tom betyder detta, att 10 m<sup>2</sup> ligga outnyttjade, då fläckantalet är 1 000 per ha, mot endast 2 m<sup>2</sup>, då fläckantalet är 5 000 per ha. Detta gör ur skoglig synpunkt en avsevärd skillnad. I det senare fallet måste 5 intill varandra belägna fläckar vara tomma för att en kalyta av 10 m<sup>2</sup> skall bildas. Dylika sammanträffanden av många nollfläckar äro emellertid mer eller mindre sällsynta. Det är därför tydligt att man i täta förband kan tolerera en större nollfläcksprocent än i glesa förband.

Varje uppfattning om den tillåtliga nollfläcksprocenten, som man kan ha bildat sig på provytorna, gäller endast för det på dem använda förbandet, nämligen 1,5 m. I praktiken varierar emellertid förbandet allt efter omständigheterna inom vida gränser. För att kunna diskutera sådder av olika täthet tvingas vi följaktligen att söka bilda oss en mening om hur förbandet eller fläckantalet per ha bör påverka vår uppfattning om den tillåtliga nollfläcksprocenten. Detta problem är ytterst en fråga om de olika beståndens framtida värdeproduktion. Från den sidan kan problemet emellertid icke nu angripas. I stället skola vi söka få någon vägledning för frågans bedömande från sättet för nollfläckarnas uppträdande.

Vi utgå därvid från den väl rätt rimliga utgångspunkten, att nollfläckarna göra minsta skadan, när de äro spridda en och en och mesta skadan, då de förekomma i större sammanhängande grupper. Låt oss anta att en sådd i 3,16 m:s förband (1 000 fläckar per ha) är tillräckligt gles för att låta  $P_0 = 0,05$  framstå som högsta tillåtna nollfläckskvot även om nollfläckarna förekomma spridda. Varje nollfläck representerar då ett kalt område av 10 m<sup>2</sup>. Om fläckantalet är 2 000 representerar varje fläck 5 m<sup>2</sup>. Sannolikheten att en sammanhängande yta av 10 m<sup>2</sup> kommer att innehålla 2 tomfläckar är nu  $= P_0^2$ , om tomfläckarna förekomma slumpvis fördelade över arealen.

Nu inträffar emellertid icke detta, ty det råder en viss korrelation mellan förekomsten av en nollfläck på en viss punkt och förekomsten av nollfläckar

i den närmaste omgivningen. På några ytor har korrelationskoefficienten beräknats och givit medelvärdet  $r = 0,26$ , vilket har avseende på ett avstånd mellan fläckarna av 1,5 m. Samma värde kan med god approximation användas även för något längre avstånd. Värdet  $r = 0,26$  är emellertid i och för sig osäkert bestämt.

Förf. stannar i stor tacksamhetsskuld till fil. lic. BERTIL MATÉRN för följande tre formler, vilka göra det möjligt att approximativt beräkna nollfläcksprocenten med hänsyntagande till den funna korrelationskoefficienten. Vi antaga här, att sannolikheten för ett sammanträffande av 2, 3 resp. 4

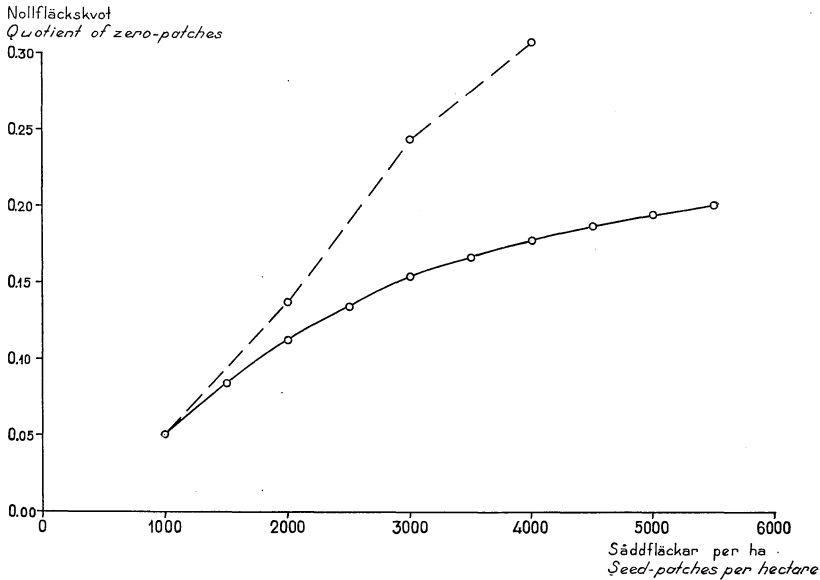


Fig. 13. Tillåtlig nollfläckskvot.  
Admissible relative number of zero-patches.

nollfläckar bör vara konstant = 0,05 och ha då att lösa  $P_0$  ur de tre ekvationerna.

$$P_0^2 \left[ 1 + \frac{(1 - P_0) \cdot r}{P_0} \right] = 0,05 \dots\dots (14)$$

$$P_0^3 \left[ 1 + \frac{3(1 - P_0) \cdot r}{P_0} \right] = 0,05 \dots\dots (15)$$

$$P_0^4 \left[ 1 + 6 \frac{(1 - P_0) \cdot r}{P_0} + \frac{3(1 - P_0)^2 \cdot r^2}{P_0^2} \right] = 0,05 \dots\dots (16)$$

Lösningen av ekvationerna ger de värden på nollfläckskvoten, som i fig. 13 sammanbundits med en bruten linje. De motsvara den konstanta sannolik-

heten 0,05 att 2, 3 resp. 4 intill varandra gränsande såddfläckar alla äro nollfläckar.

Dylika sammanträffanden äro emellertid, trots den befintliga korrelationen, relativt sällsynta, vilket yttrar sig så, att ganska höga nollfläcksprocenter borde kunna tolereras, särskilt då fläckantalet per ha är någorlunda stort. Man torde härav föranledas att överväga, om icke ett antal nollfläckar kunna anses bilda en skadlig lucka i förbandet, även om de icke omedelbart sammanträffa. Så är säkerligen fallet, men det förblir en omdömessak att avgöra vilka konfigurationer av nollfläckar, som böra räknas som skadliga, och vilka som kunna utelämnas. Frågan är lätt avgjord för kombinationer av 2 och 3 nollfläckar, emedan då alla tänkbara sammanställningar säkerligen böra medräknas under det villkoret, att nollfläckarna skola bilda sidor eller diagonaler i det kvadratiske förbandet eller en sida och en diagonal. För 4 och 5 nollfläckar kan samma villkor upprätthållas, ehuru man nu får ta flera intill varandra liggande parallella eller sammanstötande sidor, men fortfarande endast en diagonal, i betraktande. Förf. har på grund av dylika beräkningar funnit följande antal möjliga sammanträffanden av olika nollfläckar, vilka fylla de nämnda villkoren.

Antal nollfläckar	Antal fall
1	1
2	4
3	14
4	51
5	ca 176

De nollfläckskvoter, som med den konstanta sannolikheten 0,05 ge upphov till de ifrågavarande konfigurationerna, beräknas lätt ur formlerna:  $P_0 = 0,05$ ,  $4P_0^2 = 0,05$ ,  $14P_0^3 = 0,05$  o. s. v. De så funna värdena bilda den i fig. 13 dragna kroklinjiga kurvan och återfinnas såsom »tillåtlige nollfläcksprocenter» även i tab. 10. Vi anmärka här, att den nedpressande inverkan på  $P_0$ , som i förra fallet åstadkoms genom hänsynstagande till korrelationen, i detta fall uppstår genom att nollfläckarna tillåtas förekomma i allehanda olika konfigurationer.

Det för tab. 10 grundläggande sannolikhetstalet 0,05 för  $N = 1000$  har valts därför, att nollfläckskurvan därigenom synes komma att ligga på en godtagbar nivå. Denna måste accepteras genom överenskommelse. Vi kunna t. ex. välja att ena oss om en tillåtlige nollfläcksprocent av omkring 15 vid ett fläckantal av 3000 per ha eller ungefär 1,8 m:s förband, vilket motsvarar nivån i tab. 10. Sedan så skett måste vi emellertid godkänna även de övriga värdena i tabellen.

Det är å andra sidan klart, att den i tab. 10 angivna nollfläcksnivån endast är en bland många andra, som kunde väljas med lika goda skäl. För att

möjliggöra ett annat val av nivå meddelas här de för ändamålet erforderliga formlerna. Vi beteckna den grundläggande sannolikheten för en nollfläck vid 1 000 fläckar per ha med  $V$ . Vid beräkningen av tab. 11 var  $V = 0,05$ . Man har nu följande ekvationer för beräkning av  $P_0$ .

$$\begin{aligned} N = 1\ 000 & & P_0 &= V \\ & = 2\ 000 & 4 P_0^2 &= V \\ & = 3\ 000 & 14 P_0^3 &= V \\ & = 4\ 000 & 51 P_0^4 &= V \\ & = 5\ 000 \sim 176 & P_0^5 &= V \end{aligned}$$

Som exempel på inverkan av en ändring av  $V$  meddelas följande värden:

$N$	$V = 0,025$	$V = 0,050$	$V = 0,075$
1 000	$P_0 = 0,025$	$P_0 = 0,050$	$P_0 = 0,075$
2 000	$= 0,079$	$= 0,112$	$= 0,137$
4 000	$= 0,149$	$= 0,178$	$= 0,196$

Vid den fortsatta diskussionen i denna uppsats räkna vi emellertid med den i tab. 10 angivna nollfläcksnivån och vi komma i allmänhet att utgå från förutsättningen, att den ej får överskridas den tionde hösten.

### Sammanfattning

För att kunna utnyttja de i tab. 9 angivna nollfläcksprocenterna även för andra förband än 1,5 m, vilket använts på provytorna, erfordras bestämda uppgifter om vilka nollfläcksprocenter, som vid olika förband kunna anses tillhöra en och samma anspråksnivå. I praktiken är det företrädesvis den högsta tillåtliga nollfläcksnivån som tilldrar sig intresse.

Genom en teoretisk utredning rörande sannolikheten för ett sammanträffande i olika konfigurationer av flera nollfläckar, tillsammans representerande en areal av 10 m<sup>2</sup>, ha samband funnits mellan nollfläckskvoten och förbandet vid samma anspråksnivå, definierad genom det grundläggande sannolikhetstalet  $V$ . Av dessa samband har ett utvalts, vilket anger vad som i denna uppsats benämnes högsta tillåtliga nollfläcksprocent. Denna nivå kännetecknas därigenom, att den vid 1 000 fläckar per ha medger en nollfläckskvot av  $V = 0,05$  (tab. 10).

Anvisningar lämnas vidare rörande sättet att beräkna andra nivåer än den här valda och exempel visas på dylika beräkningars resultat i ett par särskilda fall.

## Kap. V. Om frökorrektionen

De förut i text och tabeller meddelade uppgifterna om plantprocent, störning, nollfläcksprocent, överlevelsekvot m. m. äro medelvärden, kring vilka de i fält gjorda observationerna fördela sig med än positiva, än negativa avvikelser. Den sålunda förekommande spridningen har delvis karaktären av en oundviklig tillfällig variation. Delvis förorsakas spridningen emellertid även av ojämn mark och ojämn frökvalitet m. m. samt icke minst av den varierande årsväderleken. Denna har till följd, att negativa avvikelser hopa sig på vissa år och positiva på andra. I tab. A ha vi tidigare sett ett exempel på detta årsmånens systematiska inflytande. Dessutom ha vi anledning mistänka, att en del samspel förekomma, t. ex. mellan årsmån och höjdläge, varigenom avvikelserna kunna bli olikformigt fördelade även på höjdlägena. Om medeltalsberäkningar och kurvutjämnningar kunnat ske utan systematiska fel, borde positiva och negativa differenser vara lika vanliga. Detta betyder ur praktisk synpunkt med andra ord följande.

Låt oss anta att vi ämna utföra en sådd i något visst förband och önska besked om vilken utsädesmängd, som erfordras för att sådden efter 10 år skall kunna godkännas. Tab. 10 upplyser om den högsta nollfläcksprocent, som vid detta tillfälle får finnas. I tab. 9, kolumnen för tionde hösten, kunna vi nu uppsöka denna högsta nollfläcksprocent och därifrån gå horisontalt ut till *m*-kolumnen, som ger oss det erforderliga plantantalet första hösten. Med kännedom om plantprocenten, tab. 5, beräknas nu lätt det nödvändiga utsädet av grobara frön per fläck. Denna utsädesmängd ger i medeltal det önskade resultatet. Men som vi nyss påpekat måste man räkna med att ungefär hälften av alla sådder, som utföras enligt dessa regler, i det långa loppet ej kommer att uppnå den stadgade nivån, medan den andra hälften kommer att överskrida densamma.

Detta är emellertid knappast en tillfredsställande ordning. Det förefaller åtminstone vid första påseendet klart, att det på ovannämnda sätt beräknade utsädet måste ökas, så att procenttalet underkända sådder nedgår till avsevärt mindre belopp än 50. Den erforderliga ökningen skola vi i detta kapitel söka framställa såsom en korrektionsfaktor, med vilken det på ovan skisserade sätt erhållna medelutsädet bör multipliceras, för att ge det utsäde, som i praktiken bör användas. Den åsyftade korrektionsfaktorn kalla vi *frökorrektionen* och beteckna den med *F*. Genom denna åvägbringas således den ökning av utsädet, som erfordras för att motverka inflytandet av växlande årsmån, ojämn frökvalitet och ojämn mark, obeaktade samspel samt även rent tillfällig variation. Härigenom minskas naturligtvis det relativa antalet misslyckade sådder. Å andra sidan komma flertalet sådder i stället att



bliva onödigt planrika. Detta är emellertid en konsekvens av den för såderna typiska ENEROTHS-fördelningen. Den kan endast ofullständigt undvikas genom användning av speciella såddmetoder, vilka uppvisa lägre störning än den vanliga rut- och strecksådden.

### Beräkning av frökorrektionen

Vid den följande utredningen har endast metoden rutsådd utnyttjats. Därigenom undvikas en del komplikationer, som möjligen kunde bli följden av olikformighet i fråga om såddmetodiken och dess representation under olika år och i olika höjdlägen m. m.

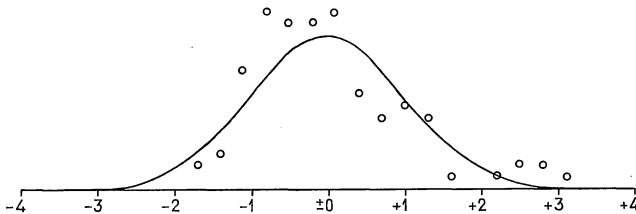


Fig. 14. Avvikelser mellan observerade och beräknade plantantal vid grundutsäde.  
Deviations between observed and calculated number of plants for the basic seed quantity.

De erforderliga beräkningarna utföras på följande i korthet angivna sätt. För rutsådd tall och gran på obränd och bränd mark, alltså 4 olika grupper, samlas alla uppgifter om medeltal plantor per fläck första hösten av 50 grobara frön. Dessa uppgifter uppföras under sina resp. anläggningsår och fördelas ytterligare på två höjdlägen, nämligen 200—399 m ö. h. och 400— m ö. h.

Därefter skola vi beräkna det utsäde, som erfordras för att i medeltal uppnå tillfredsställande resultat. Vi välja för detta ändamål först bestämda såddförband, nämligen 1,7 m för marken under 400 m ö. h. och 1,9 m för marker ovan 400 m med avseende på tall och 1,9 m resp. 2,1 m med avseende på gran, allt i huvudsaklig överensstämmelse med Skogsstyrelsens förslag till anvisningar rörande tillämpningen av skogsvårdslagen (1949). I tab. 10 finna vi nu den högsta tillåtna nollfläcksprocenten vid 10 år för dessa förband och trädslag. I tab. 9 uppsökes nollfläcksprocenten i kolumnen för 10:de hösten och det erforderliga plantantalet första hösten avläses i  $m$ -kolumnen längst till vänster. Det plantantal vi här finna betecknas med  $m_b$ . Detta divideras nu med en hundradel av plantprocenten i tab. 5, och slutresultatet är då det erforderliga utsädet av grobara frön per såddfläck.

Vi kalla detta fröantal för *grundutsädet* och beteckna det för tillfället med  $n$ . För t. ex. tall på obränd mark under 400 m erhöles  $n = 31$ . Om vi nu multiplicera det antal plantor, som på yterna erhållits av 50 frön, med  $n/50$  d. v. s.

i detta exempel med  $31/50 = 0,62$ , så få vi det antal plantor, som skulle ha observerats, om utsädet verkligen varit 31 grobara frön. Detta plantantal växlar naturligtvis från yta till yta och vi beteckna det med  $m_x$ .

Om nu alla beräkningar och kurvutjämnningar i de föregående kapitlen hållit streck, borde differenserna  $m_x - m_b$  ungefär lika ofta bli positiva som negativa. Uträkningen visade att av hela materialets 107 differenser 14 voro 0, 44 voro negativa och 49 positiva. Avvikelserna fördela sig kring normalkurvan på sätt som framgår av fig. 14. Figuren klargör att avvikelserna åtminstone närmelsevis äro normalt fördelade. En antydning till positiv skevhet och positiv excess kan visserligen iakttagas. Vi bortse emellertid tills vidare från dessa anomalier. Genom fig. 14 ha vi alltså fått en utmärkt kontroll på de föregående räkningarna. Dessutom ger oss den approximativt normala fördelningen av avvikelserna ett medel att beräkna frökorrektionen.

Vi känna nämligen medeltalet  $m_b$  och spridningen  $s$  i var och en av materialets grupper och kunna anta, att observationerna äro normalt fördelade. Man får följaktligen, som ovan visats, medelplantantalet  $m_b$  av grundutsädet  $n$ , vilket innebär att nöjaktighetskraven underskridas i 50 fall på 100. Genom att öka utsädet med beloppet  $t \cdot s/p$ , där  $p$  är plantkvoten och  $t$  är en konstant, ökas plantantalet med beloppet  $t \cdot s$ . Alla punkter i fig. 14 flyttas nu med beloppet  $t \cdot s$  (uttryckt i normalkoordinater) åt höger och av den nya normalkurva, som kan anpassas till dessa punkter, kommer en del att avskäras av nollinjen i den ursprungliga kurvan. Storleken av denna del beror på konstanten  $t$ . Man förstår också, att efter ökningen av utsädet endast de observationer, som falla till vänster om nollinjen i fig. 14, bliva negativa och således representera icke nöjaktiga sådder.

Med hjälp av en tabell över den normala fördelningsfunktionen finna vi nu följande samhörande värden på konstanten  $t$  och procenttalet icke nöjaktiga sådder enligt ovan angivna fordringar.

$t = 0,00$ ;	underkända sådder = 50 %
$t = 0,25$ ;	» » = 40 %
$t = 0,52$ ;	» » = 30 %
$t = 0,84$ ;	» » = 20 %
$t = 1,28$ ;	» » = 10 %

Den frökorrektion  $F$ , som svarar mot ovanstående procenter underkända sådder beräknas lätt ur formeln  $F = (m_b + t \cdot s)/m_b$ . Den blir i själva verket mycket lika i alla grupper. Varken trädslag, bränning eller höjdläge påverkar den nämnvärt och det torde därför vara berättigat att endast anföra medelvärdena för hela rutsäddsmaterialet. Dessa återfinnas i tab. 11 och meddelas därjämte på vidstående sida och i fig. 16.

Underkända sådder Unsatisfactory seedings	Frökorrektion Seed-correction
50 %	1,00
40 %	1,16
30 %	1,34
20 %	1,54
10 %	1,83

De ovan anförda frökorrektionerna kunna lätt prövas på materialet. Om detta vore precis normalfördelat skulle man t. ex. finna 30 % misslyckade sådder, då grundutsädet höjts med 34 %, o. s. v. I själva verket finna vi följande procenter underkända sådder (40-procentsnivån ej uträknad).

Underkända sådder, procent Unsatisfactory seedings, per cent	
Teoretiskt Theoretical	Enligt materialet According to the material
50	48
30	36
20	25
10	18

Enligt materialet ha alltså fler sådder misslyckats än vad den teoretiska utredningen anger. Detta förklaras därav, att frekvenskurvorna för de olika materialgrupperna tall och gran, obränt och bränt alla uppvisa en positiv skevhet, som även framträder i den sammanslagna frekvenskurvan i fig. 14. Skevheten åter torde till största delen förorsakas av det extremt dåliga året 1948, som är starkt överrepresenterat i materialet (46 % fler observationer än medelantalet observationer per år). På grund härav synes det knappast vara skäl att fästa alltför stort avseende vid de påvisade skillnaderna. Man torde tvärtom kunna anse, att observationerna i huvudsak ansluta sig så väl till normalkurvan, att denna gott kan användas för beräkning av frökorrektionerna.

### Sammanfattning

För beräkning av det vid sådd erforderliga utsädet gå vi tillväga på följande sätt. Tab. 10 upplyser om den högsta nollfläcksprocent, som bör få finnas den tionde hösten. I tab. 9, kolumnen för tionde hösten uppsöks denna nollfläcksprocent. Man går därifrån horisontellt ut till *m*-kolumnen, som ger oss det erforderliga plantantalet första hösten. Med kännedom om plant-

procenterna i tab. 5 beräknas nu lätt det nödvändiga utsädet av grobara frön. Denna utsädesmängd ger i *medeltal* det önskade resultatet. Om observationernas fördelning kring medeltalet är någorlunda symmetrisk innebär emellertid detta, att ungefär hälften av alla sådder, som utföras enligt dessa regler, i det långa loppet ej kommer att uppnå den stadgade nivån, medan den andra hälften kommer att överskrida densamma.

En höjning av utsädet i avsikt att minska procenten underkända sådder synes följaktligen motiverad. Den åstadkommes genom att multiplicera det enligt ovan skisserade regler erhållna *grundutsädet* med en korrektionsfaktor, vilken vi benämna *frökorrektionen* och beteckna med  $F$ .

Frökorrektionens storlek har beräknats för olika procenttal underkända sådder på följande i korthet antydda sätt. Efter val av vissa lämpliga såddförband har medelantalet plantor per fläck första hösten beräknats över tab. 10 och 9. Det häremot svarande grundutsädet av grobara frön beräknades därefter ur uppgifterna i tab. 5. Samtliga provyteresultat för rutsädd omräknades till detta utsäde. Differenserna mellan de så erhållna plantantalen per fläck och det enligt tab. 10 och 9 beräknade medeltalet  $m_b$  fördelade sig på sätt framgår av fig. 14. Fördelningen är approximativt normal och visar, att grundutsädet ger ungefär 50 % positiva och 50 % negativa avvikelser.

Under antagande av normal fördelning kan man nu beräkna med huru stor del  $t$  av spridningen  $s$ , som medeltalet  $m_b$  behöver ökas, för att vissa bestämda procenttal av observationerna skola underskrida  $m_b$ . Frökorrektionen fås då ur formeln  $F = (m_b + t \cdot s) / m_b$ . Den blir i själva verket mycket lika i materialets olika grupper. Varken trädslag, bränning eller höjdläge påverkar den nämnvärt. Dess medelvärden anföras i tab. 11.

### *Om sättet för beräkning av bästa möjliga frökorrektion*

I föregående avsnitt har det klarlagts, att om sådder utföras under en längre följd av år och om därvid hela tiden grundutsädet användes, så kommer i medeltal ungefär hälften av sådderna att underskrida den anspråksnivå, som har antagits vid beräkningen av grundutsädets storlek. Därmed blir frågan om hjälpkultur ovillkorligen aktuell.

Man kan hålla utsädet vid grundnivån och spar därigenom frökostnad; men måste i stället underkasta sig arbets- och frökostnad vid omfattande hjälpsådder (eller hjälplanteringar, jfr nedan sid. 68). Å andra sidan kan man välja alternativet att anbringa en frökorrektion, varigenom frökostnaden vid den första sådden stiger, medan arbets- och frökostnad vid hjälpsådderna minskas. Det förefaller icke osannolikt, att någon av de tänkbara frökorrektionerna från 1,0 och uppåt skall visa sig vara bättre ur ekonomisk synpunkt än andra.

För att undersöka hur härmed förhåller sig måste vi göra vissa antaganden om priser och arbetsprestationer. Dessa växla emellertid avsevärt och äro i hög grad beroende på lokala förhållanden. Vad nedan anföres i denna fråga bör därför huvudsakligen betraktas som ett exempel på hur den avsedda kalkylen kan utföras.

Det första problem, som uppstår i detta sammanhang, gäller den relativa insats av arbete, som erfordras vid hjälpsådd, då 50, 40, 30, 20 eller 10 % av totalarealen är i behov av åtgärder. Vi måste rimligtvis kunna betrakta som givet, att då 0 % av sådderna underkänts, ingen hjälpkultur erfordras, d. v. s. vi räkna ej med hjälpsådd av enstaka tomma fläckar i nöjaktiga sådder. Om endast 10 % misslyckats är det mycket sannolikt, att dessa sådder ligga närmare intill gränsen för godkänt än vad de underkända sådderna i medeltal göra, t. ex. då 50 eller 100 % misslyckats.

Det material som kan användas för att belysa denna fråga är obetydligt och kan endast tjäna till en första orientering. Genom att beräkna hur många provyteresultat (av rutsådd), som vid grundutsäde underskrida det erforderliga medelplantantalet  $m_b$ , få vi i några olika grupper kännedom om procenten underkända sådder. Medelplantantalet i dessa kan därefter beräknas. Om vi nu gå in i tab. 9 för  $m$  lika med sistnämnda plantantal, finner man, att de underkända sådderna vid 10 år kunna väntas framvisa vissa nollfläcksprocenter, vilka kunna avläsas i tabellen. Så stor procent av de underkända såddernas fläckantal bör hjälpsås eller hjälpplanteras. Man kan naturligtvis icke, då hjälpkulturen sker, känna igen just de fläckar, som ännu ej äro, men komma att bli nollfläckar under tiden fram till och med tionde hösten. I praktiken torde man komma att beså en del fläckar i onödan och kanske att för säkerhets skull beså fler, än som strängt taget är behövt. Vi böra emellertid i kalkylen kunna bortse från dessa detaljer.

Fig. 15 visar hur de observerade punkterna ligga. Medelvärde av procenten underkända sådder är 41,5 % och dessas beräknade nollfläcksprocent vid 10 år är 30,3 %. Med hänsyn till den betydande osäkerheten i dessa beräkningar har linjen i fig. 15 dragits från 0 genom punkten 40 på  $x$ -axeln och 30 på  $y$ -axeln. Linjens ekvation är följaktligen åtminstone fram till  $x = 0,50$ :

$$y = 0,75 x \dots\dots\dots (17)$$

Det kan mycket väl hända, att den i verkligheten böjer av ungefär så, som antytts i figuren. För närvarande saknas möjlighet att säkert avgöra detta.

Vi fastställa nu följande förutsättningar att gälla vid den fortsatta kalkylen. Hjälpkultur utföres första eller andra våren efter sådden i form av sådd utan hackning i de tomma eller alltför plantfattiga fläckarna. Dagsverksåtgången för enbart en omsorgsfullt utförd sådd med nedmyllning av fröet är vanligen omkring 1 dagsverke per 1000 fläckar, men torde vid hjälpsådd utgöra när-

mare 2 dagsverken, med vilken siffra vi här räkna. Dagsverkspriset antages vara 18 kr. Den ursprungliga sådden beräknas innehålla 2 500 fläckar per ha. Kostnaden för hjälpsådd, fröet ännu oberäknat, är följaktligen  $2,5 \cdot 2 \cdot 18 = 90$  kr per 2 500 fläckar.

Kostnaden för fröet beror dels på fröätgången, dels på fröpriset. Vi räkna här med olika alternativ så beskaffade, att frökostnaden vid den ursprungliga

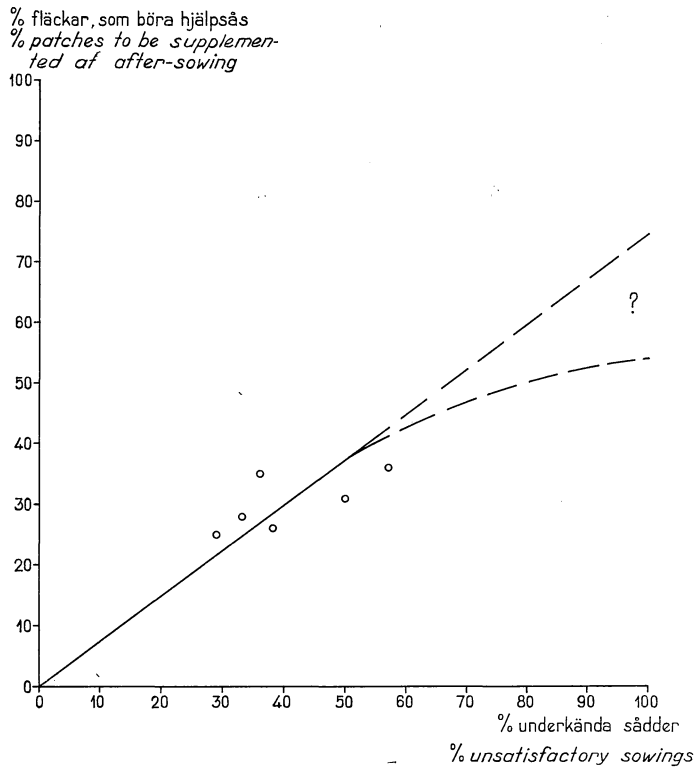


Fig. 15. Procenttal fläckar, som böra bättras i sådder vid olika procenttal underkända sådder.

The percentage of patches which must be improved in sowings for various percentages of unsuccessful sowings.

sådden uppgår till värden mellan 10 och 100 kronor per ha, sålunda t. ex. 0,2 kg à 50 kr eller 1,0 kg à 100 kr jämte andra mellanliggande värden.

Avsikten är att med hjälp av dessa siffror beräkna frökostnaden vid den ursprungliga sådden plus frö- och arbetskostnaden för den erforderliga hjälpsådden, och detta dels för ett icke frökorrigerat utsäde vid första sådden, dels för utsäden, som höjts med olika frökorrektioner. Det okorrigerade utsädet medför emellertid som förut visats 50 % underkända sådder. Om dessa

hjälpssås med okorrigerat utsäde, äro påföljande år fortfarande 25 % av den areal, som motsvarar de hjälpssådda fläckarna underhållig. Eftersom en andra hjälpssådd knappast kan ske och i varje fall synes vara en opraktisk utväg, bestämma vi, att hjälpssådden efter sådd med okorrigerat utsäde skall ske med en frökorrektion av 1,54, som lämnar en kvarstående underhållig areal av  $0,5 \cdot 0,2 = 0,1$  eller 10 %.

Då vi önska jämföra de olika alternativen under förutsättning av samma slutresultat, måste en liknande diskussion föras även beträffande de andra alternativen. Vid 40 % underkända sådder måste sålunda hjälpssådden utföras med en frökorrektion, som lämnar endast 25 % av arealen underkänd, ty  $0,4 \cdot 0,25 = 0,10$ , d. v. s. 10 %. Denna frökorrektion är 1,44, vilket man finner genom grafisk interpolering i tab. 11. På samma sätt erhålles för 30 % misslyckade sådder den frökorrektion vid hjälpssådden av 1,29, vid 20 % åter 1,00. Vid 10 % misslyckade sådder erfordras naturligtvis ingen hjälpssådd för att uppnå slutresultatet 10 % underkända sådder.

Summan av frökostnaden vid den första sådden och arbets- jämte frökostnaden vid den erforderliga hjälpssådden har nu under de nämnda förutsättningarna och med beaktande av (17) beräknats för olika procenter underkända första sådder samt olika grundutsädeskostnader per ha vid dessa sådder. Värdena ha antecknats i tab. E.

Tab. E. Frökostnad för sådden + arbets- och frökostnad för hjälpssådden i medeltal per ha

% underkända sådder % unsatisfactory seedings	Frökorrektioner Seed corrections	Grundutsädets kostnad i kr/ha vid första sådden Basic seed cost at first sowing					
		10	20	30	40	50	100
50	1,00 o. 1,54	29,77	42,66	55,54	68,43	81,31	145,76
40	1,16 » 1,44	24,08	37,36	50,63	63,91	77,19	143,58
30	1,34 » 1,29	20,35	34,62	48,89	63,16	77,43	148,79
20	1,54 » 1,00	18,40	34,10	49,80	65,10	81,20	159,70
10	1,83	18,30	36,60	54,90	73,20	91,50	—

Den nyssnämnda kostnaden kan för korthetens skull kallas endast »kostnaden». Det framgår av tabellen, att en lägsta kostnad finnes och att den ligger vid olika procenttal underkända sådder beroende på grundutsädets kostnad per ha. En närmare undersökning av tabellens siffror visar först (fig. 16) sambandet mellan frökorrektionen vid första sådden och procenten underkända sådder. Fig. 17 visar för olika grundutsädeskostnader minimikostnadens frökorrektioner vid första sådd och vid hjälpssådd. För bekvämlighetens skull ha avläsningar gjorts på denna figur och de erhållna approximativa värdena uppförts i tab. 12. I denna anges bästa frökorrektioner vid

första sådd (rad 1) samt de procenttal underkända sådder, som kunna väntas bli följd, om dessa frökorrektioner användas (rad 2). Procenterna i fråga avläsas på fig. 16. De underkända sådderna fordra hjälpsådd inom vissa delar, vars relativa storlek fås ur (17). Den sålunda hjälpsådda arealen uttryckt i

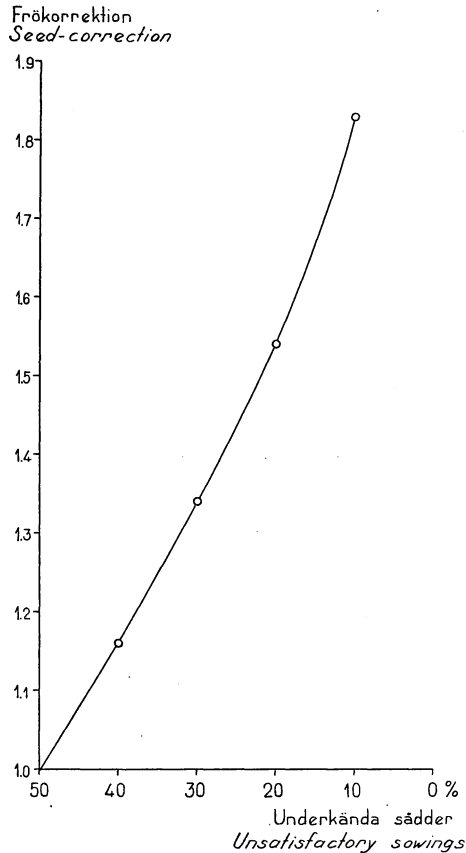


Fig. 16. Frökorrektion för olika procenter underkända sådder.  
Seed-corrections for various percentages of unsatisfactory sowings.

procent av totalarealen anges i tabellen (rad 3) liksom de vid hjälpsådden nödvändiga frökorrektionerna (rad 4), vilka icke bliva desamma, som vid den första sådden.

Av tab. 12 kunna nu en del slutsatser dras, nämligen i huvudsak följande. Under de antagna förutsättningarna beträffande dagsverkspris och arbetsåtgång är det ekonomiskt fördelaktigt att väsentligt öka utsädet utöver grundutsädet, särskilt i de fall, då dettas kostnad per ha är ringa. Om således t. ex. grundutsädet kostar 10 kr/ha, bör man vid sådden använda ett utsäde av  $1,83 \times$



grundutsädet. Av tabellens rad 2 framgår, att man i detta fall riskerar ett misslyckande på 10 % av arealen. Vi anta emellertid helt schematiskt (med anknytning till fig. 15), att dessa 10 % i själva verket ligga nära gränsen för godkänt och att det icke lönar sig att särskilt söka reda på dem för att verkställa hjälpsådd. I praktiken kan det naturligtvis inträffa, att av 10 utförda sådder 9 bliva nästan godkända och 1 alldeles misslyckad. Att ta vederbörlig

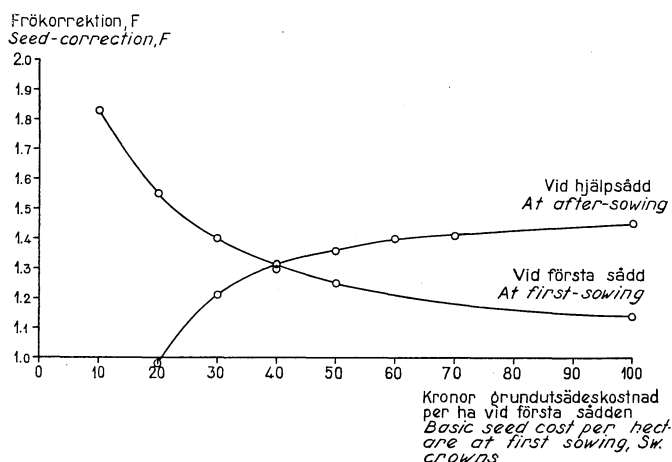


Fig. 17. Frökorrektion vid första sådd och hjälpsådd.  
Seed-corrections at first sowing and at after-sowing.

hänsyn till ett sådant fall hör emellertid mera till den lokala tillämpningen än till de allmänna riktlinjer vi här närmast avhandla.

Ju dyrare grundutsädet är, d. v. s. ju mer frö det går åt per ha eller ju dyrbarare fröet är per kg, desto viktigare blir det att hushålla med utsädet, vilket framgår av de sjunkande frökorrektionerna i tabellens rad 1. Samtidigt ökar naturligtvis procenten underkända sådder, vilket medför, att hjälpkultur måste utföras på en växande del av arealen. Om grundutsädet t. ex. kostar 70 kr/ha, bör utsädet vara  $1,19 \times$  grundutsädet. Därvid får man beräkna, att 38 % av såddarealen blir underhaltig och att av hela årets såddareal 10,8 % måste hjälpsås och detta med ett utsäde av  $1,41 \times$  grundutsädet. Slutresultatet bör då bli som förut omkring 10 % ej fullt godkänd såddareal och den totala kostnaden per ha för frö och hjälpsådd blir därjämte den lägsta möjliga.

Kostnadskurvan är mycket flack inom ett stort område på ömse sidor om minimipunkten. Detta framgår ganska tydligt av siffrorna i tab. E. På grund härav är det en ganska ömtålig sak att beräkna minimipunktens exakta läge. De analytiska metoder, som skulle erfordras för detta ändamål, ha icke kunnat användas, utan ha måst ersättas av grafiska metoder. Beräkningar på grundval av uppgifterna i tab. 12 visa till följd härav i vissa fall en del smärre

oregelbundenheter, vartill även bidrar, att frökorrektionerna äro medelvärden för tall och gran och för alla höjdlägen samt för obränd och bränd mark. Icke desto mindre torde tab. 12 kunna användas som underlag för följande ur praktisk tillämpningssynpunkt viktiga beräkningar, vilka utgöra ett fullföljande av de kalkyler, som ledde till tab. E.

Vi uträkna först kostnaden vid t. ex. ett pris av 50 kr/ha för grundutsädet. Därvid erhålles (se tab. 12)  $1,25 \cdot 50 = 62:50$  för fröet vid första sådd. Vidare  $1,36 \cdot 50 \cdot 0,091 = 6:19$  för fröet vid hjälpsådden på 9,1 % av totalarealen, samt slutligen  $0,091 \cdot 90 = 8:19$  för arbetskostnaden vid hjälpsådden. Hela kostnaden blir 76:88 kr. (arbetskostnaden vid första sådden utelämnas som förut). Det kan nu vara av intresse att se, hur stor kostnaden blir om vi i stället för de i detta fall bästa frökorrektionerna (1,25 och 1,36) använda de övriga i tab. 12 angivna kombinationerna, således t. ex. 1,83 och 0,00 för 10 kronors grundutsäde, 1,55 och 0,98 för 20 kronors grundutsäde o. s. v. Resultatet framgår av nedanstående tab. F. Man bör observera, att kostnaden för grundutsädet är 50 kr/ha i hela tabellen, det är endast frökorrektionerna och hjälpsåddsarealen, som ändras från kolumn till kolumn.

Tab. F

10	20	30	40	50	60	70	100
91,50	81,39	78,28	77,01	76,88	76,98	77,16	77,48

De bästa frökorrektionerna, d. v. s. de som gälla för 50 kronors grundutsäde, ha tydligen givit den lägsta kostnaden. Å andra sidan torde man kunna säga, att skillnaderna mellan minimikostnaden och de övriga kostnadsvärdena, åtminstone från kolumnen 30 och ända upp till kolumnen 100, äro obetydliga och knappast kunna ha något avgörande inflytande på det ekonomiska resultatet. Förhållandet är liknande även om vi välja andra utgångspunkter än just 50 kronors grundutsädeskostnad. Till vänster om utgångspunkten, alltså i riktning mot minskande hjälpsåddsarealer, stiger kostnaden relativt snabbt. Åt höger i riktning mot ökande hjälpsåddsarealen stiger kostnaden långsammare, i de flesta fall t. o. m. mycket långsamt. Detta framgår bäst av fig. 18, som visar den relativa kostnaden (kostnaden vid minimum = 1,00), vid 20, 40, 60 och 100 kronors kostnad för grundutsädet per ha. Siffrorna på x-axeln betyda frökorrektioner vid första sådd (överst) och vid hjälpsådd (underst). Minimipunkten uppnås följaktligen för t. ex. kurvan 20 kr. vid punkten 1,55, som enligt tab. 12 motsvarar ett grundutsädespris av 20 kr.

Resultatet innebär tydligen i korthet sagt följande. För varje grundut-

sädespris finns en ekonomiskt sett bästa utsädesmängd. Om man använder avsevärt större utsäde än det optimala, riskerar man ekonomisk förlust i det långa loppet. Detsamma är fallet om man använder mindre utsäde än det optimala, men den därvid uppkommande förlusten är mindre än i förra fallet och är i allmänhet liten till sitt absoluta belopp.

Kostnaden är emellertid icke ensamt avgörande för valet av utsädesmängd. I tider som de nuvarande, då det råder knapphet bl. a. på frö, kan sannolikt

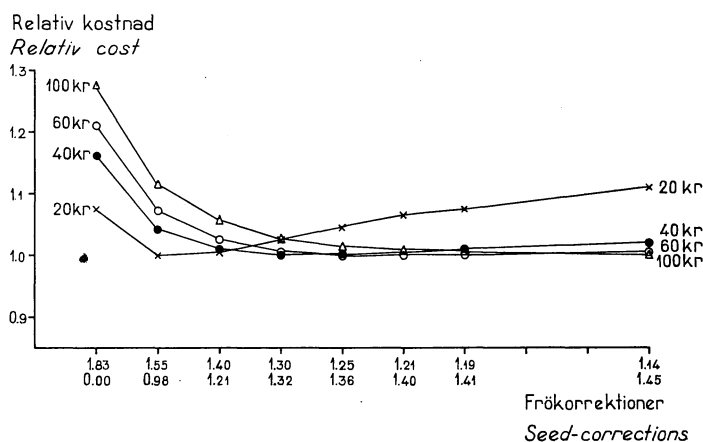


Fig. 18. Relativ kostnad för sådd och hjälpsädd.  
Relative cost of sowing and after-sowing.

åtgången av frö i kg per ha i viss mån tänkas påverka ställningstagandet till utsädesfrågan. Med hjälp av tab. 12 kunna vi lätt beräkna den relativa fröåtgången per ha inklusive fröet för den erforderliga hjälpsädden. Siffrorna återges i tab. G dels med fröåtgången för 30 kronors grundutsädeskostnad = 1,00, dels med grundutsädesmängden som enhet (jfr även tab. 12, rad 5).

Tab. G. Total fröåtgång

Enhet	10	20	30	40	50	60	70	100
1,47 × grundutsädet.....	1,24	1,07	1,00	0,95	0,93	0,92	0,91	0,90
1,00 × grundutsädet.....	1,83	1,58	1,47	1,40	1,37	1,35	1,34	1,32

Tabellen visar att, i motsats till kostnaden, fröåtgången vid konstant fläckantal per ha icke har något minimum inom tabellens område. Den totala fröåtgången sjunker samtidigt som med stigande grundutsädespris frökorrektionen vid första sådden (rad 1 i tab. 12) minskar. Skillnaderna i fröåtgång kan dock knappast anses vara synnerligen stora. I allmänhet torde grund-

utsädets pris per ha ligga mellan 20 och 50 kronor, varför  $\pm 7\%$  anger i det närmaste hela spelrummet. Om fröpriset är 70 kronor per kg, motsvarar detta ungefär  $\pm 5$  kronor och  $\pm 0,05$  kg per ha.

Utredningen leder således till den uppfattningen, att man i allmänhet bör vidhålla de i tab. 12 angivna, optimala frökorrektionerna och att, i i varje fall en minskning av dessa endast medför en oväsentlig besparing av frö, men en ökning av hjälpkulturbehovet (jfr tab. 12) och därför ej bör ifrågakomma.

Däremot finnas trots allt vissa skäl, som tala för en ökning av frökorrektionerna utöver de i tab. 12 angivna, optimala värdena. Om nämligen frö står till förfogande, så att inga olägenheter på grund av fröbrist yppa sig, innebär en sådan ökning, att hjälpkulturarealen minskas. Ringa behov av hjälpkultur är en fördel, som kan värderas ganska högt, i vissa fall säkerligen mycket högt, bland annat på grund av minskat behov av kvalificerat inspektionsarbete och andra allmänna kostnader, till vilka ovan ingen hänsyn tagits. Beräkningar, som mera i detalj komma att utföras i nästa kapitel, visa, att grundutsädet vanligen blir dyrare på de obrända markerna och i höjdlägen ovanför 400 m ö. h., d. v. s. just på de platser, där svårigheterna i allmänhet äro störst och såddresultatet sämst. Tab. 12 visar emellertid att just här frökorrektionerna böra vara mindre än på mera gynnsamma platser, där grundutsädet i regel blir billigare. Det är en omdömessak att avgöra, hur mycket man vill öka de optimala frökorrektionerna för att därigenom vinna större säkerhetskänsla och befrielse från en del av besväret med hjälpkultur. Emellertid torde man med stöd av tab. 12 kunna hävda, att frökorrektionen vid första sådden ingenstädes bör överstiga 1,83. Om sådden utföres riktigt och fröet är oskadat, bör ett utsäde av ca  $1,8 \times$  grundutsädet medföra praktiskt taget fullständig befrielse från hjälpkultur, naturligtvis bortsett från tillfälliga avvikelser och katastrofer.

Vad i det föregående anförts om frökorrektionerna vid första sådden har approximativt sin giltighet, även om hjälpkulturen utföres i form av hjälpplantering.

### Sammanfattning

Vid beräkningen av bästa möjliga frökorrektion har först undersökts hur stor relativ arbetsinsats, som kommer att påfordras, då ett visst år större eller mindre procentuella delar av den totala såddarealen enligt i föregående avsnitt angivna regler blivit underkända. Det tillgängliga materialet är litet, men måste i brist på bättre användas. Det redovisas i fig. 15 och formeln (17). Den sistnämnda anger, att då  $x\%$  av såddarealen blivit underkänd, erfordras hjälpkultur på  $0,75x$  eller  $75\%$  av den underkända arealen eller, om såddförbandet växlar, i  $75\%$  av de underkända såddernas fläckar.

Sedan vissa förutsättningar fastställts för de efterföljande kalkylerna, har kostnaden beräknats för

- 1) fröet vid den ursprungliga sådden,
  - 2) fröet och arbetskostnaden vid den erforderliga hjälpsådden,
- och detta dels för ett icke frökorrigerat utsäde vid första sådden, dels för utsäden, som höjts med olika frökorrektioner. Frökorrektionerna vid hjälpsådden ha bestämts så, att slutresultatet i samtliga fall blir 10 % underkända sådden. Beräkningarnas resultat återfinnas i tab. E.

Tabellen visar att en lägsta kostnad finnes och att den ligger vid olika procenttal underkända sådder beroende på grundutsädets kostnad per ha. Med hjälp av fig. 16 och 17 ha minimikostnadens frökorrektioner, de »bästa» eller »optimala» frökorrektionerna, jämte en del andra uppgifter beräknats och uppförts i tab. 12.

Av tab. 12 kunna följande slutsatser omedelbart dragas. Under de antagna förutsättningarna beträffande dagsverkspris och arbetsåtgång är det ekonomiskt fördelaktigt att väsentligt öka utsädet utöver grundutsädet, särskilt i de fall, då dettas kostnad per ha är låg. Ju dyrare grundutsädet är, d. v. s. ju mer frö det går åt per ha eller ju dyrare fröet är per kg, desto viktigare blir det att hushålla med utsädet, vilket framgår av de sjunkande frökorrektionerna i tabellens rad 1. Samtidigt ökar naturligtvis procenten underkända sådder, vilket medför, att hjälpkultur måste utföras på ett växande del av arealen.

I avsikt att visa vilka kostnadsskillnader, som uppstå, om man använder andra frökorrektioner än de optimala, ha en del beräkningar utförts, vilkas resultat redovisas i (tab. F och) fig. 18. Här anges den relativa kostnaden vid 20, 40, 60 och 100 kronors kostnad för grundutsädet per ha. Enheten är minimikostnaden. Siffrorna på x-axeln betyda frökorrektioner vid första sådd (överst) och vid hjälpsådd (underst). Minimipunkten uppnås följaktligen för t. ex. kurvan 20 kr vid punkten 1,55, som enligt tab. 12 motsvarar ett grundutsädespris av 20 kr.

Resultatet innebär följande. För varje grundutsädespris finns en ekonomiskt sett bästa utsädesmängd. Om man använder avsevärt större utsäde än det optimala, riskerar man ekonomisk förlust i det långa loppet. Det samma är fallet om man använder mindre utsäde än det optimala, men den därvid uppkommande förlusten är mindre än i förra fallet och är i allmänhet liten till sitt absoluta belopp. Den ekonomiska förlusten vid avvikelse från de optimala frökorrektionerna är således av större betydelse endast då dessa utbytas mot mycket höga frökorrektioner.

En undersökning av den totala fröåtgången vid de olika i tab. 12 angivna, optimala frökorrektionerna visar (tab. G), att den är högst vid höga och lägst vid låga frökorrektioner vid första sådden. Om man bortser från fröåtgången

vid den högsta frökorrektionen, äro skillnaderna i övrigt knappast av avgörande betydelse.

Utredningen leder således till den uppfattningen, att man i allmänhet bör vidhålla de i tab. 12 angivna, optimala frökorrektionerna och att i varje fall en minskning av dessa endast medför en oväsentlig besparing av frö, men en ökning av hjälpkulturbehovet (jfr tab. 12) och därför ej bör ifrågakomma.

Däremot finnas vissa skäl, som tala för en ökning av frökorrektionerna utöver de i tab. 12 angivna, optimala värdena. Om nämligen frö står till förfogande, så att inga olägenheter på grund av fröbrist yppa sig, innebär en sådan ökning att hjälpkulturarealen minskas. Ringa behov av hjälpkultur är en fördel, som kan värderas ganska högt, i vissa fall säkerligen mycket högt, bland annat på grund av minskat behov av kvalificerat inspektionsarbete och andra allmänna kostnader, till vilka ovan inga hänsyn tagits. Med stöd av tab. 12 torde man emellertid kunna hävda, att frökorrektionen vid första sådden ingenstädes bör överstiga 1,83. Vi komma i nästa kapitel att alternativt räkna med det avrundade värdet 1,8 som maximal frökorrektion.

## Kap. VI. Exempel och anvisningar till Kap. III—V

*Då vi i detta kapitel tala om att en viss sådd kan eller icke kan godkännas menas därmed endast, att den kan godkännas eller måste underkännas enligt de i denna uppsats angivna reglerna och under de antagna förutsättningarna. De växlande förhållandena i praktisk drift kunna givetvis förorsaka, att omständigheter, som här ej beaktas, komma att spela en stor, kanske till och med avgörande, roll.*

För att i fortsättningen undvika upprepningar anmärkes här, att vi i de följande exemplen, då intet annat säges, avse rut- eller strecksådd på frisk ristyp eller frisk ris-lågörttyp. Vidare erinras om att såddförsöken utförts med frö, som varit behäftat med avvingningsskador i den utsträckning, som kan antagas ha varit kännetecknande för Norrland under senaste decennierna. Hur mycket dessa skador ha betytt kan för närvarande knappast ens gissningsvis anges. Avvingningsskadorna yttra sig emellertid bl. a. i sänkta plantprocenter och man kan därför anta, att uppgifterna i tab. 5 äro något lägre, än vad man har anledning hoppas, att de längre fram skola bli.

*Exempel 1.* Tallsådd utförd våren 1950 på obränd mark. Taxerad hösten 1950 (första hösten), varvid man fann 3 000 fläckar per ha och 10 plantor per fläck i medeltal. Kan sådden bedömas som tillfredsställande?

Vi förutsätta att de erforderliga anspråken på fläckantal per ha är uppfyllt. I annat fall måste sådden bedömas som otillfredsställande redan av

den anledningen. I fortsättningen bedöma vi sådden med utgångspunkt från det observerade fläckantalet. Av tab. 10 finna vi, att högsta tillåtliga nollfläcksprocent vid 3 000 fläckar per ha är 15,4. Tab. 9 visar, att man vid 10 plantor bör vänta sig en nollfläcksprocent av 15,3 efter 10 sommars förlopp. Sådden bör följaktligen bedömas som just tillfredsställande.

*Exempel 2.* Tallsådd på obränd mark våren 1948. Sådden taxerades hösten 1950 och befanns få innehålla 2 500 fläckar per ha och 6,2 plantor per fläck. Nollfläcksprocenten uppskattades ej. Hur bör sådden bedömas?

Uppskattningen skedde tredje hösten och enligt tab. 8 ( $k_3 = 0,775$ ) bör sådden första hösten approximativt ha uppvisat  $6,2/0,775 = 8,0$  plantor per fläck. Enligt tab. 10 är högsta tillåtliga nollfläcksprocent 13,5. Tab. 9 visar emellertid att man med 8 plantor riskerar 21,3 % nollfläckar efter 10 år. Följaktligen måste sådden bedömas som otillfredsställande. — I ett fall som detta kan man lämpligen tänka sig att plantera in 3/0 tall i större delen av de tomma fläckarna. Det är emellertid billigare att försöka ordna så, att sådden taxeras senast andra hösten, i vilket fall man i regel kan så om de tomma och plantfattiga fläckarna.

*Exempel 3.* Samma data som i föregående exempel 2, med den skillnaden, att sådden utförts på bränd mark.

Vi finna plantantalet 8,3 första hösten ( $6,2/0,751$ ) och enligt tab. 9 en nollfläcksprocent obetydligt under 10. Då 13,5 % kunde tillåtas, är sådden således bra.

*Exempel 4.* Samma data som i ovanstående exempel 2. Vi anta emellertid att man vid såddens taxering även observerat nollfläcksprocenten och funnit den vara 10 %. Plantantalet första hösten funno vi vara 8,0, vilket skulle medföra 21,3 % nollfläckar den tionde hösten.

Enligt tab. 9 borde sådden normalt ha 14,5 % nollfläckar den tredje hösten, vilket man finner efter grafisk interpolering mellan uppgifterna i tab. 9, raden  $m = 8$ . I verkligheten funno vi emellertid endast 10 % nollfläckar.

Vi göra här ett kort avbrott för att klargöra det fortsatta tillvägagångssättet. Låt oss förutsätta att vi observera sådden första hösten och att den då, i st. för 8,8 % nollfläckar (se tab. 9 för  $m = 8$ ), visar sig innehålla t. ex. 15,2 %. För att beräkna hur många nollfläckar denna sådd kommer att ha den tionde hösten måste rätt omständliga kalkyler göras, vilka gå över störningen och ekvationerna (2—5). Trots detta komma vi endast till ett approximativt riktigt resultat. En enklare approximation kan åstadkommas, genom antagandet att sådden med  $m = 8$  och  $P_0 = 15,2$  utvecklas relativt taget på samma sätt som en sådd med  $m = 6$  och  $P_0 = 15,2$ . Detta skulle alltså medföra, att sådden visade 29,7 % nollfläckar den tionde hösten. Den mest exakta beräkning, som kan göras, ger värdet  $P_0 = 30,0$  %.

Tabell H. **Strecksådd i Värmlands, Kopparbergs,**  
Strip sowing in

*Tall, obränd mark*  
*Pine, unburnt ground*

Höjdläge Height above sea level m	Förband Spacing m	Grundutsäde Basic sowing		Frökorr. Seed correction	Utsäde Sowing		Do maximalt Maximum ditto	
		kg/ha kg/ha	kr/ha cr/ha		kg/ha kg/ha	frön per streck seeds per strip	kg/ha kg/ha	frön per streck seeds per strip
0—200	1,8	0,43	30	1,40	0,60	45	0,77	57
200—300	1,9	0,40	28	1,42	0,57	47	0,72	60
300—400	2,0	0,38	27	1,43	0,54	50	0,68	63
400—	2,1	0,56	39	1,30	0,73	73	1,01	102
<i>Tall, bränd mark</i> <i>Pine, burnt ground</i>								
0—200	1,8	0,27	19	1,56	0,42	31	0,48	35
200—300	1,9	0,25	18	1,59	0,40	33	0,45	37
300—400	2,0	0,24	17	1,61	0,39	35	0,43	39
400—	2,1	0,23	16	1,63	0,37	37	0,41	41

Tabell K. **Strecksådd i Väster-**  
Strip sowing in

*Tall, obränd mark*  
*Pine, unburnt ground*

Höjdläge Height above sea level m	Förband Spacing m	Grundutsäde Basic sowing		Frökorr. Seed correction	Utsäde Sowing		Do maximalt Maximum ditto	
		kg/ha kg/ha	kr/ha cr/ha		kg/ha kg/ha	frön per streck seeds per strip	kg/ha kg/ha	frön per streck seeds per strip
0—200	1,9	0,40	28	1,42	0,57	47	0,72	60
200—300	2,0	0,38	27	1,43	0,54	50	0,68	63
300—400	2,1	0,36	25	1,46	0,53	53	0,65	66
400—	2,2	0,54	38	1,32	0,71	78	0,97	106
<i>Tall, bränd mark</i> <i>Pine, burnt ground</i>								
0—200	1,9	0,25	18	1,59	0,40	33	0,45	37
200—300	2,0	0,24	17	1,61	0,39	35	0,43	39
300—400	2,1	0,23	16	1,63	0,37	37	0,41	41
400—	2,2	0,22	15	1,66	0,37	41	0,40	44

Om vi tillämpa denna approximation på vårt exempel, till vilket vi nu återgå, finna vi (genom interpolation), att en sådd med  $m = 10$  ger ungefär 10 % nollfläckar den tredje hösten. Sådden kan således beräknas uppvisa omkring 15,3 % nollfläckar den tionde hösten. Den tillåtliga procenten var



## Gävleborgs, Jämtlands och Västernorrlands län

southern Norrland

*Gran, obränd mark**Spruce, unburnt ground*

Höjdläge Height above sea level m	Förband Spacing m	Grundutsäde Basic sowing		Frökorr. Seed correction	Utsäde Sowing		Do maximalt Maximum ditto	
		kg/ha kg/ha	kr/ha cr/ha		kg/ha kg/ha	frön per streck seeds per strip	kg/ha kg/ha	frön per streck seeds per strip
0—200	2,0	0,43	22	1,51	0,65	58	0,77	70
200—300	2,1	0,40	20	1,55	0,62	62	0,72	73
300—400	2,2	0,38	19	1,56	0,59	65	0,68	75
400—	2,3	0,56	28	1,42	0,80	96	1,01	122
<i>Gran, bränd mark</i> <i>Spruce, burnt ground</i>								
0—200	2,0	0,30	15	1,66	0,50	45	0,54	49
200—300	2,1	0,28	14	1,69	0,47	48	0,50	51
300—400	2,2	0,27	14	1,69	0,46	50	0,49	53
400—	2,3	0,25	13	1,72	0,43	53	0,45	55

## bottens och Norrbottens län

northern Norrland.

*Gran, obränd mark**Spruce, unburnt ground*

Höjdläge Height above sea level m	Förband Spacing m	Grundutsäde Basic sowing		Frökorr. Seed correction	Utsäde Sowing		Do maximalt Maximum ditto	
		kg/ha kg/ha	kr/ha cr/ha		kg/ha kg/ha	frön per streck seeds per strip	kg/ha kg/ha	frön per streck seeds per strip
0—200	2,1	0,40	20	1,55	0,62	62	0,72	73
200—300	2,2	0,38	19	1,56	0,59	45	0,68	75
300—400	2,3	0,36	18	1,59	0,57	69	0,65	78
400—	2,4	0,53	27	1,43	0,76	100	0,95	126
<i>Gran, bränd mark</i> <i>Spruce, burnt ground</i>								
0—200	2,1	0,28	14	1,69	0,47	48	0,50	51
200—300	2,2	0,27	14	1,69	0,46	50	0,49	53
300—400	2,3	0,25	13	1,72	0,43	53	0,45	55
400—	2,4	0,24	12	1,75	0,42	56	0,43	57

13,5. Med hänsyn till beräkningarnas osäkerhet kan en så liten skillnad som 1,8 procentenheter på intet vis motivera ett underkännande. Säden bör således godkännas.

*Exempel 5.* Man har beslutat sig för att utföra en strecksädd på en höjd

över havet av 300 m och i 2,2 m:s förband. Vi anta att man avser att någorlunda hålla förbandet, så att antalet streck per ha blir 2 000. Marken är obränd och trädslaget är tall. Frågan är hur många frön man behöver utså per streck.

Av tab. 10 finner man högsta tillåtliga nollfläcksprocent för 2 000 streck per ha = 11,2. Tab. 9 visar att man med 12 plantor per streck första hösten kan beräkna 11,0 % nollfläckar tionde hösten. Följaktligen måste man ha nästan precis 12 plantor per streck första hösten. Av tab. 5 framgår, att plantprocenten i detta fall är i medeltal 31. Således fordras  $x = 12/0,31 = 39$  grobara frön per streck. Detta är således grundutsädet. Om 1 000-kornvikten är 4,4 gr få vi grundutsädet i kg per ha =  $0,000\cdot004\cdot4 \times 39 \times 2\ 000 = 0,34$ . På priset på tallfrö per kg kan antagas vara 70 kr, blir grundutsädets pris per ha alltså =  $70 \cdot 0,34 = 23:80$  eller avrundat 24 kronor. Enligt tab. 12 eller fig. 17 medför detta pris en frökorrektion vid första sådden av 1,48 och följaktligen är det ekonomiskt bästa utsädet, räknat i grobara frön =  $1,48 \times 0,34 = 0,50$  kg/ha eller  $1,48 \times 39 = 58$  frön per streck.

Om man för att minska risken för hjälpkultur beslutar sig för att offra något mera frö vid första sådden, bör utsädet beräknas till  $1,80 \times 0,34 = 0,61$  kg/ha eller  $1,80 \times 39 = 70$  frön per streck.

*Exempel 6.* Samma data som i föregående exempel med den skillnaden, att den planerade sådden avser rutsädd med 3 500 rutor per ha.

På samma sätt som i föregående exempel finna vi genom tab. 10, 9 och 5 ett grundutsäde av 31 frön per ruta och 0,47 kg/ha. Kostnaden för grundutsädet är alltså 33 kronor, vilket enligt fig. 17 ger en frökorrektion av 1,36. Utsädet bör följaktligen beräknas till  $1,36 \times 0,47 = 0,64$  kg/ha och 42 frön per ruta.

Höjning av frökorrektionen till 1,80 ger ett utsäde av 0,85 kg/ha och 56 frön per ruta.

Det är vid jämförelse med exempel 5 tydligt, att täta förband medföra större fröåtgång än glesa, trots att högre nollfläcksprocent tillåtes vid de tätare förbanden.

*Exempel 7.* För att underlätta översikten beräknas här nedan för första sådd det ekonomiskt bästa utsädet av grobara frön för olika höjdlägen och länsgrupper i Norrland. Vi förutsätta strecksädd i förband, som kunna antas lämna nöjaktigt resultat. Förbanden finnas angivna i tab. H och K. De motsvara plantantalen i tab. 3 och 4 å sid. 63 i Skogsstyrelsens förslag till anvisningar rörande tillämpningen av skogsvårdslagen (1949), med de ändringar, som av institutet föreslagits i skrivelse den 24 april 1951.

Beräkningen utföres på sätt närmare framgår av exempel 5. Tusenkornvikten antas vara 4,4 gr, vilket är medelvärdet för ett stort antal rensade fröprover från Västerbottens läns olika höjdlägen. Fröpriset beräknas till 70 kr/kg för tall och 50 kr/kg för gran. Resultaten framgå av tab. H och K.

I tab. H ha Gävleborgs, Kopparbergs och Värmlands län medtagits, vilket emellertid innebär en extrapolering av resultaten i de nordligare länen. Inga provytor finnas nämligen i de tre förstnämnda länen.

Under rubriken »Utsäde» anges i kg/ha och frön per streck det utsäde vid första sådden, som med hänsyn tagen till fröpris och behovet av hjälpsådd ställer sig mest fördelaktigt ur ekonomisk synpunkt. Därjämte har under rubriken »D:o maximalt» beräknats det utsäde, varigenom man i medeltal kan beräkna, att just nätt och jämnt undslippa hjälpkultur. Detta utsäde erhålles genom att överallt tillämpa frökorrektionen 1.80. Man bör lämpligen efter omständigheterna välja utsädet mellan de båda sålunda angivna gränserna.

Vid studium av tabellerna bör observeras, att den starka ökningen av utsädet på obränd mark ovan 400 m ö. h. beror på den avsevärda nedgången i plantprocent från 31 till 20 % (tab. 5). Vidare må för undvikande av missförstånd anmärkas att envar lämpligen kan avrunda de anförda utsädessiffrorna efter eget omdöme.

*Exempel 8.* Lönar det sig ur kostnadssynpunkt att bränna före sådd?

Frågan kan ofta besvaras med kännedom endast om arbetsåtgången vid sådd på obrända och på brända hyggen (jfr *Praktisk Skogshandbok*, 5. uppl., 1950). I vissa fall blir emellertid den mindre fröåtgången på brända hyggen av en viss betydelse.

Vi anta att det gäller tallsådd ovanför 400 m ö. h., 2 500 streck per ha, dagsverkspris 18 kr och fröpris 70 kr per kg. I tab. 10 finna vi nollfläcksprocenten 13,5 såsom den högsta tillåtliga. Interpolation i tab. 9 ger  $m = 10,8$  för obränt och 6,7 för bränt, varur beräknas (tab. 5) 54,0 resp. 33,5 grobara frön per streck. Om 1 000-kornvikten är 4,4 gr motsvarar detta ett grundutsäde av 0,59 resp. 0,37 kg per ha. Kostnaden härför efter 70 kr/kg blir 41 resp. 26 kronor. Frökorrektionerna bli enligt fig. 17 för obränt = 1,30 och för bränt = 1,45. Utsädet bör alltså vara  $1,30 \cdot 0,59 = 0,77$  kg/ha på obränd mark och  $1,45 \cdot 0,37 = 0,54$  kg/ha på bränd mark.

Då arbetsåtgången vid strecksådd kan beräknas till 3,76 resp. 2,78 dagsverken à 7 timmars effektiv arbetstid 1 000 streck (*Praktisk Skogshandbok*) finna vi följande kostnader för de båda alternativen.

	Obränt	Bränt
Arbetskostnad.....	150: 40 kr	111: 20 kr
Frökostnad.....	53: 90 »	37: 80 »
	<hr/>	<hr/>
Summa	204: 30 kr	149: — kr

Skillnaden utgör 55: 30 kr. Den lägre arbetskostnaden på bränd mark bidrar här med 39: 20 kr. och den lägre frökostnaden med 16: 10 kr. Hela pris-skillnaden motsvarar 3,07 dagsverken per ha.

Någorlunda stora hyggen torde i medeltal kunna brännas med en arbetsinsats av 3 à 4 dagsverken per ha. Bränning i höjdlägena torde därför i allmänhet vara ekonomiskt försvarlig enbart ur anläggningskostnadens synpunkt.

I själva verket medför bränningen större fördelar ur kostnadssynpunkt än vad ovan beräknats, emedan man i regel kan använda rispsådd på brända hyggen. I detta fall blir arbetskostnaden endast 76: — kronor och kostnadskillnaden 90: 50 kronor per ha, motsvarande icke mindre än 5,0 dagsverken per ha.

*Exempel 9.* Man har för avsikt att genom taxering med cirkelytor (1,4 m:s radie) undersöka en sådds tillstånd och vill veta hur många cirkelytor taxeringen måste omfatta, för att felet på medelplantantalet per fläck ej skall överstiga 10 %.

Uppgiften kan endast lösas approximativt, emedan enligt tab. 8 störningen beror på plantantalet. Vi söka på förhand bestämma två plantantal, mellan vilka någorlunda goda sådder i allmänhet böra ligga och välja därvid t. ex. 6 resp. 12 plantor per fläck.

I fortsättningen anta vi att det är fråga om en tallsådd på obränd mark. Vi finna då av tab. 8, att störningen har medelvärdena 1,062 för  $m = 6$  och 0,595 för  $m = 12$ . Nu är  $q^2 = (Q^2 - 1)/m$  och  $s^2 = m^2 q^2 + m$ . Variansen  $s^2$  kan således beräknas. Den blir för  $m = 6$ ,  $s^2 = 36 \cdot 1,062 + 6 = 44,23$  och för  $m = 12$ ,  $s^2 = 144 \cdot 0,595 + 12 = 97,69$ . Medeltalets varians är  $\text{Var}(m) = s^2/N$ , där  $N =$  antalet såddfläckar. Om medeltalet spridning får vara högst 10 %, måste  $\text{Var}(m)$  vara högst 0,01  $m^2$  och vi få följaktligen  $N = s^2/0,01 m^2$ .

För  $m = 6$  finna vi sålunda  $N = 123$  och för  $m = 12$  blir  $N = 68$  såddfläckar. Då en cirkelyta med 1,4 m:s radie innehåller 6,16  $m^2$ , är medelantalet såddfläckar per yta = 1,07, om antalet fläckar per ha är 1 736 (2,4 m:s förband), vilket torde vara det lägsta antal, som vi ha anledning räkna med. Det erfordras alltså 123/1,07 resp. 68/1,07 cirkelytor för ernående av 10 % medelfel, d. v. s. 115 resp. 64 st.

På detta sätt ha nedanstående approximativa gränser för antalet cirkelytor beräknats.

<i>Tall</i>		<i>Gran</i>	
Obränt	Bränt	Obränt	Bränt
64—115	40—66	36—71	35—44

Vi böra här observera att det större antalet cirkelytor erfordras, då plantantalet per fläck är lågt, medan det lägre antalet räcker, då plantantalet är högt. Vidare kan anmärkas, att antalet cirkelytor måste fyrdubblas, om man ökar fordran på precision till det dubbla, d. v. s. om man begär 5 % medelfel i stället för 10 %.

*Exempel 10.* I avsikt att ge anvisning om sättet för en uppskattning av resultatet vid vissa former av markberedning med efterföljande hand-sådd ha nedanstående hjälptabeller L och M upprättats. De kunna tillämpas vid sådana former av markberedning, då inom en och samma markberedningsfläck frö då och då utsåts på mer än en begränsad, rut- eller streckliknande fläck. Man kan då efter några år ej avgöra, om nollfläckar förekomma inom de större markberedningsfläckarna, emedan eventuellt tidigare befintliga plantor vanligen ej efterlämna några iakttagbara spår.

1. Efter att ha bestämt anspråksnivån vid sådd, eventuellt med ledning av Skogsstyrelsens förut nämnda tillämpningsföreskrifter, undersöker man i första hand hur många plantförande fläckar eller »plantgrupper» per ha, som man vid taxering en viss höst normalt bör finna. Detta antal erhålles genom att multiplicera anspråksnivåns totala fläckantal per ha ( $N$  i tab. L) med  $1 - \frac{P_0}{100}$  nollfläckskvoten för taxeringshösten. Nollfläcksprocenten fås för tall ur nedanstående tabell L, beräknad för andra, tredje, fjärde och tionde hösten.

2. Den fortsatta undersökningen bör nu lämpligen avse den fläckantalsnivå, som faktiskt observerats vid taxeringen. För att finna den multiplicerar man  $\left(1 - \frac{P_0}{100}\right)$  för taxeringshösten enligt tab. L med totalantalet fläckar  $N$  i samma tabell. När efter försök med olika rader produkter  $N \cdot \left(1 - \frac{P_0}{100}\right)$  blir lika med det observerade antalet plantförande fläckar har man alltså funnit anspråksnivån  $N$ , uttryckt i totalantal fläckar per ha. Det praktiska arbetet underlättas därigenom, att man dels uppställer en tabell på samma sätt som tab. L, ehuru med värdena  $N \cdot \left(1 - \frac{P_0}{100}\right)$  införda i kolumnerna för de olika taxeringshöstarna i stället för värdena  $P_0$ , dels använder millimeterpapper vid de erforderliga interpoleringarna.

Tab. L. **Beräknade nollfläcksprocenter. Tall.**  
Calculated percentages of zero-patches. Pine.

Antal fläckar per ha Number of patches per hectare $N$	Antal plan- tor per fläck Number of plants per patch $m$	Obränt Unburnt				Antal plan- tor per fläck Number of plants per patch $m$	Bränt Burnt			
		2.	3.	4.	10.		2.	3.	4.	10.
		hösten autumn					hösten autumn			
2 000	11,9	4,8	6,4	7,6	11,2	7,5	6,4	7,8	8,9	11,2
2 500	10,8	6,2	8,1	9,5	13,5	6,7	8,1	9,7	10,9	13,5
3 000	10,0	7,5	9,5	11,1	15,4	6,1	9,5	11,4	12,6	15,4
3 500	9,4	8,5	10,6	12,3	16,8	5,7	10,8	12,8	14,0	16,8
4 000	9,1	9,3	11,5	13,3	17,8	5,4	11,7	14,0	15,2	17,8

Tab. M. Antal plantor per plantförande säddfläck. Tall.

Number of plants per seed patch with plants. Pine.

Plantor per fläck inkl. o-fläckar Number of plants per patch, zero-patches included <i>m</i>	Obränt Unburnt					Bränt Burnt				
	2.	3.	4.	5.	10.	2.	3.	4.	5.	10.
	h ö s t e n autumn					h ö s t e n autumn				
5						4,8	4,4	4,2	4,1	3,9
6						5,5	5,1	4,8	4,7	4,4
7						6,3	5,8	5,5	5,3	5,0
8						7,0	6,5	6,1	5,9	5,5
9	8,7	7,9	7,5	7,2	6,6	7,8	7,1	6,7	6,5	6,1
10	9,4	8,6	8,1	7,8	7,1					
11	10,1	9,3	8,7	8,3	7,5					
12	10,9	10,0	9,3	8,9	8,1					

Värdet *m*, d. v. s. antalet plantor per totalantal ursprungligen besädda fläckar *N*, avläses i tab. L och man går därmed in i tab. M. I denna tabell avläses nu slutligen det vid taxering olika höstar i medeltal erforderliga plantantalet per plantförande fläck, d. v. s. per plantgrupp.

### Viktigare litteratur

- BONNIER, G. och TEDIN, O., 1940. Biologisk variationsanalys.  
 BORENIUS, E., 1914. Skall granen sås eller planteras? — Finska Forstfören. medd., 31.  
 EIDE, E., 1920—25. Om saaforsøk med nordnorsk furufør. — Medd. fra det norske skogforsøksvesen.  
 ENEROTH, O., 1928. Om försommartorkan och våra säddmetoder (I). — Skogen.  
 — 1941. Om försommartorkan och våra skogsodlingsmetoder (II). — Norrl. skogsv.-förb. tidskr.  
 E. W., 1882. Om skogskulturer. — Skogsvännen.  
 ERNST, 1902. Vårsädd eller höstsädd? — Skogsvännen.  
 FISHER, R. A., 1950. Statistical Methods for Research Workers.  
 — 1947. The Design of Experiment.  
 GYLLENHAMMAR, G., 1914. Till frågan huru bör sädd av barrträdsför verkställas. — Skogen.  
 HEIKINHEIMO, O., 1932. Streck-rutsädd, en skogskulturmetod, som kan förordas. — Skogl. medd., 1.  
 HELMERT, F. R., 1924. Die Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate.  
 HOLMGREN, A., 1911. Sädd eller plantering i norrlandsskogarna. — Sv. skogsv.fören. tidskr.  
 — 1911. Skogssädd med tallför i Norrland. — Årsskr. för fören. för skogsvård i Norrland.  
 — och TÖRNGREN, E., 1932. Studier i den norrländska förnygringsfrågan. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.  
 HUSS, E., 1950—51. Om avvingningsskador på skogsför. — Medd. fr. Stat. skogsforskningsinst., 39.  
 KANGAS, E., 1942. Ergebnisse der Waldkulturen auf den Heiden etc. (Ref.) — Acta forestalia fennica, 49.  
 KENDALL, M. G., 1945, 1948. The advanced theory of statistics. I och II.

- LINDBERG, F., 1915. Om barrträdskulturer i Norrland. — Sv. skogsv.fören. tidskr., Suppl.
- 1916. Säddfläckarnas bearbetning vid skogssädd. — Skogen.
- MAASS, ALEX., 1907. Frömängden vid rutsädd af tall- och granfrö. — Medd. fr. Stat. skogsförsöksanst. 4.
- MELDEBERG, K., 1929. Neue Walddsaatmethode. — Comment. forestales, 3.
- MORK, ELIAS, 1931. Skogforyngelsesproblemet i Trøndelagen. — Tidskr. for skogbruk.
- 1949. Forsøk med markberedning og såing i Ljørdalen statsskog. — Medd. fra det norske skogforsøksvesen, 36.
- NYBLUM, E., 1923. Huru sent kan man utföra skogsfrösädd? — Skogen.
- SAMZELIUS, HUGO, 1901. Några ord i fråga om skogskulturer i Öfre Norrland. — Skogsvännern.
- SNEDECOR, G. W., 1946. Statistical Methods.
- S. T. T., 1890. Skogseldar och sädd af skogsfrö. — Skogsvännern.
- THELAUS, V. M., 1873. Om anställande af vetenskapliga undersökningar inom skogshushållningen. — Tidskr. för skogshushålln.
- TIRÉN, L., 1940—41. Till frågan om hyggesmognadens betydelse vid skogsodling. — Medd. fr. Stat. skogsförsöksanst., 32.
- 1944. Försök med sädd och plantering. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- 1946. Om skogsodling i Norrland. — Medd. fr. Stat. skogsforskningsinst., Ser. upps. nr 4. (Även Norrl. skogsv.förb. tidskr.).
- 1948. Några synpunkter på Norrlands skogsodlingsproblem. — Medd. fr. Stat. skogsforskningsinst., Ser. upps. nr 10. (Även Sv. skogsv.fören. tidskr.).
- WEATHERBURN, C. E., 1947. Mathematical Statistics (A first course in.).
- WIBECK, EDV., 1907. Frömängden vid rutsädd af tall- och granfrö. — Sv. skogsv.fören. tidskr.
- 1910. Om sambandet mellan fröets beskaffenhet och återväxtens mängd och fördelning vid grupsädd. — Sv. skogsv.fören. tidskr.
- 1913. Om självsädd och skogsodling i övre Norrland. — Medd. fr. Stat. skogsförsöksanst., 10.
- 1917. Skogsföryngringsfrågan i Norrland. — Skogar och skogsbruk.
- 1920. Om olika skogsodlingsmetoders förhållande till uppfrysningsskadan i Norrland. — Medd. fr. Stat. skogsförsöksanst., 17.
- 1926—27. Vår- eller höstsädd. — Medd. fr. Stat. skogsförsöksanst., 23.
- 1927. Kan den nuvarande barrskogsgrensens förskjutning uppåt? — Skogen.
- 1929. Ervägningen bei Wahl von Kulturmethoden in der schwedischen Nadelwaldwirtschaft. — Acta forestalia fennica.
- 1937. Några intressanta skogsodlingsförsök i fjällgranskog. — Norrl. skogsv.förb. tidskr.
- WIKSTEN, Å., 1948. Om några faktorer av betydelse för säddresultatet osv. — Medd. fr. Stat. skogsforskningsinst., 37.
- WIKSTRÖM, K., 1922. Höst- eller vårsädd av tall. — Sv. skogsv.fören. tidskr.

## Summary

### On experiments in sowing pine and spruce seed in Northern Sweden

#### Introduction

The author first presents a brief sketch of developments in reforestation questions in Northern Sweden since the first World War. Thereafter he states those issues which, in his opinion, should most be considered in relation to the experiments here treated. These are the following:

1) Under what conditions does forest culture yield a biologically satisfactory result?

- 2) Which forest cultural methods give the best results on various site-types, both from a biological and from an economic viewpoint?
- 3) What are the possibilities of improving or simplifying the methods that attract most interest?

In order to answer the first question it is necessary that systematic experiments, with at least some of the various methods, should be carried out, on different site-types and in various situations over a sequence of years. These experiments are intended to obtain the surest possible knowledge as to the facts concerning artificial reforestation, as these appear at present. It is only when these facts are known that there can be any question of explaining them. As knowledge of the conditions expands, however, there is also more need of basic research in forest culture. This need has already made itself strongly felt.

The second question can to some limited extent be studied in the light of the first. By simultaneously applying a number of different forest cultural methods, and fixing the value of each method's immediate results in relation to the expenditure of time and effort that has gone into it, the various methods can be compared and graded from different points of view. The choice of methods may in individual instances be affected by our notions of cause and effect. But any advantages that may be gained in this way should be regarded as *extra* to the experimental results. Systematic experiments, aimed at discovering a chain of cause and effect, can only in a very limited degree be combined with the main aims of the experiments.

The third question, touching the possibilities of improving or simplifying methods in reforestation, has been studied in close connection with the above issues, but in separate series of experiments. These have so far included time studies of various detailed factors, and the form to be taken by some of the more important sowing methods; from this they have passed on to studies of contract work and of mechanical reforestation. This work will appear in a later publication and be treated from several special points of view.

The author then goes on to deal in greater detail with the sowing experiments that have been carried out.

## Chapter I. Main characteristics of the methods used in the experiments

### Arrangement of the sample plots

The sowing experiments have been made by establishing sample plots. These have been chosen in clearing areas as uniform in respect to soil as possible. A list of these sample plots is to be found in Table 1. They have been arranged as simple block experiments with replications. Thus the following advantages have been gained. The very marked inequality in the soil's "fertility", found even in uniform sample plots, can in all important respects be eliminated, so that it no longer has any unfavourable influence on comparisons between the different methods applied in the plot. At the same time it becomes possible to use such mathematical-statistical distribution functions as allow us to judge the results fairly against



the background of the residual variation, even where the material only consists of a few observations. For details of the theory and practice of field experiments, together with other routine mathematical-statistical methods, we refer readers to works by FISHER (1932—1947), KENDALL (1945—1948), MATHER (1943), WEATHERBURN (1947), BONNIER & TEDIN (1940), SNEDECOR (1946), CRAMÉR (1927, 1949) and others.

The sample plots have been provided with 5 blocks lettered A—E, the different divisions of the experiment ("treatments") being distributed at random within the blocks. Spacing has invariably been 1.5 metre square spaces. Each sowing method is represented by 150 sowing spots, and the length of the block will therefore be 45 m. The width is determined by the number of "treatments"; this can vary in different plots from a few to more than ten. Figs 1 and 2 give a schematic example of the way a block experiment is planned.

Each method that has been studied has been given a number (method number) with ordinary arabic figures. The method retains this label throughout. The numbers given to the different methods appear in the list of sowing methods below.

Each method or other experiment, for example with different sorts of seed, applied in any given sample plot, constitutes a "treatment". As such, it has been given a number in Roman figures (experiment number). Two identical sowing methods, applied on the same sample plot, will thus have the same method number but each its own experiment number.

An experimental scheme for a sample plot with five "treatments" will have the following appearance:

Example of an experimental schema

Row	Bl. A	Bl. B	Bl. C	Bl. D	Bl. E
1	I	V	IV	I	III
2	IV	III	II	V	V
3	V	II	V	III	II
4	III	I	I	II	IV
5	II	IV	III	IV	I

The five "treatments" occur once within each block and are represented there by a row of thirty seed spots. The "treatments" have been assigned to different rows according to a method worked out by FISHER. This guarantees that the placing is entirely determined by chance. It is of the utmost importance that it should be so, otherwise we shall not be able correctly to interpret the results of the experiment. How the foregoing experimental scheme will appear on the ground can be seen from Fig. 2.

### Sowing methods

The nomenclature, method number, and description of methods hitherto used in sowing experiments are presented in the following summary:

*Description of methods used hitherto in sowing experiments.*

1) *Square(patch)sowing.* (Equipment: pickaxe or Mo and Domsjö pick, abbreviated Modo pick, rake.

The humus cover is removed with the aid of the pickaxe from a more or less square quadrangle measuring 30 to 40 cm on its sides. The mineral soil is laid bare and is scraped clean of any humus, and at the same time flattened and evened out so that a smooth surface is created. If the mineral soil is hard and solid, it is perforated on the surface to a depth of approximately  $\frac{1}{2}$  to 1 cm with the aid of the rake.

On soil that has humus more than 10 cm thick, the ground vegetation is removed and as much of the humus cover that a black, well-moulded bottom layer is obtained in the patch. This is cut in a quadrangle with sides measuring between 40 to 50 cm. The bottom is flattened and evened out. If the bottom is hard and solid, it is perforated (scratched up) to a depth of about 1 cm from the surface.

The seed is sown evenly over the patch, and bedded down very lightly by mixing the seed and the surface layer of soil in the patch, with the aid of the rake. It must not be beaten or stamped or pressed flat with the hand.

2. *Strip sowing*. (Equipment: Modo pick with blade, rake.)

The method is the same as in square sowing, with the difference that the sowing spot is drawn out lengthwise: 15 × 60 cm up to 25 × 100 cm.

3: 1 *Square strew sowing*. (Equipment: pickaxe or Modo pick with blade.)

When the humus layer or a part of it has been removed, as in square sowing, the seed is sown evenly over the sowing spot, whereafter the sowing spot's surface is stamped down hard. Then cover material is crumbled with the fingers over the sowing spot, so that the seed is covered by a layer of cover material at most 1.0 cm deep.

The various cover materials are described by letters immediately after their respective numbers.

- 3: 1a Square strew sowing with ant heap
- 3: 1b » » » » duff
- 3: 1c » » » » sawdust
- 3: 1d » » » » peaty mud
- 3: 1e » » » » clearing humus
- 3: 1f » » » » moss and grass
- 3: 1g » » » » twigs, sticks etc.
- 3: 1h » » » » bilberry bush.
- 3: 1i » » » » green spruce twigs
- 3: 1k » » » » mineral soil

3: 2 *Strip strew sowing*. (Equipment: Modo pick with blade.)

The method is the same as in square strew sowing, with the difference that the sowing spot is drawn out lengthwise: 15 × 60 cm up to 25 × 100 cm.

4: 1. *Square border sowing*. (Equipment: pickaxe or Modo pick with blade, rake.) The sowing spots are made in the same way as in square sowing.

The seed is sown along the borders of the spot, inside a 5 cm wide belt, measured from the edge of the patch. The seed is then very lightly bedded down as described previously.

4: 2. *Strip border sowing*. (Equipment: Modo pick with blade, rake.)

The sowing spots are made in the same way as when strip sowing. The seed is sown and bedded down in the same manner as in method 4: 1.

5. *Surface sowing*. (Equipment: saw pick.)

The ground vegetation and the top portion of the humus layer are skimmed off from approximately square patches with sides measuring 30 to 40 cm, according to the thickness of the humus layer and the density of the ground vegetation. A dark-coloured, well-moulded bottom layer in the sowing spots should be aimed at.

The seed is sown, distributed evenly over this, then the seed spots are stamped down and a layer of cover soil, of maximum thickness 1.0 cm, is laid over them.

On sites with very thin humus the mineral soil is often laid bare by this method, which thus becomes similar to square strew sowing.

6. *Knife sowing.* (Equipment: saw pick and knife.)

The sowing spots are made in the same way as when surface sowing. The surface is stamped down and one or two slices are cut with a knife at some suitable point; by twisting the knife these are widened to a maximum width of 1 cm. The depth of the slice may not exceed a maximum of 2 cm. The seed is sown in the slices. The slices are left open.

7. *Scratch sowing.* (Equipment: pickaxe.)

A line measuring 10 to 15 × 50 to 60 cm is cut with the blade. It is often advantageous first to cut two parallel scratches with the pick and then use the blade. On sites having a thickness of humus of less than 10 cm, the mineral soil is usually laid bare on the bottom.

The seed is sown and bedded down quite easily and lightly with the hand or with a stick.

8. *Inverted turf sowing.* (Equipment: Modo pick with blade, rake.)

A piece of turf is cut loose and taken up cleanly from the pit. The size should be 40 to 50 cm square. If possible the turf is cut so deeply downwards, that a little mineral soil sticks to its underside. If this is not practicable, then the turf must in any case be cut to such a depth that the bottom side consists of black, well-moulded humus. The turf is inverted and laid back in the pit with the vegetated side downwards. It is then stamped or pressed down in some other way, so that it fits exactly in the pit without buckling. The seed is then sown and quite lightly bedded in with the aid of the rake. When the work is finished the surface of the sowing patch should be level with the surrounding site.

9. *Gully sowing.* (Equipment: Modo pick with blade and stick.)

A piece of turf is cut up with the Modo pick, as in square sowing, and with four sides of between 30 and 40 cm aside. The mineral soil is scraped clean and evened out. A furrow approximately 0.5—1.0 cm deep is then drawn with the stick, close to the two sides that get most shade (the south and the west) or, if either of these is inappropriate, then close to whichever side is most suitable. The seed is sown in the furrow. The furrow is then lightly covered with soil.

10: 1. *Deep-tilled square sowing.* (Equipment: pickaxe, rake.)

The sowing spots are made in the same way as in square sowing, but are not scraped clean. The mineral soil is hacked up to the depth of the pick-blade, either with the pick or the blade, and mixed up; the surface of the sowing spots is then stamped down hard, so that it becomes flat and even. The seed is then sown and lightly bedded down with the rake.

10: 2. *Deep-tilled strip sowing.* (Equipment: Modo pick with blade, rake.)

The method is the same as in deep-tilled square sowing, with the difference that the sowing spots are drawn out lengthwise: 15 × 60 cm up to 25 × 100 cm.

11: 1. *Deep-tilled square strew sowing*. (Equipment: pickaxe or Modo pick with blade.)

The sowing spots are made in the same way as when square sowing but are not scraped clean. With the pick or the blade the mineral soil is hacked up to the depth of the pick blade, mixed together and evened out. The seed is then sown, after which the surface of the sowing spots is stamped down hard and cover material is laid on to a maximum thickness of 1.0 cm.

11: 2. *Deep-tilled strip strew sowing*. (Equipment: Modo pick with blade.)

The method is the same as in deep-tilled square strew sowing, but with the difference that the sowing spots are drawn out lengthwise: 15 × 60 cm up to 25 × 100 cm.

12: 1. *Precision square sowing*: (Equipment: pickaxe or Modo pick with blade, rake.)

The method is the same as in ordinary square sowing, but the work is carried out with all possible precision.

12: 2. *Precision strip sowing*. (Equipment: Modo pick with blade, rake.)

The method is the same as in ordinary strip sowing, but the work is carried out with all possible precision.

13: 1. *Square sowing with mold, stamped down*. (Equipment: Modo pick or pickaxe with blade, rake.)

The method is the same as in ordinary square sowing, but with the difference that the sowing spots are stamped down thoroughly after the seed has been bedded in.

13: 2. *Strip sowing with mold, stamped down*. (Equipment: Modo pick with blade, rake.)

The method is the same as in ordinary strip sowing, but with the difference that the sowing spots are stamped down thoroughly after the seed has been bedded in.

14. *Hook sowing*. (Equipment: saw pick, sowing hook.)

The ground vegetation and the topmost layer of the humus are removed with the saw pick, as in surface sowing. The mineral soil must not be laid bare. If the ground vegetation is thin and the humus layer also thin, the work with the saw pick need not be carried out.

With the sowing hook a couple of furrows, 1 to 2 cm deep, are scratched in the earth, the furrows are evened out with the back of the hook, the seed is sown, and pressed down lightly in the bottom of the furrows. The mineral earth must appear in the bottom of the furrows.

15: 1. *Square sowing, not covered with mold* (Equipment: pickaxe or Modo pick with blade.) The method is the same as in ordinary square sowing, but the seed is not bedded in.

15: 2. *Strip sowing, not covered with mold*. (Equipment: Modo pick with blade.)

16: 1. *Less precise square sowing*. (Equipment: pickaxe or Modo pick, rake.)

This is carried out in the same way as ordinary square sowing, although with little care for accuracy, especially when carrying out the hacking and bedding work. The number of seeds sown should, however, be carefully kept the same as in the other methods.

16: 2. *Less precise strip sowing*. (Equipment: Modo pick, rake.)

The method is the same as in less precise square sowing, with the difference that the sowing spots are drawn out lengthwise as in ordinary strip sowing.

In Chapter I follow certain items of information concerning the seed used, on time-taking, estimating the difficulty of the work, and revisions. Information is also given on the descriptive plans for different sorts of vegetation, geological basis, type of soil, etc. Finally it is stated that, according to the experiments, it has been established that there is a constant ratio between the number of seeds sown and the number of plants found during the first autumn after sowing (Fig. 3). This makes it possible to calculate all the figures for plants so that they correspond to a sowing of 50 germinable seeds. This greatly simplifies part of the investigation.

## Chapter II. General review and discussion of certain sowing results

As an introduction to the following chapters it would seem advisable to give a very brief review of some of the results achieved by the experiments. For this purpose we only use simple average figures, usually without any respect to the varying composition in the groups of, e. g., years and ages etc. It is not until a later chapter that we come to the comprehensive problems which arise when an attempt is made to purify the material.

This survey gains in interest if the sample plots are divided into one group which gave good results and one which gave poorer results. Only those plots for which there are at least two revisions are considered, the first autumn's revision not included. Further, we shall restrict ourselves to square sowings only, such as are to be found on all sample plots. We take as our basis the following number of plants per sowing spot and per 50 germinable seeds, which provide a minimum if the sowings are to be regarded as part of the better group.

	Pine	Spruce
Unburned land.....	6	5
Burned land.....	5	4

The figures do not correspond to any such demands as will be made in Chapter IV. Accurate calculations will be made in a later chapter. A closer study of Table 3, in which the division into two groups is made, leads us to the following conclusions, briefly summarized as follows: — The reader should note that these conclusions have been drawn from heterogeneous material, composed of different years and plots of different ages, etc.

1. We find that square sowings on healthy berry-bush type belong predominantly to the better group at all heights above sea level that have been studied, and both on burned and unburned ground. In the better group there is usually a very considerable average number of plants per sowing spot. Even in "other sorts of ground", this comprehending for the most part moist sites and sites that are rich in herbs and grasses, the number of plants is not seldom rather large.

2. Concerning the influence of the height upon the sowing results, the table gives the impression that certain difficulties begin to make themselves felt on unburned land above the 500 m level. On burned clearings this tendency is less strong, or does not exist at all, (as for pine).

3. A certain difference appears very clearly between pine and spruce on un-

burned land. The pines in general show a greater number of plants per sowing spot than the spruce. This difference, on the other hand, is insignificant on burned ground. This applies to sowings that have survived at least one winter. In Chapter III it will be shown that it is almost impossible to show any difference, with certainty, between pine and spruce the first autumn. This therefore implies that the plant loss is of different strength as between pine and spruce (cf. Chapter III).

Further it is found that 23 % of the spruce plots on healthy berry-bush type fall into the unsatisfactory group, but only 11 % of the pine plots. It is considered that the pines are more satisfactory to work with when sowing than spruce; and this view is supported by the present material.

4. The difference between unburned and burned land does not appear in the number of plants per sowing spot, in the way that it was expected to. On the contrary, the number of plants is rather higher on unburned than on burned clearings of healthy berry-bush type. For pine in the better class we obtain an average of 15.5 on unburned land, and on burned land 12.3 plants per sowing spot. The corresponding figures for spruce are 11.1 and 10.3 respectively. These figures should however be taken with some reserve, since both for pine and spruce burned land is represented by plots which on an average are older than the unburned. — On the other hand, the division between the better and the worse group is exactly what was expected. Of the pine plots on unburned healthy berry-bush type 14 % have fallen into the worse class, while on burned land of the same sort only 4 % fall into this class. The corresponding figures for spruce sowings are 29 % and 8 %. Thus, the favourable influence of burning-over on sowing-results appears with great clarity.

It is interesting to note the relations between these and the above-mentioned percentage figures. For pine we had 11 but for spruce 23 % poor plots, i. e., about twice as many. The same proportion between pine and spruce is seen again both for unburned and burned land where the percentage figures are 14 and 29 % and 4 and 8 %, respectively. The relation between percentages of bad plots on unburned ground and on burned ground is 3.5 for pine and 3.6 for spruce, i. e. virtually the same. This similarity can be regarded as to a certain extent supporting our suspicion that there is a significant difference between the two sorts of trees and the two methods of treating the ground.

5. The material for "other sorts of site" is very scarce. For pine, however, even moist berry-bush and berry-bush with an admixture of low-growing herbs, both burned and unburned, would seem to give good sowing results. The only two bad plots in the 400—499 m level are situated on calcareous, weedy herb types. The three bad spruce plots in the same height level are situated on the same or similar sorts of site. The bad spruce plot in the height-level 200—299 lies on a very weak damp berry-bush site. For spruce, 4 of the 9 plots, or 45 %, on unburned ground, belong to the worse group. The corresponding percentage for pine is 22. The figures are higher than for healthy berry-bush sites, where they were 29 and 14 % respectively, but in both cases they are in a proportion of approx. 2 to 1.

6. For reasons that have already been given, neither detailed nor definitive conclusions can be drawn from the present summary. It would seem, however, that the results justify some optimism as to the possibilities of forest seeding in Northern Sweden, at least to the extent that a sufficient average number of plants can be produced without too much difficulty.

It remains however to give a more detailed account of the results attained, and to give measures to be taken in order to achieve any previously determined result under given conditions.

We shall now proceed to a closer study of the sowing results the first autumn at different height levels and in various formation years. Here our intention is, for the moment, only to discover whether the height and the formation year play any important part in determining plant results, and whether any interaction can be discovered between the height level and the year.

These enquiries have led us to see the matter in the following light:

1. The height level has very minimal influence on the number of plants the first autumn, with the exception of levels above approx. 400 m above sea level, where the number of plants on unburned ground shows a certain tendency to diminish.

2. The formation year, i. e., the nature of the year, plays an important part in determining the number of plants, and this is particularly the case above 400 m above sea level (cf., Table A.).

3. Pine and spruce react to a great extent in the same way to various sorts of year. But there is reason to suspect that in some bad years the pines have suffered more than the spruce.

4. The nature of the year has influenced all sowing methods; but in certain districts, at least, it would seem to have influenced some more than others.

## Chapter III. Plant percentage and plant losses

### Plant percentage

By *plant percentage* (100 *p*) is meant the number of normal seedlings that are obtained from 100 germinable seeds in the apparatus after 30 days.

On an average, and for a series of years that has been intermittently interrupted, square sowing and strip sowing have given the same plant percentage within the limits of chance variations.

The plant percentages on unburned ground and on burned ground are not demonstrably different; and this means that burning-over in itself cannot be ascribed any very significant influence on the plant percentage. In the less accurate work, on the other hand, it is possible that in practise a certain difference is noticeable, redounding to the advantage of burned ground.

The plant percentages for pine and spruce are the same on burned ground. On unburned ground the pines show a significantly higher percentage than the spruces for certain years, but on the other hand it is not possible to assume with certainty that for the other years the plant percentage for pines is greater than for spruce. It is probable that a certain difference could be found between the percentages of the two sorts of tree over a long period of time, but it is not possible to say how large this would be. It is most likely that in the long run the plant percentage for pines would be somewhat higher than for spruce. But from now on we shall reckon with an identical plant percentage for pine and spruce.

Concerning the plant percentages of the height levels, it is possible with a certain degree of probability (not quite 0.95) to assume that the plant percentage

above approximately 400 m above sea level is smaller than it is below this level. The plant percentage for pine, but not for spruce, has proved to be greater in the height level 300—399 m than in the lower level 200—299 m above sea level. The difference is significant, ( $P = 0.02-0.01$ ), but is for the time being to be taken with some reservation, since this result is *a priori* difficult to explain. Among other things, spruce shows the same tendency in strip sowing, but not in square sowing, and this indicates that other circumstances than the height level are responsible.

The results of the experiment are shown in Table 4. The group averages shown in this table are subject to rather large standard deviations, and the relationships that have been sought have as a rule been either very weak or non-existent. In view of this fact, and until we have the results of later experiments to work with, we would seem to be justified in merging some of the groups in Table 4. This has been done in Table B (and Table 5), and this table should therefore be used for practical purposes instead of Table 4.

Concerning Table B, it is to be noted that the unevenness of the material prevents us from softening the transition from height-level 200—399 m to height-level 400— m on burned ground and making it less artificial than it appears in the tables.

For the sake of comparison with the figures in Table B, we may point to the average plant percentages on unburned moist types of ground, which was 26.7 for all height-levels, i. e., very nearly the same as the average figures  $(2 \cdot 31 + 20)/3 = 27.3$  in Table B. It may further be noted that, when sowing in a plant nursery and without watering, an average plant percentage of 60—70 can be regarded as a good result, i. e., forest site sowing would seem to give on an average about half as large a percentage as nursery sowing.

### Plant losses and survival quotient

The number of plants which survive after a certain number of years, out of 100 one-year plants alive the first autumn, is called the survival percentage. A hundredth of this is called the *survival quotient* and is indicated thus  $k_t$ , the index  $t$  referring to the serial number of the autumn to which the survival quotient relates.

The real number of plants in the material is used when calculating the observed survival quotients for square sowing, strip sowing, square border sowing, and scratch sowing on sample plots with a least 5 revisions. The values are smoothed out with the aid of function (1), called the survival function. The results have been summarized in Table C. The functions referred to here apply to all four sowing methods and all height-levels.

On the basis of the survival functions in Table C the probable values of  $k_t$  have been calculated for  $t = 1-5$  and  $t = 10$ , and these are presented in Table 7.

A closer study of the constant  $a$  in (1), which gives the position of the asymptote to which the survival quotient with increasing  $t$  approaches, indicates the following.

Pine and spruce on unburned ground are distinctly different from one another. The pines approach a considerably higher placed asymptote than the spruces do, i. e., the spruces have a smaller capacity for survival than the pines have. The same tendency is to be observed on burned ground, but here it is not so marked, and does not quite reach the significance limit  $P = 0.05$ .



The difference between the position of the asymptote for burned and unburned ground is inconsiderable and without significance for pine, but rather large for spruce, and (with  $P = 0.06$ ), approaches the significance limit 0.05. From the point of view of survival, therefore, spruce has had more advantage from burning than the sturdier pines have had. From this it would seem possible to draw the conclusion that burning-over, as a preparation for sowing, has relatively greater importance where spruce, than where pines, are to be sown.

## Chapter IV. Plant distribution and the quotient of zero patches

ENEROTH (1945) has found that the negative binomial distribution gives the frequency distribution of the number of plants in natural reforestations and sowings. The formulae (6) make it possible to calculate the frequency of the sowing spots with 0, 1, 2, 3 etc. plants. To do this, we must know the average value  $m$  and the square of perturbation  $q^2 = \frac{Q^2 - 1}{m}$  where  $Q^2 = \frac{s^2}{m}$ .

The functions in Table D have been produced in order that we can calculate the square of perturbation. They are based on the available material from square and strip sowings. The functions have been calculated for various values of  $m$ , and are presented in Table 8.

A comparison between the figures in Table 8 should lead us to the following general conclusions.

The square of perturbation is greater for pine on unburned healthy ground than for spruce on the same ground within the whole area  $m = 1$  to  $m = 30$ . On burned healthy ground the square of perturbation is greater for pine than for spruce, within the area  $m = 5$  to  $m = 30$ . Beneath  $m = 5$ ,  $q^2$  is, however, greater for spruce than for pine. In general therefore it should be possible to reckon with a more prominent perturbation for pine than for spruce.

The square of perturbation on unburned healthy ground is greater than on burned healthy ground, both for pine and for spruce and within the whole area  $m = 1$  to  $m = 30$ . Burning-over therefore diminishes the perturbing influences for both sorts of tree and conduces to a more even sowing result.

On moist unburned types of ground the square of perturbation for spruce is unusually high within the area  $m = 1$  to  $m = 3$ , and is greater than for spruce on unburned healthy ground within the rest of the area, even up to  $m = 30$ , also. Much moisture in the ground thus conduces to uneven sowing results.

### Quotient of zero patches

The quotient of zero patches in a sowing can as a rule be calculated with fair approximation from (6) or (13), where the average value  $m$  is known, and also the variance  $s^2$  (cf. Fig. 11). A faint tendency to underestimate the quotient of zero patches would, however, seem to occur particularly at the second and later revisions. The question of how these deviations occur is discussed and shown to be connected with the way in which plant losses occur, these being concentrated chiefly in the area beneath the average for the plant distribution.

With the aid of (13) and the functions in Tables C and D the zero patch percen-

tages have been calculated for the first, fifth, and tenth autumn after the sowing, and these have been presented in Table 9. The table is arranged on the basis of the first autumn's average number of plants per sowing spot. For making rough estimates the table may be used even in cases where only the number of plants per sowing spot is known, e. g., at the second autumn. This number is then converted to the average corresponding number of plants for the first autumn by dividing by  $k_2$  in Table 8.

The following general conclusions can be drawn from Table 9, touching the probable zero patch percentage after 10 vegetation periods.

For the same number of plants the first autumn, pine shows a lower zero patch percentage than spruce both on burned and unburned healthy ground within the whole area  $m = 1$  to  $m = 20$ , inclusive.

The zero patch percentage on unburned land is greater than on burned land, both for pine and spruce, and within the whole area  $m = 1$  to  $m = 20$  inclusive, where the value  $m$  is the same.

It further appears from the table that the *sequence* between tree-types and ground treatments is partly different the first autumn from what it is at the tenth autumn. Thus, for example, pine on unburned ground has higher zero patch percentages than spruce within the whole area  $m = 1$  to  $m = 20$  at the first autumn, the opposite being the case the tenth autumn. The same situation occurs also on burned land from  $m = 5$  incl., and upwards.

### On the quotient of zero patches for different spacings of seed spots

In order to exploit the zero patch percentages given in Table 9 for other arrangements of the seed spots than 1.5 m, which has been used on the sample plots, we need definite information as to which zero patch percentages may be regarded as meeting identical requirements in different arrangements. In practise it is preferably the highest permissible zero patch level that attracts interest.

Theoretical study of the probability of different configurations of several zero patches together, representing an area of 10 m<sup>2</sup>, coinciding, a relationship has been established between the quotient of zero patches and the spacing that meets the same level of requirements. From these relationships one has been chosen that yields what, in this essay, is called the maximum permissible zero patch percentage. This level is characterized by the fact that, for 1 000 spots per hectare, it gives a quotient of zero patches of 0.05 (Table 10).

Instructions are also given how to calculate other levels than those chosen here, and examples are given of the results of such calculations in two special instances.

## Chapter V. Seed correction

In order to calculate the quantity of seed for a sowing, we proceed in the following manner: — Table 10 gives the highest zero patch percentage that should be found the tenth autumn. This percentage is then looked up in the column for the tenth autumn in Table 9. Thence one proceeds horizontally to the  $m$ -column, which gives us the necessary number of plants at the first autumn. The plant percentages in Table 5 being known, it is now easy to calculate the necessary sowing of germin-

able seed. This seed quantity will, on an average, yield the results that are desired. If the observations are distributed rather symmetrically around the average, however, this means that about half the total number of sowings that have been made according to these rules will not reach the requisite level in the long run, while the other half will exceed it.

We would seem therefore to be justified in increasing the quantity of the seed, in order to reduce the number of unsatisfactory sowings. This is done by multiplying the *basic sowing* arrived at by the foregoing rules, by a correction factor which we call the *seed correction* and which is designated by  $F$ .

The size of the seed correction has been worked out for different percentages of unsatisfactory sowings in the manner now briefly to be described. After choosing certain suitable spacings, the average number of plants per sowing spot the first autumn has been calculated from Tables 10 and 9. The basic sowing of germinable seed that corresponds to it has been calculated from the information in Table 5. All sample plot results for square sowing have been recalculated to this sowing. The differences between the numbers of plants obtained in this way per sowing spot, and the average  $m_b$ , calculated according to Tables 10 and 9, were distributed in the manner seen in Fig. 14. The distribution is approximately normal and shows that the basic sowing yields about 50 % positive and 50 % negative deviations.

Assuming the distribution to be normal, it is now possible to calculate by how great a part  $t$  of the standard deviation  $s$  the average  $m_b$  needs to be increased, in order that certain definite percentages of the observations shall be less than  $m_b$ . The seed correction is then obtained from the formula  $F = (m_b + t \cdot s) / m_b$ . In reality it is very much the same in the different groups of material. Neither the type of tree, burning nor height-level has any notable influence on it. Its average value is to be found in Table 11.

### On the manner of calculating the best possible seed correction

When calculating the optimum seed correction, we have first found out how large the relative labour contribution must be when, for any given year, larger or smaller percentages of the total sowing area have been found unsatisfactory according to the foregoing rules. The available material is not very extensive but must be used for lack of any better. It is presented in Fig. 15 and formula (17). The latter states that, where  $x$  per cent of the sowing area has been found unsatisfactory, it will be necessary to fill in gaps on 0.75  $x$  or 75 % of the unsatisfactory area or else, if the spacings are varied, in 75 % of the sowing spots on the unsatisfactory sowings.

When certain conditions have been established for the following calculations, the cost has been reckoned for

- 1) the seed at the original sowing
- 2) the cost of seed and labour at the requisite extra sowing. The latter has been calculated partly for a first sowing without seed correction, partly for sowings that have been augmented by various seed corrections. The seed corrections for extra sowings have been determined in such a way that the final results in all cases will be 10 % unsatisfactory sowings. The results of these calculations can be found in Table E.

The table shows that there exists a minimum cost, and that this lies at various

percentages of unsatisfactory sowings, depending on the cost of the basic amount of seed per hectare. With the aid of Figs 16 and 17, the seed corrections for minimum costs, the "best" or "optimum" seed corrections, together with a number of other items of information, have been calculated and presented in Table 12.

The following conclusions may immediately be drawn from Table 12. Assuming normal conditions in regard to labour expenses, it is economically profitable to increase the sowing considerably beyond the basic sowing. This is particularly true in cases where the cost per hectare is low. The more expensive the basic sowing, i. e., the more seed that is needed per hectare or the dearer the seed per kg, the more important it becomes to economize in seed, as can be seen from the falling seed corrections in line 1 of the Table. At the same time, of course, the percentage of unsatisfactory sowings increases, and this means that gaps must be filled in on an increasing portion of the area.

In order to show which differences in cost arise if other seed corrections than the optimal are used, a number of calculations have been made, the results of which are shown in (Table F and) Fig. 18. Here can be seen the relative cost at 20, 40, 60 and 100 Swedish Crowns costs for basic sowing per hectare. The unit is the minimum cost. The figures on the  $x$ -axis mean seed corrections at the first sowing (above) and at the extra sowing (beneath). The minimum point is therefore reached for, e. g., the 20 cr.-curve at the point 1.55, which, according to Table 12, corresponds to a basic sowing price of 20 Swedish crowns.

These results have the following implications. For each basic sowing price there is an optimum economic sowing quantity. If very much larger quantities than the optimal are used, one runs the risk of economic losses in the long run. The same is true if smaller quantities than the optimal are sown, but here the losses are smaller than in the former case, and are usually quite small. The economic losses due to deviating from the optimal seed corrections are thus of great importance only when these are exchanged for very high seed corrections.

A study of the total consumption of seed in the various optimal seed corrections shown in Table 12, indicates (Table G) that it is highest for high and lowest for low seed corrections at the first sowing. Leaving out of account the seed consumption for the highest seed correction, the other differences hardly have any decisive importance.

The studies therefore lead to the view that, in general, the optimal seed corrections given in Table 12 should be adhered to, and that a reduction in these only produces a very insignificant saving in seed, whilst it at the same time increases the need for filling in gaps (cf. Table 12) and so should not be admitted.

On the other hand there are factors which conduce to an increase in the seed corrections, over and above the optimal values given in Table 12. For, if there is a plentiful supply of seed and there is no danger of a seed shortage, such an increase will imply that the areas to be filled in will be reduced. Small need of filling in is an advantage that can be rated high, in some instances very high, i. a. l. as a result of less need of competent inspection work and other general costs etc. From Table 12, however, it should be possible to state that the seed correction at the first sowing should nowhere exceed 1.83. In the next chapter we shall deal with the alternative of rounding off the maximal seed correction value to 1.8.

## Chapter VI. Example and illustrations to Chapters III—V

*When in the following chapter we speak of a certain sowing as "satisfactory" or "unsatisfactory", we mean only that it can be approved or rejected according to the rules given in this study and for the assumed conditions. The varying conditions which occur in practise may certainly imply that circumstances ignored here may play a great or even decisive part.*

To avoid further repetitions it is to be noted here that, where nothing is said to the contrary, the following examples refer to square- or strip-sowing on healthy, berry-bush type, or healthy berry-bush type with an admixture of low-growing herbs. The reader is further reminded that the sowing experiments have been made with seed suffering from de-winging damages to an extent that may be regarded as characteristic of Northern Sweden during the last few decennia. What the influence of these damages can have it is not possible even to guess at the moment. De-winging damages express themselves, however, in such effects as lowered plant percentages, and so it is reasonable to suppose that the figures in Table 5 are rather lower than what it is hoped they will be later on.

*Example 1.* Pine sowing carried out in the spring of 1950 on unburned ground. Checked the first autumn 1950 (first autumn), at which date were found 3 000 sowing spots per hectare and 10 plants per sowing spot, average. Can this sowing be regarded as satisfactory?

Assuming the number of patches per hectare to be satisfactory we have, then, to judge the sowing from the number of patches observed.

From Table 10 we find that the maximum permissible zero patch percentage for 3,000 sowing spots per hectare is 15.4. Table 9 shows that, for 10 plants per sowing spot a zero patch percentage of 15.3 may be expected after 10 summers. This sowing should therefore be regarded as satisfactory.

*Example 2.* Pine sowing on unburned ground, spring 1948. The sowing was checked the autumn 1950 and was then found to contain 2 500 sowing spots per hectare and 6.2 plants per sowing spot. The zero patch percentage has not been reckoned. How should the sowing be judged?

The estimation was made the third autumn and, according to Table 8 ( $k_2 = 0.775$ ), the sowing at the first autumn would have shown approximately  $6.2/0.775 = 8.0$  plants per sowing spot. According to Table 10 the maximum permissible zero patch percentage is 13.5. But Table 9 shows that with 8 plants there is the risk of 21.3 % zero patches after 10 years. Consequently the sowing must be regarded as unsatisfactory. — In such a case as this it is appropriate to consider planting 3/0 pines in the greater portion of the empty spots. It is however cheaper to arrange things in such a way that the sowing is checked the second autumn, at the latest; in this case it is usually possible to re-sow the empty and poor sowing spots.

*Example 3.* The same data as in Example 2, above, but with the difference that the sowing is made on burned ground.

We find a plant number 8.3 the first autumn ( $6.2/0.751$ ) and according to Table 9 a zero patch percentage that is less than 10. Since 13.5 % is permissible, the sowing is good.

*Example 4.* Same data as in Example 2. Let us suppose, however, that when checking the sowing the zero patch percentage was also observed and found to be 10 %. The number of plants the first autumn was found to be 8.0, which would imply 21.3 % zero patches the tenth autumn.

According to Table 9, the sowing should normally show 14.5 % zero patches the third autumn, which is found by graphic interpolation between the figures in Table 9, line  $m = 8$ . In reality, however, only 10 % zero patches were found.

Here we must pause briefly to explain how we have to proceed. Let us suppose that we observe the sowing the first autumn, and that, instead of 8.8 % zero patches (see Table 9 for  $m = 8$ ), it is found to contain e. g. 15.2 %. To calculate how many zero patches this sowing will show the tenth autumn, rather detailed calculations must be made, relative to the perturbation and the equations (2—5). Despite this, we only reach an approximately correct result. A simpler approximation can be reached by assuming that the sowing with  $m = 8$  and  $P_0 = 15.2$  develops relatively in the same way as a sowing with  $m = 6$  and  $P_0 = 15.2$ . This would thus imply that the sowing showed 29.7 % zero patches the tenth autumn.

If this approximation is applied to our example we find that (by interpolation) a sowing with  $m = 10$  yields approximately 10 % zero patches the third autumn. The sowing may thus be calculated to show something in the region of 15.3 % zero patches the tenth autumn. The permissible percentage was 13.5. In view of the uncertainty of the calculations, so small a difference as 1.8 percentage units cannot possibly justify a rejection. The sowing should thus be approved.

*Example 5.* It has been decided to make a strip sowing at a height of 300 m above sea level and in a 2.2 metre arrangement. We assume that the intention is to make the arrangement in such a way that the number of strips per hectare is actually 2,000. The ground is unburned and the type of tree is pine. The question is: how many seeds will be required per strip?

In Table 10 the highest permissible zero patch percentage for 2,000 strips per hectare is found to be 11.2. Table 9 shows that with 12 plants per strip the first autumn one can reckon with 11.0 % zero patches the tenth autumn. Consequently one must have almost exactly 12 plants per strip the first autumn. From Table 5 it appears that the plant percentage, in this case is on an average 31. Thus  $x = 12/0.31 = 39$  germinable seeds will be needed per strip. This, then, is the basic sowing. If the 1000-grain weight is 4.4 gr, we find that the basic sowing in kg per hectare =  $0.000044 \times 39 \times 2,000 = 0.34$ . Since the price of pine seed per kg can be assumed to be 70 Swedish crowns, the price of the basic sowing per hectare will thus be =  $70 \times 0.34 = 23:80$ , or, in round figures, 24 crowns. According to Table 12 or Figure 17, this price requires a seed correction at the first sowing of 1.48, and thus the economically best sowing, calculated in germinable seed =  $1.48 \times 0.34 = 0.50$  kg/ha or  $1.48 \times 39 = 58$  seeds per strip.

If, in order to reduce the risk for supplementary planting, it is decided to sacrifice rather more seed at the first sowing, the sowing should be reckoned as  $1.80 \times 0.34 = 0.61$  kg/ha or  $1.80 \times 39 = 70$  seeds per strip.

*Example 6.* Same data as in the foregoing example, with the difference that the planned sowing is a square sowing with 3,500 squares per hectare.

In the same way as in the foregoing example we find in Tables 10, 9 and 5 a basic sowing of 31 seeds per square and 0.47 kg/ha. The cost of the basic sowing

is thus 33 crowns, with according to Fig. 17 gives a seed correction of 1.36. The sowing should thus be calculated to  $1.36 \times 0.47 = 0.64$  kg/ha and 42 seeds per square.

By raising the seed correction to 1.80 we get a sowing of 0.85 kg/ha and 56 seeds per square.

It is clear from a comparison with Example 5 that close arrangements result in greater expenditure of seed than open arrangements do, despite the fact that a higher zero patch percentage is permitted in the closer arrangements.

*Example 7.* To facilitate the survey we have calculated below the economically best first sowing of germinable seed for various height levels and counties in Northern Sweden. We take as our conditions strip sowing in arrangements that can be assumed to give respectable results. The arrangements are to be found in Tables H and K. They correspond to the plant numbers in Tables 3 and 4 on page 63 in the Forestry Board's proposals for a directive concerning the application of the forest protection law (1949), but with certain alterations later proposed by the Institute.

The calculation is made in a manner that appears more clearly in example 5. The 1000-grain weight is assumed to be 4.4 gr, this being the mean value for a great number of cleaned seed samples from different heights in Västerbotten county. The seed price is calculated at 70 cr/kg for pine and 50 cr/kg for spruce. The result is to be found in Tables H and K.

Under the heading "Sowing" is given the amount of seed used at the first sowing in kg/ha and seeds per strip which, relative to the price of the seed, and the requirements for extra sowing, is most advantageous from an economic point of view. Further, under the heading "Maximum ditto" has been calculated the sowing which on an average will make it just possible to do without extra sowing. This is obtained by everywhere applying the seed correction 1.80. According to circumstances, a sowing should be selected that lies between these two limits.

When studying the tables it should be noted that the strong increase in the sowing on unburned land above 400 metres above sea level is due to the considerable fall in the plant percentage from 31 to 20 % (Table 5). In order to avoid misunderstanding it may be added that everyone may round off the sowing figures as he judges best.

*Example 8.* Is it economically profitable to burn before sowing?

This question can often be answered with a knowledge only of the expenditure of labour on burned and unburned clearings. In certain cases, however, the smaller seed expenditure on burned clearings may be of some significance.

Let us suppose that it is a question of pine sowing above 400 m above sea level, 2,500 strips per hectare, the price of daily labour 18 Swedish crowns, and the seed price 70 crowns per kg. In Table 10 we find a maximum permissible zero patch percentage 13.5. Interpolation in Table 9 gives  $m = 10.8$  for unburned and 6.7 for burned, from which can be calculated (Table 5) 54.0 and 33.5 germinable seed per strip respectively. If the 1000-grain weight is 4.4 gr, this will correspond to a basic sowing of 0.59 and 0.37 kg per hectare respectively. The cost of this, at 70 cr/kg, will be 41 and 26 crowns respectively. According to Fig. 17, the seed corrections will be, for unburned = 1.30 and for burned = 1.45. The sowing

should thus be  $1.30 \cdot 0.59 = 0.77$  kg/ha on unburned ground and  $1.45 \cdot 0.37 = 0.54$  kg/ha on burned ground.

Since the labour outlay when strip sowing may be calculated at 3.76 and 2.78 workdays respectively (at 7 hrs effective working time) per 1000 strips, we arrive at the following costs for the two methods:

	Unburned	Burned
Labour costs.....	150: 40 cr.	111: 20 cr.
Seed costs.....	53: 90 »	87: 80 »
	Total 204: 30 cr.	149: — cr.

The difference is 55: 30 cr. The lower labour costs on burned ground contributes to this 39: 20 cr. and the lower seed costs 16: 10 cr. The whole difference in costs corresponds to 3.07 workdays per hectare.

Large clearing areas should take an average labour outlay of 3 to 4 workdays per hectare to burn over. Burning over on the higher clearings would therefore in general seem to be economically justifiable even from the point of view of expenses for founding the stand only.

In reality, burning over offers greater advantages from the point of view of cost than those which have been calculated above, since one can usually use scratch sowing on burned clearings. In this case the labour costs will be only 76 cr. and the difference in cost 90: 50 cr. per hectare, corresponding to not less than 5.0 work days per hectare.

*Example 9.* It is proposed to estimate the condition of a sowing by circular sample plots (1.4 m radius), and we wish to know how many circular sample plots will be required, if the error in the average plant number per sowing spot is not to exceed 10 %.

This problem can only be solved approximatively, since according to Table 8 perturbation is dependant upon the plant number.

We try therefore to determine in advance two plant numbers, between which most of the fairly good sowings would generally be found. We select 6 and 12 plants per spot respectively.

Now let us suppose that it is a question of a pine sowing on unburned ground. We find in Table 8 that the perturbation has the average value of 1.062 for  $m = 6$  and 0.595 for  $m = 12$ . Now  $\rho^2 = (Q^2 - 1)/m$  and  $s^2 = m^2 \rho^2 + m$ . It is thus possible to calculate the variance  $s^2$ . For  $m = 6$  it will be  $s^2 = 36 \cdot 1.062 + 6 = 44.23$  and for  $m = 12$ ,  $s^2 = 144 \cdot 0.595 + 12 = 97.69$ .

The variance of the mean is  $\text{Var}(m) = s^2/N$  where  $N =$  the number of sowing spots. If the standard deviation of the mean may be maximum 10 %,  $\text{Var}(m)$  must be at most  $0.01 m^2$  and thus we get  $N = s^2/0.01 m^2$ .

Thus for  $m = 6$  we find  $N = 123$ , and for  $m = 12$  we have  $N = 68$  sowing spots. Since a circular sample plot of 1.4 metre radius contains  $6.16 m^2$ , the average number of sowing spots per sample plot will = 1.07, if the number of spots per hectare is 1,736 (2.4 m arrangement), and this would seem to be about the lowest number we have to reckon with. Thus 123/1.07 and 68/1.07 circular sample plots are required to attain 10 % mean error, i.e. 115, and 64 respectively.

In this way the following approximate limits for the number of circular sample plots have been calculated.



<i>Pine</i>		<i>Spruce</i>	
Unburned	Burned	Unburned	Burned
64—115	40—66	36—71	35—44

It should be noted here that the higher number of circular sample plots is required where the number of plants per sowing spot is low, whilst the lower figure will suffice where the number of plants is high. It may further be noted that, if the demand for precision is doubled, the number of circular sample plots will be quadrupled, i.e., if a mean error of 5 % is demanded instead of 10 %.

*Example 10.* Contains special directions for estimating the result of soil scratching with subsequent hand sowing.



## TABELLER

Sädd- yta nr	Revir eller ägare	Skog, trakt	Höjd över havet m	Geologiskt underlag	Veg- typ	Hygget avverkat år	Hygget rensat år	Bränt år	Ytan- an- lades år
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S. 1	Kulbäckslidens försöksp.	Tr. 80	300	III: 5	I: 5	1936—37	1937	—	1942
S. 2	Kulbäckslidens försöksp.	Tr. 14	260	III: 5	I: 5	1929—30	1930	1929	1942
S. 3	Kulbäckslidens försöksp.	Tr. 80	300	III: 5	I: 5	1936—37	1937	—	1943
S. 4	Kulbäckslidens försöksp.	Tr. 80	300	III: 5	I: 5	1936—37	1937	1937	1943
S. 5	Kulbäckslidens försöksp.	Tr. 27	260	III: 3-4	II: 6	1928—29	1929	—	1943
S. 6	Sandviks AB		340	III: 5-4	II: 5	1921—22	1932	—	1943
S. 7	Degerfors revir	Krp. Rörmyr- berget	350	III: 5-6	II: 6	1936—37	1939	—	1943
S. 8	Bjurholms revir	Hästlidens krp.	490	III: 5	I: 5	1941—42	1943	—	1943
S. 9	Bjurholms revir	Hästlidens krp.	350	III: 5-6	I: 6	1938—39	1939	—	1943
S. 10	Fredrika revir	Krp. Bursel- berget	430	III: 5-4	I: 5	1931—32	1932	1932	1943
S. 11	Mo- o. Domsjö AB	Holmsele	275	III: 6-5	I: 5	1928—29	1929	—	1943
K I	Kramfors AB	Svartberget	230	I: 5	I: 4	1932-33 + 41-42	1942	1942	1943
K II	Kramfors AB	Svartberget	230	I: 5-6	I: 5	1932-33 + 42-43	1943	—	1943
K III	Kramfors AB	Öfra	370	III: 5	I: 5	1929-30 + 42-43	1943	—	1943
K IV	Kramfors AB	Öfra	370	III: 5	I: 5	1929-30 + 42-43	1943	—	1943
K V	Kramfors AB	Öfra	370	III: 5	I: 5	1929-30 + 42-43	1943	1943	1943
K VI	Kramfors AB	Öfra	370	III: 5	I: 5	1929-30 + 42-43	1943	1943	1943
K 51	Strömnäs AB	Norrby	300	III: 5	I: 5-6	1938—39	—	—	1943
K 52	Strömnäs AB	Siksele	280	III: 5	I: 6	1941—42	—	—	1943
K 53	Kramfors AB	Svedje	330	III: 5	I: 5	1937—38	1941	1942	1943
K 54	Kramfors AB	Hafsnäs	480		I: 5	1933—34	1942—43	—	1943
K 55	Kramfors AB	Hafsnäs	420		V: 5	1931—32	—	—	1943
S. 12	Pärlälvens revir	Krp. Görjeå	410	III: 5	I: 5	1942—43	—	—	1944
KVII	Strömnäs AB	Svartberget	215	I: 6-5	I: 5	1933—34	1934	—	1944
KVIII	Kramfors AB	Avaträsk	450	III: 5	II: 6	1920-21 + 26-27	1927	—	1944
K IX	Kramfors AB	Avaträsk	390	III: 5	II: 7	1920-21 + 26-27	1927	—	1944
K X	Kramfors AB	Avaträsk	400	III: 5	III: 6	1920-21 + 26-27	1927	—	1944
K 57	Ulvviks AB	Laiksjö	320	III: 5-7	I: 5	1934—35	1938	—	1944
S. 13	Svanö AB	Storsjö	540	III: 5-4 st.	I: 5	1936—37	—	1938	1945
S. 14	Svanö AB	Storsjö	540	III: 5-4 st.	I: 5	1936—37	—	—	1945
S. 15	Svanö AB	Storsjö Gransjö- liden	520	III: 5-4	I: 5	1937—38	—	1939	1945
S. 16	Kramfors AB Fjällsjö förv.	Brattforsmon Litt A 1 <sup>1</sup>	450	III: 5-4	I: 5	1929—30	—	—	1945
S. 17	Fredrika revir	Krp. Bursel- berget	430	III: 5	I: 5	1931—32	1932	1932	1945
S. 18	N. Arvidsjaur revir	Brännliden III	425	III: 5	I: 5	1940—41	1944	—	1946
S. 19	N. Arvidsjaur revir	Brännliden	430	III: 5	I: 5	1940—41	1944	—	1946
S. 20	N. Arvidsjaur revir	Brännliden	430	III: 4	I: 5	1940—41	1944	1946	1946
S. 21	Anders Lindkvist	Näverliden Arvidsjaur	440	III: 5	I: 5	1920—26	1946	—	1946
S. 22	N. Arvidsjaur revir	Krp. Brännliden II	450	III: 5	I: 5	1936—37	1938	—	1946
S. 23	Munksunds AB	Timmerheden Utsk.	400	III: 5	I: 5	1935—36	1938	—	1946
S. 24	N. Arvidsjaur revir	Karlsborg krp. Brännliden II	370	III: 5	I: 5	1929—30	1932	—	1946
S. 25	Munksunds AB Arv.-jaur	Nuortejaur A a <sup>1</sup> avd. 20	445	III: 4	I: 6-5	1933—34?	1935—38	—	1946
S. 26	S. Arvidsjaur revir	Krp. Brännlid. II	440	III: 5	I: 5		1944	—	1946
S. 27	Gustaf Norman Moräng	Näverliden	390	III: 5	I: 5	1939—40	1940	—	1946

Lutnings-		Profil	Fuk- tig- hets- grad	Arbetsvärdigheten														Besvärande vege- tation och annat (≥ 75 %)
rikt- ning	grad			Gre- nar st	Sly			Träd och stubbar				Stenar			Hum- mus cm	Top- par m. m.		
					på rot st	färsk stubb st		på rot < 10 cm st	> 10 cm st	hårda stubb. < 10 cm st	> 10 cm st	%	diam cm					
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
—	pl	J: a	fr	11,5	—	—	—	—	0,5	3,3	43,3	11	110	33	4,8	—	57 % gräs + pol. 3 % enbuskar 63 % gräs + pol.	
N	sv	J: a	fr	3,9	—	—	—	0,2	1,2	4,7	23,3	11	50	19	4,7	—		
—	pl	J: a	fr	7,3	—	—	—	—	2,1	3,7	54,0	13	150	54	4,3	—		
N	sv	J: a	fr	2,7	—	—	—	—	1,8	3,9	30,0	13	110	42	3,2	—		
No	sv	JH: b	fu	5,5	0,1	2,9	—	0,03	4,9	4,4	36,7	10	80	29	10,6	—		
V	st.	J: a	fr	5,8	0,3	1,3	—	—	3,5	3,1	33,3	12	75	35	3,2	—		
SV	sv	H: b	sy-fu	13,9	—	0,1	—	0,0	1,2	3,7	30,0	10	130	38	13,3	0,3		
SO	sv	J: a	fr (fu)	7,5	0,0	0,0	—	—	0,4	3,9	26,7	11	270	70	6,1	0,8		
NV	sv	JH: b	fu	6,2	—	0,3	—	0,1	1,5	7,1	36,7	14	130	45	17,8	0,7		
SSV	sv	J: a	fr	0,8	—	0,5	—	—	1,0	4,1	26,7	10	65	26	1,1	0,4		
—	pl	J: a	fr-fu	5,0	—	0,6	1,6	1,8	8,9	4,3	0	—	—	—	4,4	0,5		
—	pl	J: a	torrt	1,1	—	—	—	—	1,5	7,0	0	—	—	—	1,8	—		
NV	sv	J: a	fr	10,5	—	0,5	—	—	5,9	8,1	0	—	—	—	4,8	0,5		
V	ms	J: a	fr	6,0	—	0,6	—	—	0,7	5,3	43,3	10	150	48	5,0	0,3		
SO	sv	J: a	fr	6,3	—	0,6	0,1	—	1,2	5,0	33,3	11	150	47	2,4	0,2		
S	sv	J: a	fr	1,7	—	0,2	—	—	4,0	6,0	33,3	11	130	33	1,8	0,2		
S	sv	J: a	fr	1,4	—	0,2	—	—	5,1	5,9	50,0	11	80	23	1,7	0,2		
SSV	ms	J: a	fr-fu	6,6	—	0,2	—	—	8,3	6,2	50,0	10	55	20	6,2	—		
—	pl	H: b	fu	7,7	0,3	0,3	—	—	9,2	7,0	23,3	11	400	137	9,5	—		
—	pl	J: a	fr	0,9	—	—	—	—	8,5	7,0	36,7	11	90	41	1,5	0,2		
—	pl	—	fr	9,8	—	0,1	—	—	0,2	2,1	53,3	10	140	44	4,8	0,2		
—	pl	—	fu-fr	5,8	—	0,8	—	—	1,5	4,7	20,0	15	30	22	2,9	0,2		
NNv	ms	J: a	fr	6,4	0,1	0,6	—	—	1,3	3,8	26,7	19	120	57	6,6	—		
—	pl	J: a	fr-fu	9,3	—	0,3	—	—	6,0	5,1	0	—	—	—	2,3	0,4		
SV	sv	J: a	fr-fu	11,2	—	2,8	—	—	3,5	3,9	13,3	18	150	57	2,9	0,2		
SV	sv	H: b	fu-sa	9,3	—	1,6	—	—	12,9	6,5	46,7	12	120	51	5,5	0,4		
SV	—	H: b (mull)	fu	13,0	—	1,2	—	—	8,1	5,6	6,7	13	22	18	2,6	0,3		
N	sv	J: a	fr	6,4	—	—	—	—	2,3	6,0	6,7	45	70	58	3,4	0,2		
SV	sv	J: a	fr	—	—	—	—	—	0,1	5,5	43,3	15	190	60	1,4	0,6		
NV	sv	J: a, b,	fr	2,4	—	—	—	—	0,6	2,5	43,3	12	120	42	3,7	0,4		
NV	sv	J: a	fr	0,5	—	—	—	—	—	2,7	30,0	10	120	32	1,1	0,9		
NV	sv	J: a	fr	3,9	—	—	—	—	2,4	2,7	23,3	10	120	33	2,1	0,6		
SSV	sv	J: a	fr	1,3	—	0,8	—	—	0,1	3,4	40,0	10	36	17	1,3	0,8		
—	pl	J: a	fr	5,8	—	—	—	—	0,6	3,6	20,0	12	34	21	4,3	—		
—	pl	J: a	fr	6,6	0,1	—	—	—	1,0	3,1	43,3	11	57	26	4,4	—		
SV	sv	J: a	fr	1,2	0,1	—	—	—	0,8	5,0	43,3	12	105	30	3,6	0,1		
—	pl	J: a	fr	3,5	—	—	—	—	1,2	2,8	33,3	11	56	26	2,0	0,1		
—	pl	J: a	fr	2,1	—	—	—	—	1,2	2,7	70,0	11	140	38	6,4	—		
—	pl	J: a	fr	4,4	—	—	—	—	0,7	4,6	33,3	11	72	36	3,8	0,3		
S	sv	J: a	fr	1,6	0,2	—	—	—	0,3	4,7	40,0	11	148	44	3,0	0,7		
—	pl	J: a	fr-fu	2,9	0,1	—	—	—	0,3	2,2	13,3	11	38	19	4,2	0,2		
N	sv	J: a	fr	6,6	0,1	—	—	—	0,3	2,9	60,0	11	72	26	4,9	0,2		
—	pl	J: a	fr	5,5	0,1	—	—	—	1,2	3,1	6,7	13	55	34	3,5	—		

Sådd- yta	Revir eller ägare	Skog, trakt	Höjd över havet	Geologiskt underlag	Veg- typ	Hygget avverkat	Hygget rensat	Bränt	Ytan an- lades
nr			m			år	år	år	år
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S. 31	Kulbäckslidens försöksp.	Trakt 80	310	III: 5	I: 5	1936—37	1937	1938	1946
S. 32	Råneträsk revir	Krp. Meurisvare	390	III: 5-4	I: 5	1936	(1938) 1946	—	1946
S. 33	Råneträsk revir	Storlandet Bl. VIII	340	III: 5	I: 5	1939	1940	—	1946
S. 34	Råneträsk revir	Krp. Storlandet Bl. XII	275	III: 5	I: 5	1938	1939	—	1946
S. 28	Lars Faxälv	Faxälvens hem- mannskog	330	III: (3)	II: 5	1944—45	—	1946	1947
S. 29	Svanö AB Åsele	Storsjö	520	III: 5	I: 5	1937—38	—	1939	1947
S. 35	Råneträsk revir	Krp. Storlandet	325	III: 6	I: 5	1937	1937 1947	—	1947
S. 36	Råneträsk revir	Krp. Storlandet	335	III: 5-6	I: 5	1937	1937 1947	1946	1947
S. 37	Råneå revir	Blåkölen Driv omr. III	350	III: 4	II: 5	1936—37	1947	—	1947
S. 38	Gällivare sockenallm.	Block II	170	I: 4	I: 2	?	?	1934	1947
S. 39	Munksunds AB	Flakaberg	215	III: 5	I: 5	?	?	—	1947
S. 40	Storbackens revir Murjek	Krp. Vuodnaberg	275	III: 5	I: 5	1945	1947	—	1947
S. 51	AB Iggesunds Bruk	Stormörtsjön	425	III: 5 <i>stb</i>	I: 5	1942—43	1945	1945	1947
S. 52	AB Iggesunds Bruk	Stormörtsjön	425	III: 5 <i>stb</i>	I: 5	1943—44	1945	1945	1947
S. 53	Sundsvallsbolagen Svartvik	Grundsjö	485	III: 5 (stb)	I: 5	1929	1931	—	1947
S. 54	Sundsvallsbolagen Sunds AB	Byn, Fors s:n	240	III: 5	I: 5	1928	(1947)	—	1947
S. 55	Sundsvallsbolagen Sunds AB	Byn, Fors s:n	260?	III: 4	I: 5	1923	1947	—	1947
S. 30	Kramfors (Ulvviks AB)	Laiksjö (Ullsjö- berg)	325	III: 4-3stb	I: 5	1943—44	—	1945	1948
S. 41	Kulbäckslidens försöksp.	Trakt 80	300	III: 5	I: 5	1936—37	1937	1938	1948
S. 42	V. Stensele	Krp. Kyrkberget	395	III: 5-3	I: 5	1922—23	1948	1917	1948
S. 43	V. Stensele revir	Krp. Kyrkberget	405	III: 3	I: 5	1926	1948	—	1948
S. 44	Y. Persson Blaiken	Stenlunda	510	III: 3	I: 5	1913	1948	—	1948
S. 45	Ö. Stensele revir	Krp. Gunnarn	400	III: 5-4	I: 5	1931	1932	—	1948
S. 46	Ö. Stensele revir	Krp. Gunnarn	405	III: 4	I: 5	1931	1932 (48)	—	1948
S. 56	Sundsvallsbolagen	Svedjelandet	410	III: 5	I: 5	1947	1948	—	1948
S. 58	Sundsvallsbolagen Sund	Middagsberget Kälarne	410	III: 5	II: 5	1931	1947	—	1948
S. 59	Forss AB	Rocksjön	270	III: 4	I: 4	1931	—	1945	1948
S. 60	Forss AB	Rocksjön	270	III: 4	I: 4	1930	1934	1945	1948
S. 61	Anundsjö revir	Krp. V. Anundsjö	470	III: 6	I: 5	1940	1944 (48)	—	1948
S. 62	Anundsjö revir	Krp. V. Anundsjö	460	III: 5	I: 5	1939	1944	1948	1948
S. 63	Anundsjö revir	Krp. V. Anundsjö	460	III: 5	I: 5	1939	1944	1948	1948
S. 47	Ludvig Eriksson Norsjö	Brännberg	425	III: 5-6	I: 5	1933	1949	—	1949
S. 48	Ludvig Eriksson Norsjö	Brännberg	425	III: 5-6	I: 5	1933	1949	—	1949
S. 49	Sundsvallsbol. (Skönviks AB)	Överammer	275	III: 5	I: 5	1948	1949	—	1949
S. 50	Kulbäckslidens försöksp.	Trakt 96			I: 5	1946—47	1947	1948 delv. obrönt	1949
S. 64	Skönviks AB	Österström	225	III: 5	I: 5	1948	1948	1949	1949
S. 71	Kramfors AB	Nyberget, Avaträsk	470	III: 4-5	II: 5	1926—27	1927	—	1949

Kol. 1. Seed plot No. 2. Forest district or owner. 3. Forest, compartment. 4. Height above sea level. 5. Geoblished, year. 11—12. Slope, direction (11), degree (12). 13. Soil profile. 14. Degree of moisture. 15—28. Ass-and stumps. 18—19. Standing. 20—21. Hard stumps. 22—25. Stones. Diameter min. (23), max. (24), mean (25).

Lutnings-		Profil	Fuk- tig- hets- grad	Arbetsvärigheten														Besvärande vege- tation och annat (≥ 75 %)
rikt- ning	grad			Gre- nar	Sly			Träd och stubbar				Stenar			Hu- mus cm	Top- par m. m.		
					på rot st	färsk stubb st	på rot		hårda stubb.		%	diam cm						
							< 10 cm st	> 10 cm st	< 10 cm st	> 10 cm st		min.	max.	M				
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
N	sv	J: a	fr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
NV	sv	JH: b	fr (fu)	5,3	—	0,5	—	—	2,1	2,9	13,3	10	15	13	7,0	—	3 % gräs	
NNO	sv	JH: b	fr (fu)	6,0	—	0,1	—	—	2,7	3,0	33,3	18	65	41	7,3	—	27 % gräs	
SV	sv	J: a	fr	7,3	—	—	—	—	2,2	2,6	33,3	15	140	50	4,5	0,6	17 % gräs	
NO	ms	J: a	fr	0,3	—	—	—	—	3,2	6,5	50,0	10	42	22	3,0	0,1	—	
—	pl	J: a	fr	0,2	—	—	—	—	0,2	3,7	40,0	11	35	19	1,8	0,5	13 % Aira	
V	sv	J: a	fr	4,6	—	0,1	—	—	1,2	3,3	6,7	18	49	34	2,6	0,3	27 % Aira + pol.	
V	sv	J: a	fr	2,9	—	—	—	—	1,1	3,7	20,0	11	105	42	2,0	—	3 % aira	
SV	sv	J: a	fr	6,8	—	1,8	—	—	5,5	2,1	20,0	11	130	41	4,7	0,4	26 % Aira, kråkbär	
—	pl	J: a	t	0,4	—	0,1	—	—	—	1,2	0	—	—	—	0,8	0,1	—	
Ö	sv	J: a	fr	4,9	—	—	—	—	2,2	5,2	26,7	11	35	17	2,8	0,4	37 % aira, blåbär	
SV	sv	J: a	fr	10,6	—	0,7	—	—	5,4	3,2	13,3	11	65	29	3,6	0,1	23 % blåbär m. m.	
SV	sv	J: a	fr	1,8	0,4	0,1	—	—	2,2	7,2	33,3	11	150	81	2,7	0,5	17 % gräs	
S	sv	J: a	fr	1,7	—	0,1	—	—	1,5	6,8	40,0	11	98	38	1,8	0,4	10 % gräs	
—	pl	J: a	fr	4,2	0,1	2,1	—	—	4,4	8,8	26,7	11	72	30	2,9	0,4	53 % gräs m. m.	
V	sv	J: a	fr	5,8	0,1	0,2	—	—	4,8	5,8	26,7	11	98	28	4,6	0,3	53 % gräs, blåbär	
—	pl	J: a	fr	4,3	—	0,5	—	—	4,3	5,6	30,0	11	58	25	2,5	0,4	57 % gräs m. m.	
—	pl	J: a	fr	1,1	—	—	—	—	0,8	6,3	43,3	11	160	42	1,1	0,1	—	
—	pl	J: a	fr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
S	sv	J: a	fr	2,5	—	0,4	—	—	2,7	1,4	43,3	9	35	15	1,7	0,2	3 % kråkbär	
NO	sv	J: a	fr	5,7	—	0,1	—	—	1,2	4,3	36,7	11	115	37	5,3	0,7	20 % Myrt.	
SSV	sv	J: a	fr	4,2	—	0,1	—	—	0,4	2,9	33,3	11	35	22	3,5	0,4	23 % Aira + Emp.	
NV	sv	J: a	fr	1,5	—	—	—	—	4,3	1,6	36,7	8	240	61	4,0	0,2	33 % Aira + Emp.	
NV	sv	J: a	fr	3,2	—	0,1	—	—	1,1	2,2	70,0	8	120	36	4,6	0,2	23 % Aira + myrt.	
NV	sv	J: a	fr	3,9	—	—	—	—	1,7	5,7	30,0	10	110	47	5,3	—	33 % gräs + ris	
—	pl	J: a	fr	2,9	0,1	0,2	—	—	1,6	6,9	3,3	—	—	65	2,7	0,3	60 % gräs + ris	
NV	sv	J: a	t-fr	0,7	—	0,1	—	—	1,7	4,3	36,7	11	76	24	5,1	0,3	—	
—	pl	J: a	t-fr	0,5	—	—	—	—	0,6	4,9	50,0	10	120	48	1,9	0,2	—	
—	pl	J: a	fr	2,7	—	—	—	—	0,9	2,3	26,7	11	50	29	5,1	0,1	57 % gräs + ris	
—	pl	J: a	fr	0,3	—	—	—	—	3,2	8,0	23,3	10	68	28	3,5	0,2	—	
—	pl	J: a	fr	0,5	—	0,2	—	—	2,1	5,6	6,7	11	110	61	—	0,5	3 % gräs	
Ö	sv	J: a	fr	2,8	—	—	—	—	1,5	4,7	20,0	20	41	33	5,1	0,4	16,7 % polytr. m. m.	
Ö	sv	J: a	fr	3,3	0,1	—	0,2	—	1,4	4,6	26,7	14	70	39	3,2	0,4	23,3 % blåbär m.m.	
V	sv	J: a	fr	5,7	—	—	—	—	0,4	3,7	26,7	11	70	31	3,4	0,2	6,7 % aira	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Specialyta	
—	pl	J: a	fr	0,5	0,1	0,5	—	—	4,5	5,8	20,0	12	100	49	3,6	0,5	—	
V	mst	J: a	fr	3,8	—	0,6	—	—	3,2	3,0	43,3	10	65	23	1,8	0,4	36,7 % blåbär m. m.	

logical substratum. 6. Vegetation type. 7. Clear cutting, year. 8. Cleared, year. 9. Burnt, year. 10. Plot estimation of working difficulty. 15. Branches. 16—17. Coppice. Standing (16), fresh stumps (17). 18—21. Trees 26. Thickness of humus layer. 27. Tops of felled trees, etc. 28. Heavy ground vegetation, percentage of assessed area.

Tabell 2. **Fröförflyttning**  
Transfer of seed

*Tall*  
*Pine*

Mil . . . . .	0—	5—	10—	15—	20—
Sw. miles					
Norrut . . . . .	28	4	2	—	—
Northwards					
Söderut . . . . .	16	1	—	—	1
Southwards					
Meter . . . . .	0—	50—	100—	150—	200—
Metre					
Uppåt . . . . .	19	9	7	4	3
Upwards					
Nedåt . . . . .	9	1	—	—	—
Downwards					

*Gran*  
*Spruce*

Mil . . . . .	0—	5—	10—	15—	20—
Sw. Miles					
Norrut . . . . .	13	4	1	—	1
Northwards					
Söderut . . . . .	10	—	—	—	—
Southwards					
Meter . . . . .	0—	50—	100—	150—	200—
Metre					
Uppåt . . . . .	11	5	3	3	1
Upwards					
Nedåt . . . . .	6	—	—	—	—
Downwards					



Tabell 3. Medelresultat av rutsådd  
Average results of square patch sowing

Höjd över havet Height above sea level m	Tall Pine			Gran Spruce								
	Plantor per fläck Plants per patch		Antal ytor No. of plots	Plantor per fläck Plants per patch		Antal ytor No. of plots	Plantor per fläck Plants per patch		Antal ytor No. of plots			
	≥ 6	< 6		≥ 5	< 5		≥ 4	< 4				
	Frisk ristyp Healthy grounds											
	Obränt Unburnt			Bränt Burnt			Obränt Unburnt			Bränt Burnt		
200—299	12,0	—	10	8,0	—	2	9,7	—	3	11,5	—	2
	—	—	—	—	2,0	1	—	3,0	2	—	—	—
300—399	19,3	—	13	13,6	—	12	10,4	—	7	9,8	—	4
	—	5,0	1	—	—	—	—	2,5	2	—	—	—
400—499	15,2	—	12	11,2	—	5	12,8	—	9	12,0	—	3
	—	2,0	4	—	—	—	—	2,7	3	—	3,0	1
500—	6,0	—	1	11,7	—	3	5,0	—	1	7,5	—	2
	—	2,0	1	—	—	—	—	2,0	1	—	—	—
	Övriga marktyper Other grounds											
	Obränt Unburnt			Bränt Burnt			Obränt Unburnt			Bränt Burnt		
200—299	9,5	—	2	13,0	—	1	19,0	—	1	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	4,0	1	—	—	—
300—399	13,7	—	4	8,0	—	1	9,8	—	4	6,0	—	1
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
400—499	7,0	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	0,5	2	—	—	—	—	1,1	3	—	—	—

Tabell 4. **Antal plantor första hösten av 100 grobara frön = plantprocent = 100 p.**  
 Number of plants from 100 germinative seeds, first autumn = plants per cent = 100 p.

*Tall, obränd frisk mark*  
*Pine, unburnt, healthy ground*

Höjd över havet, Height above sea level m	Rutsådd Square sowing	Strecksådd Strip sowing	Medeltal Mean	Antal obs. Number of obs.
200—299	30,0	28,9	29,5	16
300—399	48,3	41,9	45,1	19
400—	20,4	18,2	19,3	40
<i>Tall, bränd frisk mark</i> <i>Pine, burnt, healthy ground</i>				
200—299	30,3	31,9	31,6	8
300—399	30,9	33,2		14
400—	34,0	40,8		15
<i>Gran, obränd frisk mark</i> <i>Spruce, unburnt, healthy ground</i>				
200—299	25,7	22,5	24,1	10
300—399	25,1	36,9	31,0	17
400—	20,6	19,2	19,9	26
<i>Gran, bränd frisk mark</i> <i>Spruce, burnt healthy ground</i>				
200—299	47,9	25,4	35,0	5
300—399	30,9	35,9		9
400—	32,0	37,5		14

Tabell 5. **Medelplantprocenter**  
 Average plant percentages

Höjdläge, m . . . . .	200—399	400—
Height above sea level, m		
Tall och gran, obränt . . . . .	31	20
Pine and spruce, unburnt		
Tall och gran, bränt . . . . .	31	31
Pine and spruce, burnt		

Tabell 6. **Observerade och beräknade värden på överlevelsekvoten  $k_t$**   
 Observed and calculated values of the survival-quotient  $k_t$

		$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_5$
Tall, obränd mark Pine, unburnt ground	Observerade..... Observed	1,000	0,853	0,798	0,667
	Beräknade..... Calculated	1,000	0,869	0,775	0,681
	Differens.....	± 0,000	—0,016	+ 0,023	—0,014
	Do i %.....	0,0	1,8	3,0	2,1
Tall, bränd mark Pine, burnt ground	Observerade..... Observed	1,000	0,828	0,755	0,676
	Beräknade..... Calculated	1,000	0,830	0,751	0,678
	Differens.....	± 0,000	—0,002	+ 0,004	—0,002
	Do i %.....	0,0	0,2	0,5	0,3
Gran, obränd mark Spruce, unburnt ground	Observerade..... Observed	1,000	0,743	0,628	0,486
	Beräknade..... Calculated	1,000	0,750	0,616	0,492
	Differens.....	± 0,000	—0,007	+ 0,012	—0,006
	Do i %.....	0,0	0,9	1,9	1,2
Gran, bränd mark Spruce, burnt ground	Observerade..... Observed	1,000	0,802	0,716	0,586
	Beräknade..... Calculated	1,000	0,812	0,700	0,594
	Differens.....	± 0,000	—0,010	+ 0,016	—0,008
	Do i %.....	0,0	1,2	2,3	1,3

Tabell 7. **Överlevelsekvoten  $k_t$  för  $t = 1 - 5$  samt  $t = 10$**   
 The survival-quotient  $k_t$  for  $t = 1 - 5$  and  $t = 10$

	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_{10}$
Tall, obränd mark .. Pine, unburnt ground	1,000	0,869	0,775	0,718	0,681	0,599
Tall, bränd mark ... Pine, burnt ground	1,000	0,830	0,751	0,706	0,678	0,619
Gran, obränd mark . Spruce, unburnt ground	1,000	0,750	0,616	0,540	0,492	0,388
Gran, bränd mark .. Spruce, burnt ground	1,000	0,812	0,700	0,636	0,594	0,504

Tabell 8. Tabell över  $q^2$   
Table of  $q^2$

Medeltal Mean  m	Frisk mark Healthy ground				Fuktig mark Moist ground
	Tall Pine		Gran Spruce		
	Obränt Unburnt	Bränt Burnt	Obränt Unburnt	Bränt Burnt	Obränt Unburnt
1	3,0626	1,0165	2,5788	1,4753	9,0057
2	2,2242	0,8647	1,5464	1,0735	3,1119
3	1,7462	7523	1,1043	0,8438	1,8809
4	1,4373	6657	0,8588	6950	1,3478
5	1,2213	5971	7026	5908	1,0501
6	1,0617	5412	5945	5138	0,8602
7	0,9390	4950	5152	4546	7284
8	8417	4560	4546	4076	6316
9	7627	4227	4067	3694	5576
10	6972	3939	3680	3377	4991
11	6421	3688	3360	3111	4517
12	5951	3467	3091	2883	4125
13	5545	3271	2862	2687	3795
14	5191	3096	2665	2515	3515
15	4879	2939	2493	2364	3273
16	4603	2797	2341	2231	3062
17	4356	2668	2208	2111	2877
18	4134	2550	2088	2004	2713
19	3934	2443	1981	1907	2566
20	3752	2344	1885	1819	2435
21	3587	2253	1797	1739	2316
22	3435	2168	1717	1665	2209
23	3296	2090	1644	1598	2111
24	3167	2017	1577	1536	2021
25	3048	1949	1515	1478	1939
26	2938	1886	1458	1425	1863
27	2836	1826	1405	1375	1792
28	2740	1770	1356	1329	1727
29	2651	1718	1310	1285	1667
30	2567	1668	1267	1245	1610

Tabell 9. Beräknade nollfläcksprocenter vid rutsädd och strecksädd  
Calculated percentages of empty patches for square-sowing and strip-sowing

Medeltal första hösten Mean first autumn  <i>m</i>	Tall på frisk mark Pine, healthy ground						Gran på frisk mark Spruce, healthy ground					
	Obränt Unburnt			Bränt Burnt			Obränt Unburnt			Bränt Burnt		
	I	5	10	I	5	10	I	5	10	I	5	10
	hösten autumn			hösten autumn			hösten autumn			hösten autumn		
1	63,3	70,5	72,7	50,2	60,1	62,3	61,0	76,0	79,7	54,1	66,5	69,9
2	46,7	56,4	59,4	31,3	41,9	44,4	40,2	61,4	67,1	34,4	49,5	53,9
3	35,1	46,1	49,5	20,8	30,9	33,3	26,6	50,0	56,9	22,4	37,8	42,7
4	26,5	37,9	41,6	14,2	23,3	25,7	17,7	40,7	48,4	14,8	29,2	34,1
5	20,1	31,3	35,1	9,9	17,9	20,1	11,7	33,2	41,2	9,8	22,7	27,5
6	15,2	25,9	29,7	6,9	13,9	15,8	7,8	27,2	35,1	6,5	17,7	22,2
7	11,6	21,4	25,1	4,9	10,8	12,6	5,2	22,2	29,9	4,3	13,8	18,0
8	8,8	17,7	21,3	3,4	8,5	10,0	3,4	18,1	25,5	2,9	10,8	14,6
9	6,7	14,7	18,0	2,4	6,7	8,1	2,3	14,8	21,8	1,9	8,5	11,8
10	5,1	12,2	15,3	1,7	5,3	6,5	1,5	12,1	18,5	1,3	6,6	9,6
11	3,9	10,1	13,0	1,2	4,2	5,2	1,0	9,9	15,8	0,8	5,2	7,8
12	3,0	8,4	11,0	0,9	3,3	4,2	0,7	8,1	13,5	0,6	4,1	6,3
13	2,3	7,0	9,3	0,6	2,6	3,4	0,4	6,6	11,5	0,4	3,2	5,2
14	1,7	5,8	7,9	0,5	2,1	2,7	0,3	5,4	9,8	0,3	2,5	4,2
15	1,3	4,8	6,7	0,3	1,6	2,2	0,2	4,4	8,4	0,2	2,0	3,4
16	1,0	4,0	5,7	—	—	—	0,1	3,6	7,1	—	—	—
17	0,8	3,3	4,8	—	—	—	0,1	3,0	6,1	—	—	—
18	0,6	2,8	4,1	—	—	—	0,1	2,4	5,2	—	—	—
19	0,4	2,3	3,5	—	—	—	0,0	2,0	4,4	—	—	—
20	0,3	1,9	3,0	—	—	—	0,0	1,6	3,8	—	—	—

Tabell 10. Tillätlig nollfläcksprocent tionde hösten vid olika fläckantal per ha och olika förband

Permissible percentage of zero-patches in the tenth autumn for different number of seed-patches per hectare and different spacings

Antal fläckar per ha Number of patches per hectare  <i>N</i>	Tillätlig nollfläcks- procent Permissible percentage of zero-patches  <i>P<sub>0</sub></i>	Förband Spacing  <i>m</i>	Tillätlig nollfläcks- procent Permissible percentage of zero-patches  <i>P<sub>0</sub></i>
1 000	5,0	2,5	8,9
1 500	8,4	2,3	10,6
2 000	11,2	2,2	11,5
2 500	13,5	2,1	12,5
3 000	15,4	2,0	13,5
3 500	16,8	1,9	14,6
4 000	17,8	1,8	15,6
4 500	18,7	1,7	16,6
5 000	19,5	1,6	17,6
5 500	20,2	1,5	18,6

